

TUGAS AKHIR

ANALISA PENGARUH VARIASI *FLUX* SERBUK ACM DENGAN *FLUX* SERBUK HARRIS SERTA MODIFIKASI CELAH SEBESAR 1 MM DAN 2 MM PADA LAS MIG ARC *BRAZING-FUSION WELDING* UNTUK TIPE SAMBUNGAN *DOUBLE BUTT LAP JOINT* TERHADAP ALUMINIUM 5352 MENGGUNAKAN *FILLER NON FLUX 5356*



Disusun sebagai syarat menyelesaikan Studi Strata Satu pada
Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Disusun Oleh:

MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA

D200.160.125

PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA

2021

PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya menyatakan dengan sesungguhnya bahwa tugas akhir dengan judul **“ANALISA PENGARUH VARIASI *FLUX* SERBUK ACM DENGAN *FLUX* SERBUK HARRIS SERTA MODIFIKASI CELAH SEBESAR 1 MM DAN 2 MM PADA LAS MIG ARC BRAZING-FUSION WELDING UNTUK TIPE SAMBUNGAN *DOUBLE BUTT LAP JOINT* TERHADAP ALUMINIUM 5352 MENGGUNAKAN *FILLER NON FLUX 5356*”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh yang saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang telah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di lingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya catumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 11 Agustus 2021

Yang Menyatakan,



Maulana Bagus Candra Pratama

HALAMAN PERSETUJUAN

Tugas akhir “ANALISA PENGARUH VARIASI *FLUX* SERBUK ACM DENGAN *FLUX* SERBUK HARRIS SERTA MODIFIKASI CELAH SEBESAR 1 MM DAN 2 MM PADA LAS *MIG ARC BRAZING-FUSION WELDING* UNTUK TIPE SAMBUNGAN *DOUBLE BUTT LAP JOINT* TERHADAP ALUMINIUM 5352 MENGGUNAKAN *FILLER NON FLUX 5356*” telah disetujui oleh pembimbing tugas akhir untuk dipertahankan didepan dewan penguji sebagai syarat untuk memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA

NIM : D200160125

Disetujui pada :

Hari : Rabu

Tanggal : 11 Agustus 2021

Pembimbing Tugas Akhir



Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng, Ph.D




HALAMAN PENGESAHAN

Tugas akhir berjudul “ANALISA PENGARUH VARIASI *FLUX* SERBUK ACM DENGAN *FLUX* SERBUK HARRIS SERTA MODIFIKASI CELAH SEBESAR 1 MM DAN 2 MM PADA LAS MIG ARC BRAZING-FUSION WELDING UNTUK TIPE SAMBUNGAN *DOUBLE BUTT LAP JOINT* TERHADAP ALUMINIUM 5352 MENGGUNAKAN *FILLER NON FLUX 5356*” telah dipertahankan dihadapan Dewan Penguji dan dinyatakan sah untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana strata satu pada Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA
NIM : D200160125

Disah pada :
Hari : Senin
Tanggal : 06 September 2021

Dewan Penguji :
Ketua : Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng, Ph.D. 
Anggota 1 : Amin Sulistyanto, S.T., M.T. 
Anggota 2 : Ir. Wijianto, S.T., M.Eng.Sc 

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng, Ph.D.

MOTTO

“ Barang siapa menempuh jalan untuk mendapatkan ilmu, Allah akan memudahkan baginya jalan menuju surga ”.

(HR. Muslim)

“ Allah akan meninggikan derajat orang-orang yang beriman diantaramu dan orang-orang yang berilmu pengetahuan ”.

(Q.S. Al-Mujadalah : 11)

“ Dan bersabarlah. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar ”.

(Q.S. Al-Anfaal : 46)

“ Barang siapa yang mengerjakan kebaikan sekecil apapun, niscaya dia akan melihat (balasan) Nya ”.

(Q.S Al-Zalzalah : 7)



UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
FAKULTAS TEKNIK
PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jl. A.Yani, Pabelan, Kartasura, Tromol Pos I Telp. (0271) 717417 ext. 222

LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR

Berdasarkan Surat Keputusan Rektor Universitas Muhammadiyah Surakarta Nomor 129/II/2020 Tanggal 10 September 2020 tentang Pembimbing Tugas Akhir dengan ini :

Nama : Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D

Pangkat/Jabatan : Lektor Kepala

Kedudukan : Pembimbing Tugas Akhir

Memberikan Soal Tugas Akhir kepada mahasiswa :

Nama : Maulana Bagus Candra Pratama

Nomor Induk : D200160125

Jurusan/Semester : Teknik Mesin / Akhir

Judul/Topik : Analisa Pengaruh Variasi *Flux* Serbuk ACM dengan *Flux* Serbuk Harris Serta Modifikasi Celah Sebesar 1 mm dan 2 mm Pada Las *MIG Arc Brazing-Fusion Welding* untuk Tipe Sambungan *Double Butt Lap Joint* Terhadap Aluminium 5352 Menggunakan *Filler Non Flux* 5356.

Rincian Soal/Tugas: Melakukan Penelitian Terhadap Pengaruh Variasi *Flux* Serta Variasi Celah pada Las *MIG Arc Brazing-Fusion Welding* untuk Tipe Sambungan *Double Butt Lap Joint* Terhadap Aluminium 5352 Menggunakan *Filler Non Flux* 5356.

Demikian Soal Tugas Akhir ini dibuat untuk dapat dilaksanakan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 11 Agustus 2021

Pembimbing

Keeterangan:

Dibuat rangkap 3 (tiga)

1. Untuk KAJUR (Koordinator TA)
2. Untuk Pembimbing Tugas Akhir
3. Untuk Mahasiswa

Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng, Ph.D.

PERSEMBAHAN

Sebagai ungkapan rasa syukur dan terimakasih, dengan kerendahan hati Tugas Akhir ini persembahkan kepada :

1. Kedua orang tua tercinta yang telah mencurahkan kasih sayang, cinta, tenaga, dukungan dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda. Hanya do'a dan ucapan terimakasih yang bisa ananda berikan. Akhirnya satu amanah terselesaikan dan sekarang berlanjut ke amanah lain yang Insyaa Allah keberkahan sudah siap di depan mata.
2. Adik, kakak serta keluarga besar saya yang telah memberi dukungan dan do'a yang tulus untuk keberhasilan ananda.
3. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, ST, M.Eng, Ph.D selaku pembimbing yang telah memberikan pengarahan, bimbingan dan saran sehingga Tugas akhir ini dapat terselesaikan.
4. Serta sahabat dan teman ku Teknik Mesin Angkatan 2016 yang tidak bisa saya sebut satu persatu, terimakasih atas bantuan dan kebaikan kalian, saya tidak bisa membalas apa-apa, semoga Allah SWT yang membalasnya, Aamiin.

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Syukur Alhamdulillah, penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas dan rahmat-Nya sehingga penyusunan laporan tugas akhir ini dapat diselesaikan.

Tugas akhir berjudul “Analisa Pengaruh Variasi *Flux* Serbuk ACM dengan *Flux* Serbuk Harris Serta Modifikasi Celah Sebesar 1 mm dan 2 mm pada Las *MIG Arc Brazing-Fusion Welding* untuk Tipe Sambungan *Double Butt Lap Joint* Terhadap Aluminium 5352 Menggunakan *Filler Non Flux 5356* ” dapat diselesaikan dengan baik atas dukungan dari beberapa pihak. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis dengan segala ketulusan dan keikhlasan hati ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Rois Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
2. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, ST., M.Eng., Ph.D., selaku Ketua Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
3. Bapak Kholqillah Ardhian Ilman, ST., M.Eng., selaku Sekretaris Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.
4. Bapak Ir. Agus Dwi Anggono, ST., M.Eng., Ph.D., yang telah mengarahkan, membantu, dan membimbing selama pengerjaan tugas akhir ini.
5. Bapak Masyrukan, ST., M.T., selaku pembimbing akademik yang telah memberikan saran dan nasehat selama masa perkuliahan di UMS.
6. Bapak Ir. Agung Setyo Darmawan, M.T., selaku kepala lab CAD/CAM/CAE yang telah mengijinkan proses pengerjaan tugas akhir di lab CAD/CAM/CAE.

7. Jajaran staf dan dosen di Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta, atas segala ilmu yang diberikan selama penulis menempuh studi perkuliahan.
8. Keluarga tercinta, terutama bapak dan ibu yang sangat berharga yang senantiasa memberikan do'a restu, bimbingan dan arahan kepada ananda.
9. Teman-teman asisten lab CAD/CAM/CAE, KMTM, MEDC, dan LPM KONTUR Fakultas Teknik UMS yang telah memberikan pengalaman berharga yang tidak bisa didapatkan diperkuliahan.
10. Teman-teman seperjuangan tugas akhir. Tetap berjuang, perjalanan kita masih panjang kawan.
11. Teman-teman Teknik Mesin angkatan 2016 yang tidak bisa disebutkan satu persatu. Semoga Allah senantiasa memberikan kemudahan dalam setiap amalan kita.

Penulis berharap laporan ini bisa bermanfaat bagi yang membaca, dan atas segala kekurangan yang ada pada laporan ini penulis memohon maaf yang sebesar-besarnya. Penulis berharap ada kritik dan saran yang bersifat membangun dari segala pihak. Sekali lagi penulis ucapkan terimakasih.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Surakarta, 11 Agustus 2021



Maulana Bagus Candra Pratama

ANALISA PENGARUH VARIASI *FLUX* SERBUK ACM DENGAN *FLUX* SERBUK HARRIS SERTA MODIFIKASI CELAH SEBESAR 1 MM DAN 2 MM PADA LAS *MIG ARC BRAZING-FUSION WELDING* UNTUK TIPE SAMBUNGAN *DOUBLE BUTT LAP JOINT* TERHADAP ALUMINIUM 5352 MENGGUNAKAN *FILLER NON FLUX 5356*

Maulana Bagus Candra Pratama, Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : maulanabcpratama23@gmail.com ; ada126@ums.ac.id

Abstrak

Proses pengelasan *MIG arc brazing-fusion* diaplikasikan untuk mewujudkan sambungan *double butt lap joint* dan paduan aluminium 5352 tanpa slot atau alur tertutup yang diadopsi. Campuran *flux* yang dimodifikasi bertujuan untuk meningkatkan kinerja *double butt lap joint*. Setelah menerapkan *flux* yang dimodifikasi, tampilan las menjadi lebih baik dan daya sebar logam pengisi juga sangat meningkat. Selama mematri proses pengelasan, *flux* yang mengambang di permukaan kolam pengelasan melemahkan tegangan permukaan antara pengisi aluminium dengan *flux* Harris / ACM serta mengurangi penguapan Aluminium, menyebabkan penyebaran yang sangat optimal. Berdasarkan analisa pada penelitian ini memperoleh hasil yang sesuai dengan apa yang diharapkan oleh peneliti, dimana berdasarkan hasil dari pengujian tarik geser didapatkan nilai rata-rata tegangan geser sebesar 3.309 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.67044 % pada spesimen aluminium variasi ACM (1 mm) serta nilai rata-rata tegangan geser sebesar 1.431 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.008586 % pada spesimen aluminium variasi Harris (2 mm). Dari hasil penelitian ini didapatkan *alternative* untuk bahan variasi pengelasan *brazing* aluminium pada manufaktur industri.

Kata Kunci: *MIG arc brazing-fusion, Butt lap joint, Aluminium 5352*

**ANALYSIS OF THE EFFECT OF VARIATION OF ACM POWDER FLUX
WITH HARRIS POWDER FLUX AND MODIFICATION OF 1 MM AND 2
MM FIRE ON MIG ARC BRAZING-FUSION WELDING FOR DOUBLE
BUTT LAP JOINT TYPE WITH 5352 ALUMINUM USE FILLER NON
FLUX 5356**

Maulana Bagus Candra Pratama, Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D
Mechanical Engineering Muhammadiyah University of Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email: maulanabcpratama23@gmail.com

Abstract

The MIG arc brazing-fusion welding process is applied to realize the double butt lap joint and the 5352 aluminum alloy without slots or closed grooves is adopted. The modified flux mixture aims to improve the performance of the double butt lap joint. After applying the modified flux, the weld appearance is improved and the spreadability of the filler metal is also greatly improved. During the brazing-fusion welding process, the flux floating on the surface of the welding pool weakens the surface tension between the aluminum filler and the Harris / ACM flux and reduces the evaporation of the Aluminum, leading to highly optimized dispersion. Based on the analysis in this study, the results were in accordance with what was expected by the researchers, where based on the results of the shear tensile test, the average shear stress value was 3.309 MPa and the average strain was 2.67044% on the ACM variation (1 mm) aluminum specimen. and the average value of shear stress is 1,431 MPa and the average strain is 2,008586% on the Harris variation (2 mm) aluminum specimen. From the results of this study, an alternative material for aluminum brazed welding variations was obtained in industrial manufacturing.

Keywords: *MIG arc brazing-fusion, Butt lap joint, Aluminum 5352*

DAFTAR ISI

TUGAS AKHIR.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iv
MOTTO	v
LEMBAR SOAL TUGAS AKHIR	vi
PERSEMBAHAN	vii
KATA PENGANTAR	viii
Abstrak.....	x
Abstract.....	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xviii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Batasan Masalah	4
1.4 Tujuan Penelitian	5
1.5 Sistematika Penulisan.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN DASAR TEORI	
2.1 Tinjauan Pustaka	7
2.2 Dasar Teori.....	10
2.2.1 Brazing	11
2.2.1.1 Torch Brazing	14
2.2.1.2 <i>Furnace Brazing</i> (Mematri Tungku)	14
2.2.1.3 Vacum Brazing	15
2.2.1.4 Induction Brazing.....	15
2.2.2 Elemen Proses Brazing.....	16
2.2.3 Logam Induk	16

2.2.4	Logam Pengisi (<i>Filler</i>)	17
2.2.5	Flux	17
2.2.6	Jenis cacat yang terjadi pada proses <i>torch brazing</i>	18
2.2.7	Aluminium	19
2.2.7.1	Sifat-sifat umum aluminium.....	19
2.2.7.2	Sifat mampu las aluminium.....	20
2.2.7.3	Klasifikasi pada aluminium.....	21
2.2.7.4	Manfaat aluminium	23
2.2.8	Uji Tarik	23
2.2.9	Uji Struktur Mikro.....	25
2.2.10	Scanning Electron Microscope (SEM)	25
2.2.11	Diagram Fasa Aluminium – Karbida	29

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1	Metodologi Penelitian.....	32
3.2	Alat.....	34
3.3	Bahan	39
3.4	Langkah Pengujian	42
3.4.1	Membuat model specimen	43
3.4.2	Pembentukan Aluminium Sesuai Standar	44
3.5	Lokasi Penelitian.....	45
3.6	Prosedur Penelitian	45

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Hasil Pengujian Kandungan Kimia.....	50
4.2	Analisa Pengujian Tarik	50
4.2.1	Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Variasi ACM (1 mm)	51
4.2.2	Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Variasi Harris (2 mm)	56
4.2.3	Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Pembanding	61
4.2.3.1	Spesimen Full Aluminium Non Welding.....	61
4.2.3.2	Spesimen Variasi ACM (1 mm) // Sudut Pengelasan 45° (/)	63

4.2.3.3	Spesimen Variasi ACM (1 mm) // Sudut Pengelasan 0° (-)	65
4.3	Hasil Pengujian SEM dan EDX	67
4.3.1	Pada Spesimen Variasi ACM (1 mm)	67
4.3.2	Pada Spesimen Variasi Harris (2 mm)	69
BAB V PENUTUP		
5.1	Kesimpulan	72
5.2	Saran	74
DAFTAR PUSTAKA		74
LAMPIRAN		77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Lapisan kuningan <i>alusol</i> dan aluminium dengan	8
Gambar 2.2 Lapisan kuningan dan alusol dengan perbesaran:.....	8
Gambar 2.3 <i>Interface</i> dilokasi yang berbeda dengan berbagai daya laser (a,b,c) 4,5 kW, (d,e,f) 3,5 Kw, (g,h,i) 3Kw, (j,k,l) 2,5 Kw.....	10
Gambar 2.4 <i>Torch brazing</i>	14
Gambar 2.5 Tungku untuk mematri (Morrissette, 2013)	14
Gambar 2.6 Cacat retak (<i>crack</i>).....	18
Gambar 2.7 Cacat <i>porosity</i>	18
Gambar 2.8 Cacat inklusi (<i>inclusion</i>)	19
Gambar 2.9 Kurva tegangan-regangan	24
Gambar 2.10 Mesin <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	26
Gambar 2.11 Diagram <i>SEM</i> dilengkapi dengan detektor sinar-X " <i>EDX</i> " ..	27
Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian.....	32
Gambar 3.2 <i>GMAW/MIG arc brazing-fusion</i>	34
Gambar 3.3 Roll Meteran.....	35
Gambar 3.4 Penggaris Baja.....	35
Gambar 3.5 Jangka Sorong.....	36
Gambar 3.6 Neraca / Timbangan.....	36
Gambar 3.7 Manometer	37
Gambar 3.8 Sarung Tangan Las.....	37
Gambar 3.9 Kacamata Las	38
Gambar 3.10 Amplas mata potong besi grit #100, Amplas susun grit #80	38
Gambar 3.11 Gerinda	39
Gambar 3.12 Material Plat Aluminium 5352	40
Gambar 3.13 <i>Filler Non Flux</i> 5356	40
Gambar 3.14 Flux Harris dan Flux ACM	41
Gambar 3.15 Spesimen Aluminium Setelah Proses Milling	42

Gambar 3.16 Proses Mapping Sebelum Melakukan Penyambungan pada Aluminium	42
Gambar 3.17 Hasil dari Proses Brazing Dengan Variasi Flux dan Variasi Gap.....	43
Gambar 3.18 Variasi Flux Harris dan Variasi Gap 2 mm	44
Gambar 3.19 Variasi Flux ACM dan Variasi Gap 1 mm.....	44
Gambar 3.20 Variasi Flux Harris dan Variasi Gap 2 mm	45
Gambar 3.21 Variasi Flux ACM dan Variasi Gap 1 mm.....	45
Gambar 3.22 Ukuran spesimen ASTM E-8-yr-13	47
Gambar 4.1 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm)	51
Gambar 4.2 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm).....	51
Gambar 4.3 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm)	52
Gambar 4.4 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm).....	53
Gambar 4.5 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm)	54
Gambar 4.6 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm).....	54
Gambar 4.7 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> ACM (1 mm)	55
Gambar 4.8 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm).....	56
Gambar 4.9 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	56
Gambar 4.10 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	57
Gambar 4.11 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	58

Gambar 4.12 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	59
Gambar 4.13 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	59
Gambar 4.14 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi <i>flux</i> Harris (2 mm)	60
Gambar 4.15 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding <i>full aluminium</i>	61
Gambar 4.16 Hasil pengujian tarik geser variasi pembanding	62
Gambar 4.17 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding sambungan 45° (/)	63
Gambar 4.18 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding sambungan 45° (/)	64
Gambar 4.19 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding sambungan 0° (-)	65
Gambar 4.20 Hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding sambungan 0° (-)	66
Gambar 4.21 Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan <i>double butt lap joint</i> variasi pembanding spesimen penelitian	66
Gambar 4.22 Hasil Uji SEM - Perbesaran 1000x	67
Gambar 4.23 Hasil Uji SEM - Perbesaran 2000x	67
Gambar 4.24 Hasil Data Spectrum EDS ACM (1 mm)	68
Gambar 4.25 Hasil Uji SEM - Perbesaran 1000x	69
Gambar 4.26 Hasil Uji SEM - Perbesaran 2000x	70
Gambar 4.27 Hasil Data Spectrum EDS Harris (2 mm)	70

DAFTAR TABEL

Table 4.1 Komposisi kimia paduan Aluminium yang digunakan (%).....	50
Table 4.2 Hasil Data <i>EDS</i> ACM (1 mm).....	69
Table 4.3 Hasil Data <i>EDS</i> Harris (2 mm)	71