

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN  
LAS PADA *FRICTION WELDING* ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052  
DAN SERI 6061**



**ANDI YOSAFAT TUNG SELLY**

**1811911**

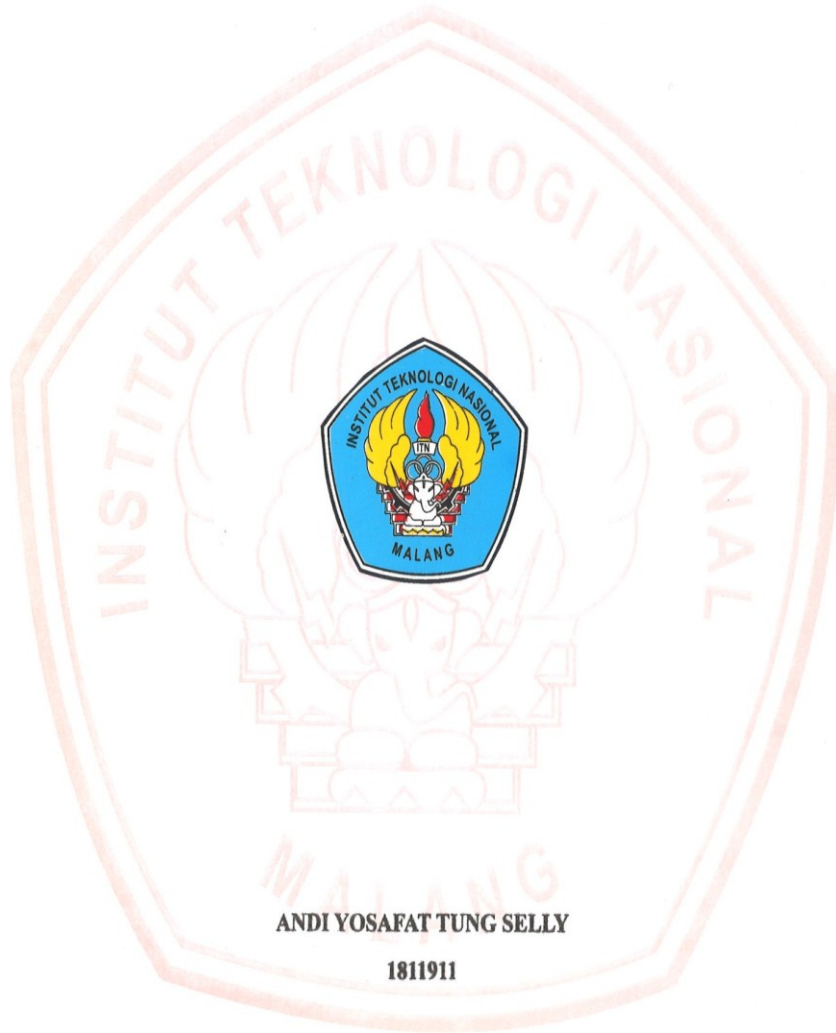
**PRORAM STUDI TEKNIK MESIN SI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2020**

**SKRIPSI**

**PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS  
PADA *FRICTION WELDING* ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052 DAN SERI**

**6061**



**ANDI YOSAFAT TUNG SELLY**

**1811911**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN S1  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2020**

LEMBAR PERSETUJUAN

SKRIPSI

PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS  
PADA *FRICTION WELDING* ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052 DAN SERI  
6061



Disusun Oleh:

NAMA :ANDY YOSAFAT TUNG SELLY  
NIM :1811911

Diajukan sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana (strata satu) S-1 pada  
jurusan Teknik Mesin S-1 Fakultas Teknologi Industri di Institut teknologi  
Nasional Malang

Malang 17 Febuary 2020

Diperiksa/Disetujui  
Dosen Pembimbing

Mengetahui,  
Ketua Jurusan Teknik Mesin



Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1030400405

Ir.Drs. Eko Edy Susanto.,MT  
NIP.1957032211982111001



INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**  
**FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN**  
**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK**

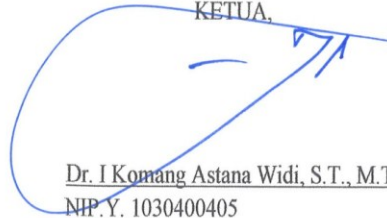
Kampus I : JL. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 55141 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65141  
Kampus II : JL. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

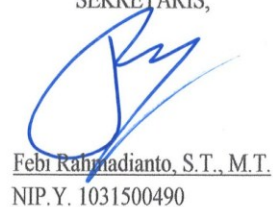
Nama : Andy Y Tung Selly  
NIM : 1811911  
Jurusan : Teknik Mesin S-1  
Judul : PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS  
SAMBUNGAN LAS PADA FRICTION WELDING  
ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052 DAN SERI 6061.  
Dipertahankan di hadapan Tim Ujian Skripsi Jenjang Program Strata Satu (S-1)  
Pada Hari : Rabu  
Tanggal : 29 Januari 2020  
Dengan Nilai : 80,13 (A)

**PANITIA MAJELIS PENGUJI SKRIPSI**

KETUA,

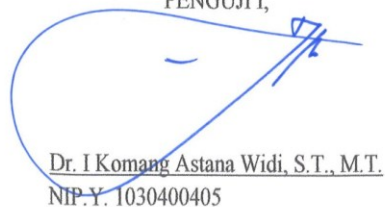
  
Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1030400405

SEKRETARIS,

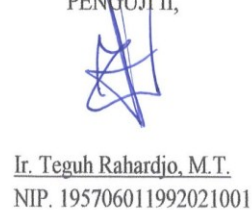
  
Febi Rahmadianto, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1031500490

**ANGGOTA**

PENGUJI I,

  
Dr. I Komang Astana Widi, S.T., M.T.  
NIP.Y. 1030400405

PENGUJI II,

  
Ir. Teguh Rahardjo, M.T.  
NIP. 195706011992021001

iii



## KATA PENGANTAR

Segala Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa yang telah melimpahkan segala rahmatNya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal dengan judul PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS PADA FRICTION WELDING ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052 DAN SERI 6061” guna memenuhi sebagian persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik Mesin pada Institut Teknologi Nasional Malang.

Penulis menyadari kelemahan serta keterbatasan yang ada sehingga dalam menyelesaikan proposal ini memperoleh bantuan dari berbagai pihak, dalam kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada :

1. Bapak Dr. I Komang Astana Widi, ST., MT. selaku ketua jurusan Teknik Mesin.
2. Bapak Ir.Drs.Eko Edy Susanto, MT selaku dosen pembimbing.
3. Seluruh Dosen Jurusan jurusan Teknik Mesin SI

Penulis menyadari bahwa proposal ini masih banyak kekurangan baik isi maupun susunannya. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat tidak hanya bagi penulis juga bagi para pembaca.

Malang,

Penulis

**PENGARUH PENDINGINAN TERHADAP KUALITAS SAMBUNGAN LAS  
PADA *FRICITION WELDING* ALUMINIUM SERI 1100, SERI 5052 DAN SERI  
6061**

Andy Yosafat Tung Selly; 1811911; INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL  
MALANG(ITN); Tahun Ajaran 2020

**ABSTRAK**

Teknologi las gesek ( *friction welding* ) merupakan salah satu metoda proses pengelasan jenis solid state welding dimana sumber panas ditimbulkan oleh dua logam yang bergesekan. Dengan mengkombinasikan panas dan tekanan tempa maka dua buah logam akan tersambung dengan baik.. pengelasan untuk benda pejal sangat sulit untuk dilakukan. Dilakukan penelitian terhadap 3 seri aluminium dengan 3 pendinginan yaitu seri 1100,5052,6061 dengan pendingin oli, air, dan udara dilakukan pengelasan dengan waktu 50 detik, penekanan 1 bar, putaran mesin rpm 2000. Hasil pengujian yang dilakukan terhadap hasil lasan antara lain pengujian tarik, pengujian kekerasan dan mikro struktur, Pada pengujian Pendingin Air, Oli dan udara berpengaruh terhadap hasil kekuatan tarik sambungan *friction welding* pada aluminium seri 110, seri 5052 dengan seri 6061. Hasil pengujian tarik tertinggi diperoleh dari pendingin udara pada seri 5052 dengan nilai rata-rata 118,023 N/mm<sup>2</sup>. Sementara hasil pengujian tarik terendah diperoleh dari pendingin air seri 1100 dengan nilai rata-rata 27,50 N/mm<sup>2</sup>. Variasi Pendingin Air, Oli dan Udara sangat berpengaruh terhadap kekerasan hasil sambungan *friction welding* pada aluminium seri 1100, seri 5052 dengan seri 6061. Dari hasil pengujian kekerasan yang dilakukan pendingin air aluminium seri 1100 memperoleh nilai rata-rata kekerasan sebesar 149,03 HV, pendingin oli sebesar 147,53 HV dan Pendingin Udara 141,3 HV. Mengalami peningkatan kekerasan bila dibandingkan dengan raw material dengan nilai kekerasan sebesar 167 HV. Pada hasil struktur mikro sambungan *friction welding* pada aluminium seri 1100, seri 5052 dan 6061 untuk pendingin air timbul banyak *crack* (retak) diakibatkan karena laju pendinginan cepat, sedangkan pada pendinginan udara mengalami deformasi yang diakibatkan oleh ekspansi (pembesaran) yang tidak uniform (seragam) dari logam selama pemanasan atau pendinginan dan pada pendinginan oli mengalami porositas disebabkan karena gas hydrogen dari hasil pengelesan yang tidak dapat didorong keluar dan membeku pada proses pendinginan.

**Kata Kunci : Aluminium ,Friction welding, Kualitas Pengelasan, Pendinginan**

**THE EFFECT OF COOLING ON WELDING QUALITY OF ALUMINUM  
FRICTION SERIES 1100, SERIES 5052 AND SERIES 6061**

Andy Yosafat Tung Selly; 1811911;

**ABSTRACT**

*Friction welding technology is a type of solid state welding method in which a heat source is produced by two metals rubbed together. By combining heat and pressure, the two metals will connect correctly. conducted research on 3 aluminum series with 3 coolers, 1100.5052.6060 series with oil, water and air cooling in 50 seconds welding duration, 1 bar pressure, 2,000 rpm engine speed. The results of tests carried out on the welding results include tensile testing, hardness testing and microstructure, on the test results, cooling (water, oil and air) affects the tensile strength results of the friction welding joints in series 110, series 5052 with series 6061. The highest tensile test results were obtained from air coolers in the 5052 series with an average value of 118.023 N / mm<sup>2</sup>. While the lowest tensile test results were obtained from 1100 series water coolers with an average value of 27.50 N / mm<sup>2</sup>. Variations in Water, Oil and Air Conditioning greatly affect the hardness of friction weld joints in the 1100 aluminum series, 5052 series with 6061 series. , 53 HV and 141.3 HV Air Conditioning. Hardness increases when compared to raw materials with a hardness value of 167 HV. In the welding joints of the 1100 series aluminum microstructure, series 5052 and 6061 for water coolers many cracks arise due to rapid cooling rates, whereas air coolers undergo deformation caused by non-uniform expansion (expansion) of metals during heating or cooling and oil cooling. because it becomes porosity due to hydrogen gas from fusion which cannot be pushed out and freezes during the cooling process.*

**Keywords:** *Aluminum, friction welding, welding quality, cooling*

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN .....</b>	<b>i</b>
<b>BERITA ACARA .....</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK INDONESIA.....</b>	<b>iii</b>
<b>ABSTRAK INGGRIS .....</b>	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>v</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN .....</b>	<b>vi</b>
<b>LEMBAR REKAPAN BIMBINGAN SKRIPSI .....</b>	<b>vii</b>
<b>LEMBAR NILAI BIMBINGAN SKRIPSI.....</b>	<b>viii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>ix</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xi</b>
<b>DAFTAR TABEL.....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR GRAFIK .....</b>	<b>xiv</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Permasalahan .....	2
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan .....	3



1.5.	Manfaat .....	3
1.6.	Metode Pengambilan Data .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>		<b>5</b>
2.1.	Pengelasan .....	5
2.2.	Queching .....	24
2.3.	Pengujian Kekerasan.....	27
2.4.	Pengujian Tarik .....	29
2.5.	Pengujian Mikro .....	33
2.6.	Aluminium .....	35
<b>BAB III METODOLOGI PENELITIAN .....</b>		<b>45</b>
3.1.	Diagram Alir .....	46
3.2.	Bahan .....	46
3.3.	Alat Penelitia .....	46
3.4.	Penelitian .....	46
3.5.	Jadwal Penelitian .....	47
3.6.	Langkah-Langkah Penelitian .....	47
<b>BAB IV PEMBAHASAN .....</b>		<b>52</b>
4.1.	Pengelasan Friction .....	52
4.2.	pembentukan spesimen .....	53
4.3.	Analisa Data .....	55
4.4.	Uji Kekerasan .....	71
4.5.	Uji Mikro .....	76

4.6. Pembahasan	.....	80
<b>BAB V PENUTUP</b>	<b>.....</b>	<b>83</b>
5.1. Kesimpulan	.....	83
5.2. Saran	.....	85
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>.....</b>	<b>86</b>
<b>LAMPIRAN</b>		

## DAFTAR GAMBAR

2.1.	Bentuk padat dan cair logam .....	7
2.2.	Posisi atom dalam keadaan padat.....	7
2.3.	pengaruh kenaikan temperature terhadap atom.....	8
2.4.	atom menyusun .....	8
2.5.	matensit .....	9
2.6.	perlakuan tempering.....	10
2.7.	kurva pendinginan logam murni .....	12
2.8.	siklus termal las.....	14
2.9.	diagram cct.....	16
2.10.	klasifikasi pengelasan.....	18
2.11.	daerah logam lasan.....	19
2.12.	hubungan diagram fasa dan pengelasan.....	20
2.13.	friction welding .....	20
2.14.	proses friction welding.....	22

2.15.	prototype mesin friction welding .....	23
2.16.	prototype mesin friction welding .....	23
2.17.	prototype mesin friction welding .....	24
2.18.	friction welding .....	23
2.19.	pendinginan oli udara air.....	26
2.20.	grafik pendinginan oli dan air .....	26
2.21.	grafik pendinginan udara.....	26
2.22.	pengujian kekerasan .....	27
2.23.	kurva tegangan-regangan .....	29
2.24.	kurva tegangan-regangan .....	31
2.25.	struktur mikro.....	34
2.26.	pengujian mikro .....	35
3.1.	Diagram alir penelitian.....	45

3.2.	Penampang Spesimen.....	48
3.3.	Proses Pengelasan .....	49
3.4.	Proses Pendinginan .....	49
3.5.	Proses pembuatan spesimen uji tarik .....	50
3.6.	Jejak yang ditinggalkan indentor .....	50
3.7.	Penampang uji kekerasan.....	51
3.8.	Proses pengujian mikro .....	51
4.1.	Proses pengelasan dan pendinginan .....	52
4.2.	mesin bubut .....	53
4.3.	Bentuk spesimen dan uji tarik.....	54
4.4.	Bentuk spesimen dan uji tarik.....	54
4.5.	mesin uji tarik .....	54
4.6.	penampang uji kekerasan.....	71

4.7.	Struktur mikro raw material AA1100 .....	76
4.8.	Struktur mikro raw material AA5250 .....	76
4.9.	Struktur mikro raw material AA6061 .....	76
4.10.	Pemotongan dan pengamatan mikro .....	77
4.11.	Struktur mikro Pendinginan oli AA1100 .....	77
4.12.	Struktur mikro Pendinginan air AA1100 .....	77
4.13.	Struktur mikro Pendinginan udara AA1100 .....	78
4.14.	Pemotongan dan pengamatan mikro .....	78
4.15.	Struktur mikro Pendinginan oli AA5052 .....	78
4.16.	Struktur mikro Pendinginan udara AA5052 .....	79
4.17.	Struktur mikro Pendinginan air AA5052 .....	79
4.18.	Pemotongan dan pengamatan mikro .....	79
4.19.	Struktur mikro Pendinginan oli AA6061 .....	80

4.20.	Struktur mikro Pendinginan air AA6061 .....	80
4.21.	Struktur mikro Pendinginan udara AA6061 .....	80

## DAFTAR TABEL

2.1.	Tabel hardnes scales.....	28
2.2.	Tabel perbandingan massa jenis AL .....	38
2.3.	Tabel Aluminium tempa paduan.....	39
2.4.	Tabel Aluminium Cast.....	39
2.5.	Tabel Sifat Aluminium.....	40
2.6.	Tabel sifat mekanik Aluminium.....	41
2.7.	Tabel kode pada Aluminium.....	43
2.8.	Tabel komposisi Aluminium.....	44
3.1.	Tabel jadwal penelitian .....	47
4.1.	Tabel sifat mekanis pengujian spesimen.....	71
4.2.	Nilai kekerasan raw material.....	72
4.3.	Nilai kekerasan seri 1100.....	72
4.4.	Nilai kekerasan seri 5052.....	73
4.5.	Nilai kekerasan seri 6061 .....	74



## DAFTAR GRAFIK

4.1.	uji tarik AA5052 pendingin oli .....	55
4.2.	uji tarik AA6061 pendingin oli .....	56
4.3.	uji tarik AA1100 pendingin oli .....	58
4.4.	uji tarik AA5052 pendingin air .....	59
4.5.	uji tarik AA6061 pendingin air .....	60
4.6.	uji tarik AA1100 pendingin air .....	62
4.7.	uji tarik AA5052 pendingin udara.....	63
4.8.	uji tarik AA6061 pendingin udara.....	64
4.9.	uji tarik AA1100 pendingin udara.....	66
4.10.	perbandingan uji tarik AA5052.....	67
4.11.	perbandingan uji tarik AA6061 .....	68
4.12.	perbandingan uji tarik AA1100.....	68
4.13.	perbandingan uji tarik rata-rata AA5052.....	69
4.14.	perbandingan uji tarik rata-rata AA6061.....	69
4.15.	perbandingan uji tarik rata-rata AA1100.....	70
4.16.	perbandingan kekerasan AA5052 .....	74
4.17.	perbandingan kekerasan AA6061 .....	75
4.18.	perbandingan kekerasan AA1100 .....	75