

**PENGARUH VARIASI WAKTU TAHAN PADA *SPOT*
WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003
TERHADAP UJI TARIK DAN METALOGRAFI**

SKRIPSI

Diajukan Sebagai Salah satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Jenjang Strata Satu (S1)
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo



JEFFRY LUMESTON FIRMANSYAH HAMONANGAN
18511252

**PROGRAM STUDI S-1 TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PONOROGO
(2025)**

HALAMAN PENGESAHAN

Nama : Jeffry Lumeston Firmansyah Hamonangan
NIM : 18511252
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Waktu Tahan Pada *Spot Welding*
Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003
Terhadap Uji Tarik dan Metalografi

Isi dan format telah disetujui dan dinyatakan memenuhi syarat
Untuk melengkapi persyaratan guna memperoleh Gelar Sarjana
Pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Ponorogo

Ponorogo, 30 Juli 2025

Menyetujui,

Ir. Fadelan, M. T.

NIK. 19610509 199009 12
(Dosen Pembimbing Utama)



Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK.19860803 201909 13
(Dosen Pembimbing Pendamping)



Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edy Kurniawan, S.T., M.T.
NIK.19771026 200810 12



Yoyok Winardi, S.T., M.T.
NIK.19860803 201909 13

PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Jeffry Lumeston Firmansyah Hamonangan

NIM : 18511252

Program Studi : Teknik Mesin

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul : “Pengaruh Variasi Waktu Tahan Pada *Spot Welding* Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003 Terhadap Uji Tarik dan Metalografi ” bahwa berdasarkan hasil penelusuran berbagai karya ilmiah, gagasan dan masalah ilmiah yang saya rancang dan teliti di dalam naskah skripsi ini adalah asli dari pemikiran saya sendiri, tidak terdapat karya atau pendapat yang ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata didalam naskah skripsi ini terdapat unsur plagiarisme, saya bersedia ijazah saya dibatalkan, serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini dibuat dengan sesungguhnya dan dengan sebenar-benarnya.

Ponorogo, 30 Juli 2025

Mahasiswa



Jeffry Lumeston Firmansyah H.
NIM. 18511252

HALAMAN BERITA ACARA UJIAN

Nama : Jeffry Lumeston Firmansyah Hamonangan
NIM : 18511252
Program Studi : Teknik Mesin
Fakultas : Teknik
Judul Skripsi : Pengaruh Variasi Waktu Tahan Pada *Spot Welding*
Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003
Terhadap Uji Tarik dan Metalografi

Telah diuji dan dipertahankan dihadapan

Dosen Penguji tugas akhir jenjang Strata Satu (S1) pada:

Hari : Jumat

Tanggal : 18 Juli 2025

Dosen Penguji,

Ir. Fadelan, M. T. (Ketua Penguji)

NIK. 19610509 199009 12

Rizal Arifin, S.Si., M.Si., Ph.D.

NIK.19870920 201204 12

(Anggota Penguji I)

Wawan Trisnadi Putra, S.T., M.T.

NIK.19800220 202109 12

(Anggota Penguji II)

Mengetahui,

Dekan Fakultas Teknik

Ketua Program Studi Teknik Mesin



Edy Kurniawan, S.T., M.T.

NIK.19771026 200810 12

Yoyok Winardi, S.T., M.T.

NIK.19860803 201909 13

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : JEFFRY LUMESTON FIRMANSYAH H.
 NIM : 18511252
 Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI WAKTU TAHAN PADA SPOT
 WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DINI 9003
 Dosen Pembimbing I : Ir. Fadlan, M. T

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	17/01 2023	Konsultasi Bab I	Review jurnal Terdahulu	
2	29/03 2023	Konsultasi Bab I	Cari parameter jurnal Terdahulu	
3	22/08 2023	Konsultasi Bab II	Review Dasar Teori	
4	6/9 2023	Konsultasi Bab II	Review Rumus π yang akan di buat.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	15/01 2024	Konsultasi Bab <u>II</u>	Review Material Uji dan metode	
6	13/02 2024	Konsultasi Bab <u>III</u>	Review Tabel Uji.	
7	20/2 2024	Konsultasi Bab <u>III</u>	Review yang berkaitan dengan hasil pembahasan.	
8	1/24. 10	Bab <u>I, II, III</u> .	Ass. Semprol.	
9	12/2 2025	Konsultasi Bab <u>IV</u>	Pembahasan, mengenai antara Teori dan hasil.	
10	20/2 2025	Review Penulisan Bab <u>IV</u>	Bab <u>IV</u> secara keseluruhan antara dari uji taidi dan mikro saling melengkapi	

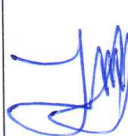
No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	27/2 2025	Review hasil Data Uji Tarik		
12	5/3 2025	Review Rumus dan Pengelompokan data Uji Tarik		
13	19/3 2025	Review hasil Uji Macro		
14	29/3 2025	Tambahan Pengamatan pada Uji Macro		
15	9/4 2025	Tambahan Luasan Nugget Las pada Uji Macro		
16	14/3 2025	Review hasil data Uji Mikro structure	Ace Sidang	

BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI

Nama : JEFFRY LUMESTON FIRMANSYAH H.
 NIM : 185 11252
 Judul Skripsi : PENGARUH VARIASI WAKTU TAHAN PADA
 SPOT WELDING MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN PIN 14.003
 Dosen Pembimbing II : YOYOK WINARDI, S.T., M.T

PROSES PEMBIMBINGAN

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
1	15/1 2024	Konsultasi Bab I	Review jurnal-jurnal yang berkaitan dengan skripsi	
2	12/2 2024	Konsultasi Bab I	Menambah review jurnal mengenai keuntungan las titik	
3	16/2 2024	Konsultasi Bab II	Menambah jurnal tentang penelitian spot welding dengan parameter berbeda	
4	26/2 2024	Konsultasi Bab II	Review abstrak tentang jurnal-jurnal spot welding yang berkaitan dengan variasi waktu tahan.	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
5	11/5 2024	Konsultasi Bab I	Review penulisan Tabel	
6	14/5 2024	Konsultasi Bab II	Review penulisan tentang Nomer / bullets.	
7	20/7 2024	Konsultasi Bab III	Review Metode dan parameter penelitian	
8	9/9 2024	Konsultasi Bab III	Penambahan unsur kimia pada material uji.	
9	15/1 2025	Konsultasi Bab IV	Review pengujian hasil Macro Sectional Test	
10	20/1 2025	Konsultasi Bab IV	Review - Pengujian hasil Micro Structure	

No	Tanggal	Materi Yang Dikonsultasikan	Saran Pembimbing / Hasil	Tanda Tangan
11	3/2 2025	Konsultasi Bab IV	Detail Hasil Foto Micro & Macro structure	
12	15/2 2025	Konsultasi Bab IV	Review Data hasil Uji Tarik Geser	
13	28/4 2025	Konsultasi Bab V	Review Detail olah Data Uji Tarik Geser	
14	18/5 2025	Konsultasi Bab V	Detail dan Korelasi Bukti Pendukung Data Hasil Uji	
15	16/6 2025	Konsultasi Bab V	Review Penulisan	
16	19/6 2025	Konsultasi Bab V	Acc Sidang	

MOTTO

**“Tetaplah hidup dengan tawa dan cinta walaupun kesulitan tiada kira,
karena di balik kesulitan hari ini pasti ada kesulitan yang lebih sulit”**



HALAMAN PERSEMBAHAN

Pertama-tama saya mengucapkan puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan kekuatan, serta kesabaran serta tuntunan dalam menyelesaikan tugas akhir. Tidak lupa saya persembahkan tugas akhir ini kepada :

1. Bapak dan Ibu yang telah merawat dan mendidik penulis dari lahir sampai saat ini serta atas nafkah yang selama ini Ia berikan sehingga penulis dapat tumbuh dan berkarya seperti sekarang ini, semoga suatu saat nanti saya juga bisa membahagiakan orang tua saya Aamiin.
2. Bapak Dosen, saya mengucapkan banyak terimakasih atas bimbingan dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semoga kebaikan bapak ibu dosen akan dibalas oleh Allah SWT.
3. Saudara-saudara yang telah memberikan saya semangat agar terus berusaha dan berjuang memberikan yang terbaik untuk keluarga.
4. Teman-teman yang telah membantu saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini, semangat dan kerja keras kita selama ini semoga memberikan hasil yang baik.

Akhir kata, saya ucapkan terimakasih atas semua dukungan yang telah diberikan kepada saya.

PENGARUH VARIASI WAKTU TAHAN PADA *SPOT WELDING*
MATERIAL BEDA JENIS SUS 301 DAN DIN 1.4003
TERHADAP UJI TARIK DAN METALOGRAFI

Jeffry Lumeston Firmansyah Hamonangan

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Ponorogo

e-mail : jeffrylumeston23@gmail.com

Abstrak

Material baja tahan karat (*stainless steel*) merupakan material yang tahan terhadap korosi dan material yang kuat. Material ini sering digunakan pada Perusahaan manufaktur khususnya dalam pembuatan *carbody* kereta api. Dalam *carbody* kereta api biasanya menggunakan material baja tahan karat SUS 301 dan DIN 1.4003. Pada penelitian ini menggunakan material SUS 301 tebal 1,5 mm dan DIN 1.4003 tebal 2 mm. Proses penyambungan menggunakan metode *spot welding* dengan parameter besar arus 10,5 kA dan variasi waktu tahan 0,30 detik, 0,35 detik, 0,40 detik, 0,45 detik dan 0,50 detik. Pengujian pada penelitian ini berupa Uji Tarik Geser, *Macro Sectional Test* dan *Micro Structure*. Hasil dari uji tarik geser tertinggi terdapat pada variasi 0,50 detik dengan nilai rata-rata sebesar 14252,84 N/mm². Hasil pengamatan uji *Macro Sectional Test* terlihat sambungan las antar muka baik, tidak terdapat *porous* las dan tidak ada cacat las. Diameter *nugget* paling besar terdapat pada variasi waktu 0,50 detik dengan besar Ø8,41 mm dan tebal lasan 2,86 mm. Hasil pengamatan *Micro Structure* leburan logam paling baik terdapat pada variasi waktu 0,50 detik terlihat garis fasa *ferrite* dan *pearlite* sangat samar dan mengecil.

Kata kunci : *stainless steel*, *spot welding*, Uji Tarik Geser, *Macro Sectional Test*, *Micro Structur*.

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Wr. Wb.

Puji dan Syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat hidayah dan karunia-Nya pada penulis sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi dengan judul “Pengaruh Variasi Waktu Tahan Proses *Spot Welding* Material Beda Jenis SUS 301 dan DIN 1.4003 Terhadap Uji Tarik dan Metalografi” dengan baik.

Dengan segala kerendahan hati, penulis mengucapkan terima kasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah banyak membantu dalam penulisan skripsi ini, terutama kepada :

1. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku Kepala Program Studi Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
2. Bapak Ir. Fadelan, M.T. selaku dosen pembimbing utama dalam penelitian ini.
3. Bapak Yoyok Winardi, S.T., M.T. selaku dosen pendamping dalam penelitian ini.
4. Bapak dan Ibu Dosen/Staf pengajar Fakultas Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo.
5. Bapak – bapak karyawan PT INKA (Persero) yang telah membantu dan membimbing dalam penelitian ini.
6. Rekan – rekan mahasiswa Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Ponorogo yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penelitian ini masih banyak kekurangan dan untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulisan skripsi ini dapat lebih baik. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua pihak demi perkembangan dan kemajuan akademik kedepannya.

Ponorogo, 30 Juli 2025

Mahasiswa,



Jeffry Lumeston Firmansyah Hamonangan

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI.....	iii
HALAMAN BERITA ACARA UJIAN.....	iv
BERITA ACARA BIMBINGAN SKRIPSI.....	v
MOTTO	xi
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	xii
ABSTRAK.....	xiii
KATA PENGANTAR.....	xiv
DAFTAR ISI.....	xv
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR TABEL.....	xx
DAFTAR LAMPIRAN.....	xxi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Batasan Masalah.....	4
1.5. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Penelitian Terdahulu.....	5
2.2. Dasar Teori.....	7
2.2.1. Las Titik (<i>spot welding</i>).....	7
2.2.2. Ketentuan Las Titik.....	8
2.2.3. Dasar Las Titik.....	9
2.2.4. Arus Listrik Las (<i>current welding</i>).....	9
2.2.5. Tahanan Listrik (<i>Resistance</i>).....	10
2.3..Waktu Pengelasan (<i>welding time</i>).....	11
2.4..Proses Penekanan pada Elektroda.....	13
2.4.1. Fungsi Elektroda.....	13

2.4.2.	Komposisi Material Elektroda.....	13
2.5.	Baja Tahan Karat (<i>Stainless Steel</i>).....	14
2.6.	Pengujian Spesimen.....	15
2.6.1.	Uji <i>Metalografi Macro Sectional</i> dan <i>Micro Structure</i> ..	15
2.6.2.	Uji Tarik Geser.....	17
BAB 3	METODE PENELITIAN.....	19
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian.....	19
3.2.	Studi Literatur dan Survei Lapangan.....	19
3.3.	Alat dan Bahan.....	19
3.3.1.	Alat Penelitian.....	19
3.3.2.	Bahan Penelitian.....	22
3.4.	Spesimen.....	25
3.4.1.	Pembuatan Spesimen.....	25
3.4.2.	Proses Pembuatan Spesimen Uji.....	26
3.5.	Pengujian Spesimen.....	28
3.5.1.	Pengujian <i>Macro Sectional Test</i>	28
3.5.2.	Pengujian Tarik.....	29
3.6.	Pengambilan Data.....	30
3.6.1.	Data Hasil Pengujian Tarik.....	30
3.6.2.	Data Hasil Uji <i>Macro Sectional Test</i>	31
3.7.	Diagram Alir.....	32
BAB 4	HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1.	Spesimen dan Parameter.....	33
4.2.	Analisa Masukan Panas (<i>Heat Input</i>).....	34
4.3.	Pembahasan Hasil Penelitian.....	36
4.3.1.	Pembahasan Uji Tarik (<i>Tensile Shear Test</i>).....	36
4.3.2.	<i>Macro Sectional Test</i>	43
4.3.3.	<i>Micro Structure</i>	47
4.4.	Pembahasan Menyeluruh.....	54
BAB 5	KESIMPULAN DAN SARAN.....	58
5.1.	Kesimpulan.....	58

5.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	61



DAFTAR GAMBAR

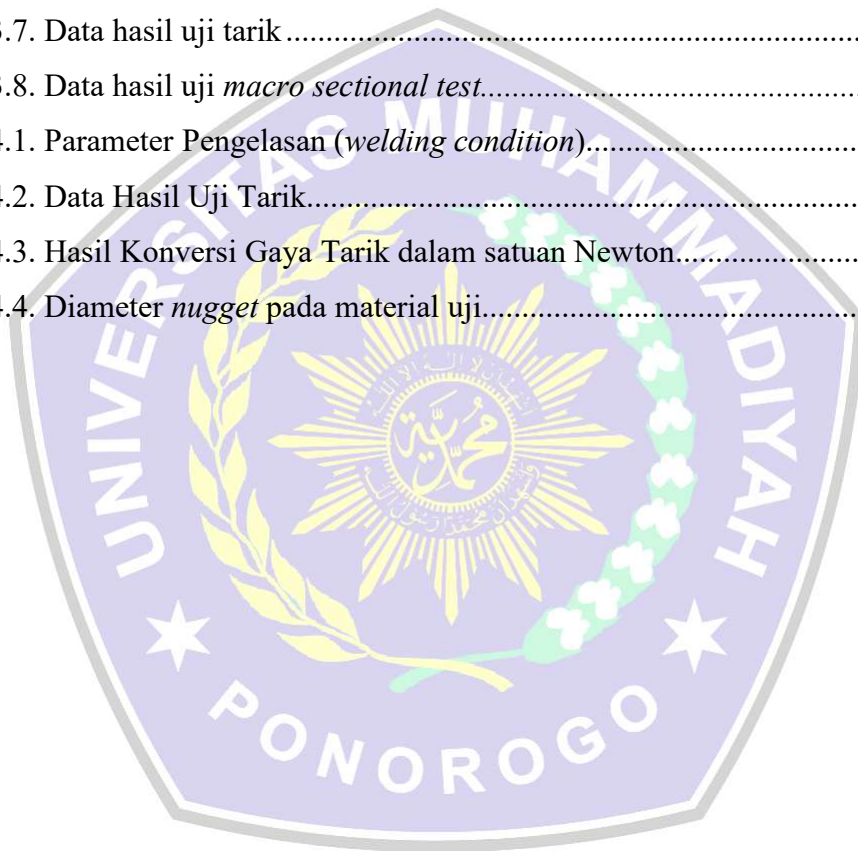
Gambar 2.1. Las Resistensi Listrik.....	7
Gambar 2.2. Jensi Sambungan Tumpang.....	8
Gambar 2.3. Resistensi Pada <i>Spot Welding</i>	10
Gambar 2.4. <i>Welding Process and Welding Time</i>	11
Gambar 2.5. Penetrasi Dalam <i>Macro Sectional Test</i>	16
Gambar 2.6. Uji Tarik Spesimen Sambungan Tumpang.....	17
Gambar 2.7. Dimensi Spesimen Uji Tarik.....	18
Gambar 3.1. Mesin <i>Spot Welding</i>	19
Gambar 3.2. Mikroskop Uji Metalurgi Struktur Mikro.....	21
Gambar 3.3. <i>Torsee Universal Testing Machine</i>	21
Gambar 3.4. Dimensi Spesimen.....	24
Gambar 3.5. Dimensi Spesimen Uji Sesuai Standart JRS.....	25
Gambar 3.6. Diagram Pembuatan Spesimen.....	26
Gambar 3.7. <i>Macro Sectional Test</i>	29
Gambar 3.8. Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 4.1. Material Spesimen Uji.....	33
Gambar 4.2. Sampel Hasil <i>Spot Weld</i>	33
Gambar 4.3. Spesimen Uji Tarik.....	36
Gambar 4.4. Hasil Spesimen Pengujian Tarik Geser.....	39
Gambar 4.5. Grafik Tegangan Tarik Geser.....	42
Gambar 4.6. Grafik Paduan Tegangan Tarik dan Diameter <i>Nugget</i>	42
Gambar 4.7. Spesimen Uji Setelah direndam Cairan Etsa.....	43
Gambar 4.8. Hasil Uji Macro Variasi Waktu 0,30 detik.....	44
Gambar 4.9. Hasil Uji Macro Variasi Waktu 0,35 detik.....	44
Gambar 4.10 Hasil Uji Macro Variasi Waktu 0,40 detik.....	44
Gambar 4.11 Hasil Uji Macro Variasi Waktu 0,45 detik.....	44
Gambar 4.12. Hasil Uji Macro Variasi Waktu 0,50 detik.....	44
Gambar 4.13 Foto Sobekan Material Uji Tarik.....	45
Gambar 4.14. Grafik Hasil Uji Diameter dan Tebal <i>Nugget</i>	46
Gambar 4.15. Grafik Nilai Masukan Panas dan Diameter Las.....	46

Gambar 4.16. Struktur Mikro Logam.....	48
Gambar 4.17. Hasil Struktur Mikro Variasi 0,30 detik.....	49
Gambar 4.18. Hasil Struktur Mikro Variasi 0,35 detik.....	50
Gambar 4.19. Hasil Struktur Mikro Variasi 0,40 detik.....	51
Gambar 4.20. Hasil Struktur Mikro Variasi 0,45 detik.....	52
Gambar 4.21. Hasil Struktur Mikro Variasi 0,50 detik.....	53



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Komposisi Material Elektroda.....	13
Tabel 3.1. Spesifikasi <i>Stationary spot welding machine</i>	20
Tabel 3.2. Komposisi Unsur Kimia SUS 301.....	22
Tabel 3.3. <i>Mechanical Properties</i> SUS 301.....	23
Tabel 3.4. Komposisi Unsur Kimia DIN 1.4003.....	23
Tabel 3.5. <i>Mechanical Properties</i> DIN 1.4003.....	24
Tabel 3.6. Parameter Pengelasan (<i>welding condition</i>).....	27
Tabel 3.7. Data hasil uji tarik	30
Tabel 3.8. Data hasil uji <i>macro sectional test</i>	31
Tabel 4.1. Parameter Pengelasan (<i>welding condition</i>).....	34
Tabel 4.2. Data Hasil Uji Tarik.....	37
Tabel 4.3. Hasil Konversi Gaya Tarik dalam satuan Newton.....	39
Tabel 4.4. Diameter <i>nugget</i> pada material uji.....	40



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. <i>Portable Spot Welding Machine</i>	65
Lampiran 2. Remot Pengaturan Mesin <i>Spot Welding</i>	66
Lampiran 3. <i>Gap Shear Machine</i>	67
Lampiran 4. Sampel Spesimen.....	68
Lampiran 5. <i>Japanese Railways Standart (JRS)</i>	69
Lampiran 6. Elektroda Spot Ø16 R75.....	70
Lampiran 7. Data <i>Sheet</i> SUS 301.....	71
Lampiran 8. Data <i>Sheet</i> DIN 1.4003.....	74
Lampiran 9. Foto Spesimen Hasil Uji Tarik.....	77
Lampiran 10. Foto Cairan Etsa yang digunakan.....	78
Lampiran 11. Foto Rendaman Cairan Etsa.....	79
Lampiran 12. Foto Cor Resin Spesimen Uji.....	80

