



**ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL *PINLESS FRICTION STIR*
SPOT WELDING PADA ALUMINIUM ALLOY 1100
BERDASARKAN VARIASI TIPE *TOOL* DAN PARAMETER
PROSES**

SKRIPSI

RIDWAN BAMBANG RIAN TO

2110311071

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025



**ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL *PINLESS FRICTION STIR*
SPOT WELDING PADA ALUMINIUM ALLOY 1100
BERDASARKAN VARIASI TIPE *TOOL* DAN PARAMETER
PROSES**

SKRIPSI

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
sarjana teknik**

RIDWAN BAMBANG Rianto

2110311071

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN NASIONAL VETERAN JAKARTA

FAKULTAS TEKNIK

PROGRAM STUDI S1 TEKNIK MESIN

2025

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Skripsi ini diajukan oleh :

Nama : Ridwan Bambang Rianto
NIM : 2110311071
Program Studi : Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL PINLESS
FRICTION STIR SPOT WELDING PADA
ALUMINIUM ALLOY 1100 BERDASARKAN
VARIASI TIPE TOOL DAN PARAMETER PROSES

Telah berhasil dipertahankan dihadapan para 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.



Dr. Eng. Riki Hendra Purba, S.T., M.Eng.

Penguji Utama



Nicky Yongki Mandalan, S.T., M.M., M.T.

Penguji Lembaga



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

Penguji III (Pembimbing)



Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, S.T.,

M.T., IPM., ASEAN. Eng

Plt. Dekan Fakultas Teknik



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

Kepala Program Studi Teknik Mesin

Ditetapkan di : Jakarta

Tanggal Ujian : 17 Juli 2025

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Skripsi diajukan oleh:

Nama : Ridwan Bambang Rianto
NIM : 2110311071
Program Studi : S1 Teknik Mesin
Judul Skripsi : ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL PINLESS
FRICTION STIR SPOT WELDING PADA ALUMINIUM
ALLOY 1100 BERDASARKAN VARIASI TIPE TOOL
DAN PARAMETER PROSES

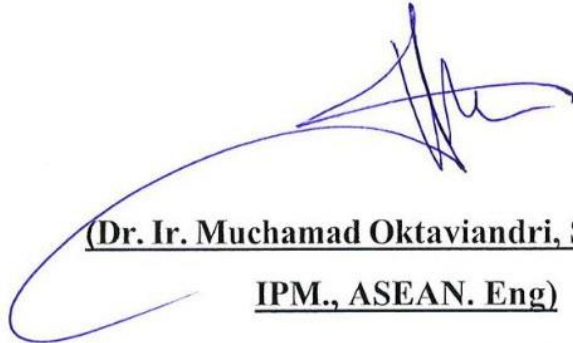
Telah dikoreksi atau diperbaiki oleh penulis sesuai arahan dari dosen pembimbing dan diterima sebagai bagian persyaratan yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta.

Menyetujui,



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

Pembimbing I



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

Pembimbing II

Mengetahui,



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

Kepala Program Studi S-1 Teknik Mesin

HALAMAN PERNYATAAN ORISINALITAS

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

Nama : Ridwan Bambang Rianto
NIM : 2110311071
Program Studi : S1 Teknik Mesin

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

Jakarta, 17 Juli 2025

Yang menyatakan



Ridwan Bambang Rianto

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPETINGAN AKADEMIS

Sebagai civitas akademis Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, saya yang bertanda tangan dibawah ini

Nama : Ridwan Bambang Rianto
NIM : 2110311071
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Mesin

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

**“ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL *PINLESS FRICTION STIR SPOT WELDING* PADA *ALUMINIUM ALLOY 1100* BERDASARKAN VARIASI
TIPE TOOL DAN PARAMETER PROSES”**

Beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti ini Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta berhak menyimpan, mengalih/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*data base*), 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, 17 Juli 2025

Yang menyatakan



Ridwan Bambang Rianto

ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL *PINLESS FRICTION STIR SPOT WELDING* PADA ALUMINIUM ALLOY 1100 BERDASARKAN VARIASI TIPE *TOOL* DAN PARAMETER PROSES

Ridwan Bambang Rianto

Abstrak

Pinless friction stir spot welding (PFSSW) merupakan metode sambungan padat yang efisien untuk material non-ferro seperti Aluminium Alloy 1100, terutama dalam aplikasi industri yang membutuhkan kekuatan tinggi dan distorsi termal rendah. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh variasi tipe tool dan parameter proses terhadap sifat mekanis hasil sambungan PFSSW. Tiga jenis *tool profile* berbahan stainless steel 304 yang digunakan adalah round, cube, dan cone, dengan kombinasi parameter berupa *rotational speed* (1000 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm), *plunge depth* (0,5 mm, 0,8 mm, 1,2 mm), dan *dwell time* (5 s, 7 s, 9 s). Proses PFSSW menghasilkan 27 spesimen, yang seluruhnya diuji secara mekanis menggunakan tensile test untuk memperoleh nilai ultimate tensile strength (UTS), yield strength, shear strength, dan modulus elastisitas. Selain itu, sebanyak 9 spesimen dipilih secara acak untuk menjalani *penetrant test* guna mendeteksi adanya cacat permukaan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi *tool profile* dan parameter proses memberikan pengaruh signifikan khususnya pada parameter tinggi (1200 rpm, 1,2 mm, 9 s) terhadap kualitas sambungan. Kemudian *tool profile* cube menghasilkan nilai UTS dan shear strength tertinggi dibandingkan tipe lainnya. Sedangkan cacat permukaan cenderung muncul pada parameter dengan *rotational speed* rendah dan *dwell time* yang singkat. Dengan demikian, pemilihan *tool profile* cube dan kombinasi parameter proses *high level* terbukti mampu meningkatkan performa sambungan PFSSW pada Aluminium Alloy 1100 secara efektif.

Kata kunci: PFSSW, Aluminium Alloy 1100, tipe tool, parameter proses, sifat mekanis.

MECHANICAL PROPERTIES ANALYSIS OF PINLESS FRICTION STIR SPOT WELDING ON ALUMINUM ALLOY 1100 BASED ON VARIATION OF TOOL TYPE AND PROCESS PARAMETERS

Ridwan Bambang Rianto

Abstract

Pinless Friction Stir Spot Welding (PFSSW) is an efficient solid-state joining method for non-ferrous materials such as Aluminium Alloy 1100, especially in industrial applications that require high strength and low thermal distortion. This study aims to analyze the influence of tool type variations and process parameters on the mechanical properties of PFSSW joints. Three types of tool profiles made from stainless steel 304 were used: round, cube, and cone, with parameter combinations consisting of rotational speed (1000 rpm, 1100 rpm, 1200 rpm), plunge depth (0.5 mm, 0.8 mm, 1.2 mm), and dwell time (5 s, 7 s, 9 s). The PFSSW process produced 27 specimens, all of which were mechanically tested using tensile testing to obtain values of ultimate tensile strength (UTS), yield strength, shear strength, and elastic modulus. In addition, 9 specimens were randomly selected to undergo a penetrant test to detect the presence of surface defects. The results of the study show that variations in tool profile and process parameters have a significant effect, particularly at high parameter settings (1200 rpm, 1.2 mm, 9 s), on joint quality. The cube tool profile produced the highest UTS and shear strength values compared to the other types. Meanwhile, surface defects tended to appear at low rotational speeds and short dwell times. Therefore, selecting the cube tool profile and a high-level combination of process parameters has been proven to effectively enhance the PFSSW joint performance on Aluminium Alloy 1100.

Keywords: PFSSW, Aluminium Alloy 1100, tool profile, parameter process, mechanical properties.

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT karena telah melimpahkan rahmat, hidayah, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “ANALISIS SIFAT MEKANIS HASIL *PINLESS FRICTION STIR SPOT WELDING* PADA *ALUMINIUM ALLOY 1100* BERDASARKAN VARIASI TIPE TOOL DAN PARAMETER

PROSES” dengan baik dan tepat waktu. Penulisan proposal skripsi ini bertujuan untuk memenuhi persyaratan akademis dalam memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi S1 Teknik Mesin Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jakarta.

Dalam penyelesaiannya, penulis menyadari bahwa proposal skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik dan tepat waktu dikarenakan bantuan, bimbingan, dan dukungan dari berbagai pihak baik secara langsung maupun tidak langsung. Oleh karena itu, di kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan rasa terimakasih kepada:

1. Ibunda Maya serta Kakak Abhista Sarwabhaswara yang senantiasa memberikan doa serta dukungan.
2. Bapak Armansyah S.T., M.Sc., M.Sc., Ph.D. selaku dosen pembimbing I dan dosen pembimbing akademik yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam penulisan skripsi ini.
3. Bapak Dr. Ir. Muchamad Oktaviandri, ST., M.T., IPM, ASEAN. Eng. selaku Dekan Fakultas Teknik dan pembimbing II yang telah membantu memperbaiki penulisan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Fahrudin, S.T., M.T. selaku Kepala Prodi Teknik Mesin, beserta segenap dosen serta karyawan Fakultas Teknik yang bersedia membagi pengetahuan, pengalaman, dan kesan yang indah selama masa perkuliahan.
5. PT. Matahari Megah dan PT. Mesitechmitra Purnabangun penulis untuk mengambil data skripsi, Bapak Ade Budiono selaku Workshop Manager dan Bapak Nendi Awaliansah selaku mentor yang sudah membimbing dan mengarahkan selama PKL dan pengambilan data skripsi, serta Bapak Halim selaku owner dari PT. Matahari Megah yang telah mengizinkan untuk melakukan pengujian

6. Raden Pranaya Didva Ramadhan, Naufal Dary Dewanto, Fajar Nurdianzah, Ridwan Daris Naufal, Masita Marasabessy, Fauzi Syach Kemal Nasution, Abi Fatoni, Abdulmalik Khoiruddin Muthohar, Yuanditra E. Pramono, Ramdhani Saputra, Tegar Argadewa, Muhammad Wiweko Alfaraby dan OPTIMIS 2021 yang telah menemani, memberikan dukungan serta doa guna kelancaran penyelesaian skripsi ini

Namun, disadari bahwa proposal ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu diharapkan kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan proposal skripsi ini. Akhir kata, semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi semua pihak di kemudian hari.

Jakarta, Juli 2025

(Penulis)

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING	iii
PERNYATAAN ORISINALITAS.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI SKRIPSI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB 1 PENDAHULUAN	15
1.1 Latar Belakang.....	15
1.2 Rumusan Masalah.....	16
1.3 Tujuan Penelitian	16
1.4 Manfaat Penelitian	17
1.5 Batasan Masalah	17
1.6 Sistematika Penulisan	18
BAB 2 KAJIAN PUSTAKA	19
2.1 <i>Pinless Friction Stir Spot Welding</i>	19
2.2 <i>Pinless Tool FSSW</i>	21
2.3 <i>Aluminium Alloy 1100</i>	24
2.4 Uji Tarik (<i>Tensile Test</i>).....	28
2.5 Liquid Penetrant Examination (Non Destructive Test).....	29

2.6	Penelitian Terdahulu.....	30
BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN		35
3.1	Diagram Alir.....	35
3.2	Persiapan Laboratorium.....	36
3.3	Proses Pinless Friction Stir Spot Welding	39
3.4	Pengujian : <i>Non Destructive Test</i> dan <i>Destructive Test</i>	40
3.5	Memenuhi persyaratan PFSSW, NDT dan DT	44
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		46
4.1	Proses <i>Pinless Friction Stir Spot Welding</i>	46
4.2	Pengujian <i>Non Destructive</i>	50
4.3	Pengujian <i>Destructive (Tensile Test)</i>	51
4.4	Pembahasan.....	54
4.4.1	Pengambilan data	54
4.4.2	Hasil uji tarik.....	54
4.4.3	Hasil non-destructive test.....	56
BAB 5 KESIMPULAN		57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		
LAMPIRAN		

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Tahapan Pinless PFSSW (Armansyah et al., 2024).....	20
Gambar 2.2 Tool profile PFSSW (Bakavos et al., 2011)	21
Gambar 2.3 Aluminium Alloy 1100.....	24
Gambar 3.1 Diagram Alir	35
Gambar 3.2 Ukuran dan bentuk tool	37
Gambar 3.3 Bedplate dan spesimen pengelasan.....	37
Gambar 3.4 Ukuran spesimen dalam posisi Lap Joint	38
Gambar 3.5 Posisi Pengelasan PFSSW pada bedplate	38
Gambar 3.6 JIS-Z 3136:1999	38
Gambar 3.7 Ukuran spesimen yang dipilih sesuai standar JIS-Z 3136:1999	38
Gambar 3.8 Milling machine.....	39
Gambar 3.9 Laser Cutting	40
Gambar 3.10 Lembaran Aluminium Alloy 1100.....	40
Gambar 3.11 Mesin uji tarik.....	41
Gambar 3.12 Cairan tes penetran (NDT).....	43
Gambar 4.1 Persiapan Bedplate	46
Gambar 4.2 Spesimen pengelasan AA1100	47
Gambar 4.3 Pemasangan tool pada spindle	47
Gambar 4.4 Pengaturan program CNC.....	48
Gambar 4.5 Hasil Pinless Friction Stir Spot Welding (a) cone tool low ; (b) cone tool mid ; (c) cone tool high ; (d) cube tool low ; (e) cube tool mid ; (f) cube tool high ; (g) round tool low ; (h) round tool mid ; (i) round tool high	49
Gambar 4.6 Scatter plot low parameter	51
Gambar 4.7 Scatter plot mid parameter.....	52
Gambar 4.8 Scatter plot high parameter	53

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sifat kimia AA1100.....	25
Tabel 2.2 Karakteristik mekanis AA1100 (Armansyah et al., 2024)	26
Tabel 2.3 Sifat fisik dan termal paduan AA1100	26
Tabel 2.4 Penelitian terdahulu	30
Tabel 3.1 Parameter pengelasan	36
Tabel 3.2 Spesifikasi mesin uji tarik	42
Tabel 4.1 Hasil pengujian non-destructive	50

DAFTAR LAMPIRAN

Gambar Lamp.1 scatter plot uji Tarik kombinasi cone tool dengan parameter low

Gambar Lamp.2 scatter plot uji Tarik kombinasi cone tool dengan parameter mid

Gambar Lamp.3 scatter plot uji Tarik kombinasi cone tool dengan parameter high

Gambar Lamp.4 scatter plot uji Tarik kombinasi cube tool dengan parameter low64

Gambar Lamp.5 scatter plot uji Tarik kombinasi cube tool dengan parameter mid

Gambar Lamp. 6 scatter plot uji Tarik kombinasi cube tool dengan parameter high

Gambar Lamp.7 scatter plot uji Tarik kombinasi Round tool dengan parameter low

Gambar Lamp.8 scatter plot uji Tarik kombinasi Round tool dengan parameter mid

Gambar Lamp.9 scatter plot uji Tarik kombinasi Round tool dengan parameter high