

**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 salah satu syarat menyelesaikan Program Studi Strata I  
pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA**

**D 200 160 125**

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA  
2021**

**HALAMAN PERSETUJUAN**

**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**

**PUBLIKASI ILMIAH**

Oleh:

**MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA**

**D200 160 125**

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



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

**HALAMAN PENGESAHAN**

**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**

**OLEH:**

**MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA**

**D200 160 125**

**Telah dipertahankan di depan Dewa Penguji**

**Fakultas Teknik**

**Universitas Muhammadiyah Surakarta**

**Pada hari, 6 September 2021**

**Dan dinyatakan telah memenuhi syarat**

**Dewan Penguji:**

- 1. Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., MEng, Ph.D.**  
**(Ketua Dewan Penguji)**
- 2. Amin Sulistyanto, S.T., M.T.**  
**(Anggota I Dewan Penguji)**
- 3. Ir. Wijianto, S.T., MEng.Sc**  
**(Anggota II Dewan Penguji)**

(..........)

(..........)

(..........)

**Dekan Fakultas Teknik**



**Reis Fatoni, S.T., M.Sc., Ph.D.**

**NIK/NIDN: 0603027401**

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam naskah publikasi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam pustaka.

Apabila kelak terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya diatas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 6 September 2021

Penulis



**MAULANA BAGUS CANDRA PRATAMA**

**D200 160 125**

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

**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

**Abstract**

The MIG arc brazing-fusion welding process is applied to realize the double butt lap joint and the 5352 aluminium 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 spread ability 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 aluminium filler and the Harris / ACM flux and reduces the evaporation of the Aluminium, 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) aluminium 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) aluminium specimen. From the results of this study, an alternative material for aluminium brazed welding variations was obtained in industrial manufacturing.

**Keywords:** MIG arc brazing-fusion, butt lap joint, aluminium 5352

## 1. PENDAHULUAN

Dalam rangka mengoptimalkan efisiensi bahan bakar, dibutuhkan bahan yang ringan agar mampu mengurangi berat dari transportasi tersebut, seperti contohnya motor, mobil, kapal dan pesawat terbang. Karena kekuatannya yang tinggi, paduan aluminium (Al) adalah salah satu pengganti baja yang paling optimal, dan tentu saja penyatuan antara aluminium murni dan aluminium sejenis maupun dengan *base metal* lainnya tidak bisa dihindari. Tentu, perbedaan besar dalam sifat termal-fisik antara paduan Al dengan komposisi *flux*, *filler*, maupun celah pada sambungan yang berbeda dapat dianalisa, seperti titik leleh, konduktivitas termal dan koefisien muai panas, mengakibatkan kesulitan untuk menyambung Al dengan berbagai variasi dalam praktiknya berhasil dengan metode pengelasan *MIG Arc brazing-fusion welding*.

Proses *brazing* adalah teknologi las yang sering dan *relative* banyak digunakan dalam bidang industri baik untuk penyambungan material yang berbentuk pipa, lembaran atau pelat, baik itu logam sejenis maupun tidak sejenis. *Brazing torch* adalah prosedur dimana panas diterapkan menggunakan api gas ditempatkan pada atau dekat yang sedang bersama *di-brazing*. *Torch* baik dapat digenggam atau dipegang dalam posisi tetap tergantung, operasi benar-benar *manual* dan memiliki beberapa tingkat otomatisasi untuk mengatur gas yang dikeluarkan dari *torch*. *Filler* yang digunakan harus memiliki titik leleh yang lebih rendah daripada logam inti agar pada kedua logam dapat tersambung tanpa merusak logam inti. Penggunaan bahan *flux* diperlukan untuk mencegah oksidasi pada saat proses pengelasan dilakukan.

Aluminium merupakan material yang penting digunakan dalam industri manufaktur. Material ini berbeda berdasarkan sifatnya, yaitu memiliki titik lebur material yang sangat berbeda, dimana aluminium (Al) dengan tipe tinggi memiliki titik lebur yang tinggi sedangkan untuk aluminium tipe rendah memiliki titik lebur yang rendah juga, sehingga penggabungan dua material ini memerlukan cara khusus salah satunya adalah

dengan menggunakan metode *brazing*. Aluminium dan paduan aluminium termasuk logam ringan yang mempunyai kekuatan tinggi, tahan terhadap karat dan merupakan konduktor listrik yang cukup baik. Logam ini dipakai dalam berbagai bidang dalam kehidupan manusia contohnya dalam bidang kimia, listrik, bangunan, transportasi dan alat-alat penyimpanan.

## **2. METODE**

### **2.1 Alat**

#### a. Alat Pengelasan

1. GMAW (*Gas Metal Arc Welding*) / *MIG arc brazing-fusion*.

#### b. Alat Pendukung

- |                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| 1. Roll Meteran      | 6. Sarung Tangan Las |
| 2. Penggaris Baja    | 7. Kacamata Las      |
| 3. Jangka Sorong     | 8. Amplas            |
| 4. Neraca /Timbangan | 9. Gerinda.          |
| 5. Manometer         |                      |

#### c. Alat Pengujian

1. Alat Penguji Tarik
2. Alat Penguji *SEM* dan *EDX*
3. Alat Penguji Komposisi.

### **2.2 Bahan**

1. Material Plat Aluminium 5352
2. *Filler Non Flux* 5356
3. *Flux* Harris dan *Flux* ACM.

### **2.3 Tempat Penelitian**

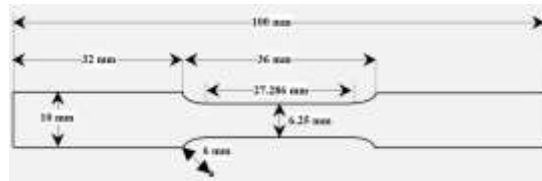
1. *Inlastek Welding-Institute* (INLASTEK) Surakarta,
2. Sekolah Tinggi Teknologi Warga (STTW) Surakarta, dan
3. Akademi Angkatan Udara (AAU) Yogyakarta.

### **2.4 Langkah Penelitian**

Penelitian dilakukan dengan menggunakan penyambungan metode *brazing* dengan tipe sambungan *double lap joint*. Spesimen disambung dengan menggunakan bahan pengisi atau *filler non flux 5356*.

a. Pemotongan Spesimen

Pemotongan spesimen menggunakan Standar ASTM E-8-yr-13.



Gambar 1. Ukuran Spesimen ASTM E-8-yr-13

b. Proses Brazing

Proses brazing dilakukan menggunakan metode *manual torch brazing* dengan *filler non flux 5356* menggunakan variasi celah / *gap* dan dengan variasi *flux* serbuk.

c. Pengujian Tarik

Pengujian tarik raw material menggunakan standar ASTM E-8-yr-13.

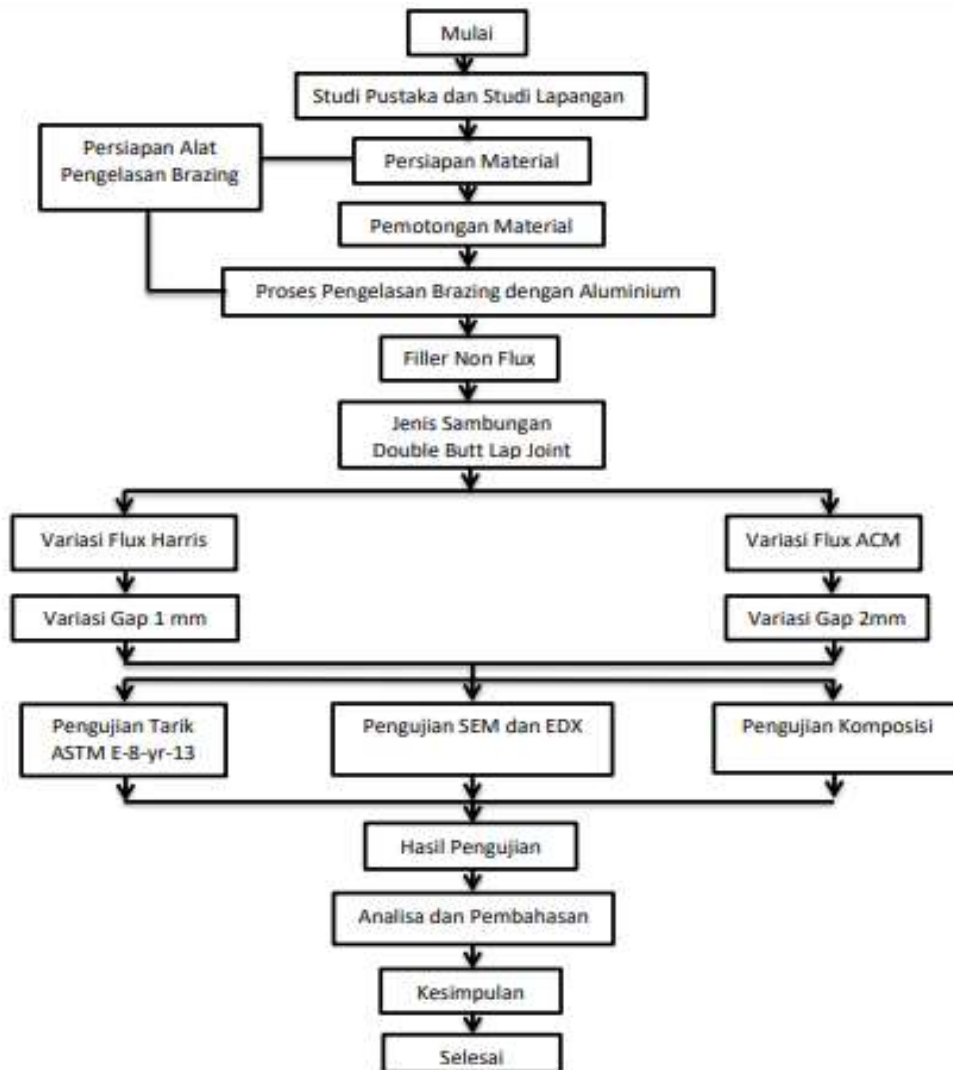
d. Pengujian SEM-EDS

Sampel yang akan diuji merupakan potongan atau sisi dari hasil sambungan masing – masing spesimen. Pemindaian *SEM* dilakukan untuk mendeteksi cacat yang terbentuk dari sambungan *brazing*, adapun pemindaian *EDS* dilakukan untuk mendeteksi keberadaan serbuk *flux* dan unsur yang terbentuk akibat dari proses *brazing*. Spesimen yang akan di uji *SEM* dan *EDS* perlu dipersiapkan dengan baik dan benar sehingga nantinya struktur logam yang akan dilihat melalui mesin *SEM* dapat dilihat dengan jelas.

## 2.5 Diagram Alir

Untuk mempermudah dalam penelitian maka dibuat diagram alir penelitian seperti gambar 2.





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Hasil Pengujian Kandungan Kimia

Pengujian komposisi kimia dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Gajah Mada, Yogyakarta. Hasil uji komposisi kimia seperti terlihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 1. Komposisi kimia paduan Aluminium yang digunakan (%)

No.	Unsur	Komposisi Hasil Uji (% Berat)	Komposisi Standar Al 5052 (% Berat)
1.	Al	95.32	95.7 – 97.7

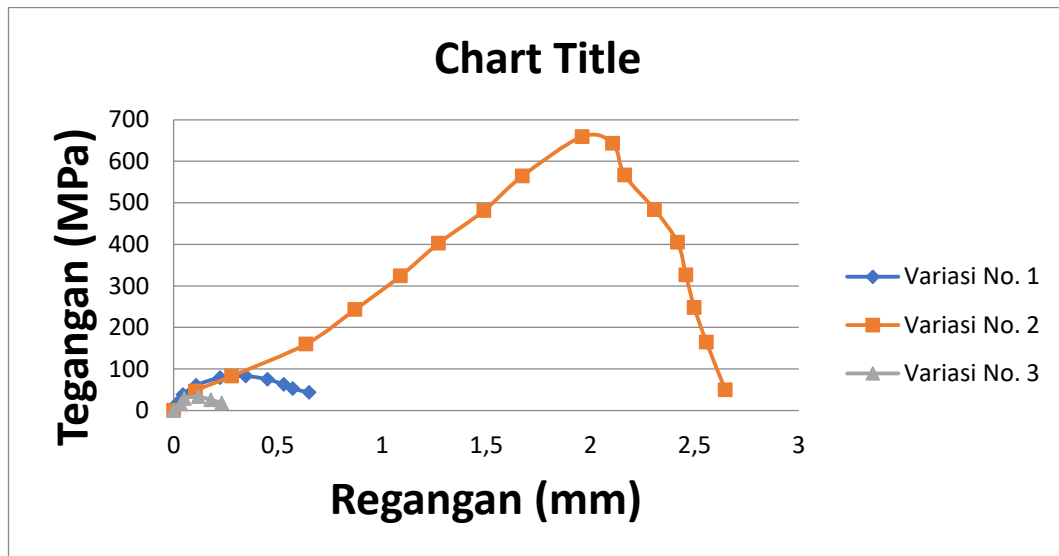
2.	Cr	2.14	0.15 – 0.35
3.	Cu	0.163	Max 0,1
4.	Fe	0.342	Max 0.4
5.	Mg	1.51	2.2 – 2,8
6.	Mn	0.03	Max 0,1
7.	Si	0.112	Max 0.25
8.	Zn	0.103	Max 0.1

Pada Tabel 1 menunjukkan hasil pengujian komposisi kimia, dimana dapat kita ambil tiga unsur paling banyak kemudian dimasukkan ke dalam “*Mat Web Material Property Data*” dan didapatkan bahwa material aluminium tersebut termasuk ke seri 5xxx, jika dibandingkan dengan hasil dari “*Mat Web Material Property Data*” maka hasilnya mendekati aluminium seri 5052 dengan *property* Al = 95.32% - 97.7%, Fe = 0.342 – 0.4% Si + Fe = 0.342 – 0.4%.

### 3.2 Analisa Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan sambungan *double butt lap joint* dengan metode *brazing* dalam menahan beban yang diberikan. Pengujian tarik menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* milik Sekolah Tinggi Teknologi Warga (STTW) Surakarta. Pada pengujian ini menggunakan standar ASTM E-8-yr-13.

#### 1. Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Variasi ACM (1 mm)



Gambar 3. Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi flux ACM (1 mm)



Gambar 4. Hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi flux ACM (1 mm)

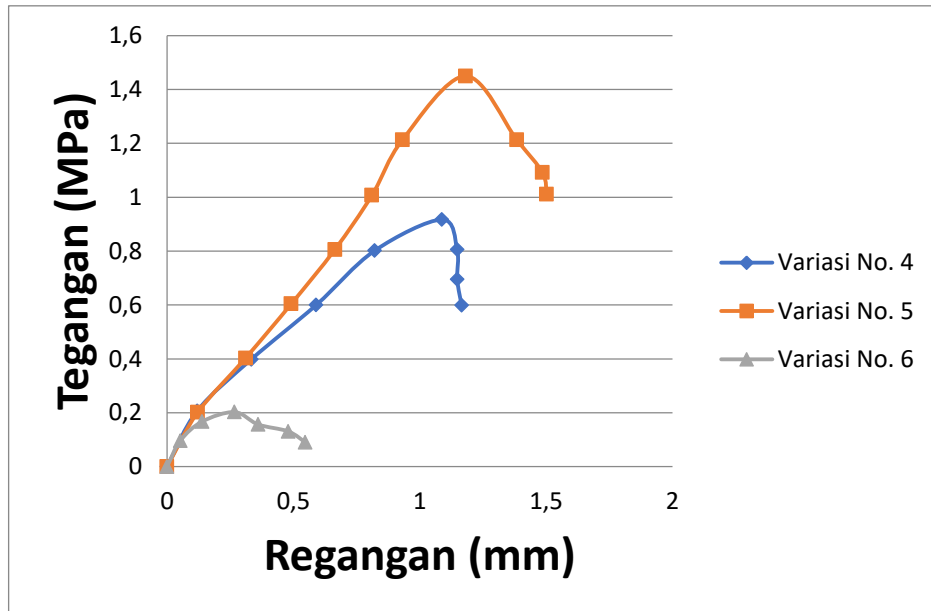
Dari pengujian pada ketiga *specimen* dengan variasi *flux* ACM (1 mm) diperoleh data nilai seperti berikut:

*Specimen* yang pertama di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 0.424 MPa dan rata – rata regangan sebesar 0.80424 %. *Specimen* yang kedua di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 3.309 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.67044 % terdapat kenaikan dari hasil pengujian. *Specimen* yang ketiga di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 0.177 MPa dan rata – rata regangan sebesar 0.28061 %.

Berdasarkan hasil analisa tersebut peneliti menyimpulkan bahwa *specimen* aluminium dengan gap 1 mm dengan serta tambahan variasi penambahan *flux*

ACM mendapatkan hasil yang optimal pada *specimen* yang kedua, yaitu dengan nilai tertinggi sebesar 3.309 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.67044 %.

Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Variasi Harris (2 mm)



Gambar 5. Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi flux Harris (2 mm)



Gambar 6. Hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi flux Harris (2 mm)

Dari pengujian pada ketiga *specimen* dengan variasi *flux* Harris (2 mm) diperoleh data nilai seperti berikut:

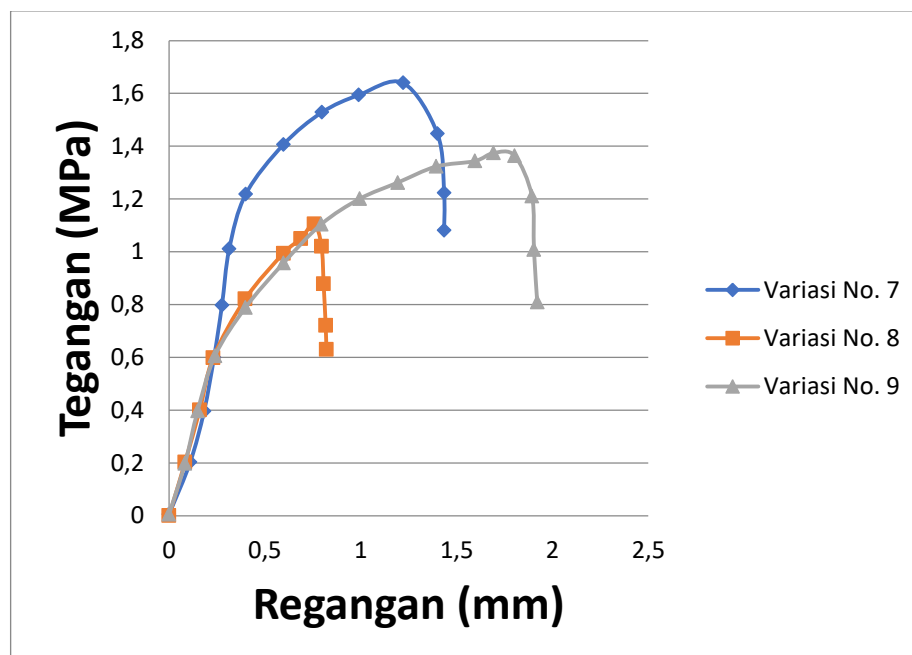
*Specimen* yang keempat di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 0.936 MPa dan rata – rata regangan sebesar 1.194125%. *Specimen* yang kelima di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 1.431 MPa dan rata-rata regangan sebesar 2.008586% terdapat kenaikan dari hasil pengujian, ini menunjukkan pada *specimen* kali ini mampu mendapatkan hasil yang optimal.

*Specimen* yang keenam di dapatkan nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 0.219 MPa dan rata – rata regangan sebesar 0.74108%. Pada *specimen* keenam ini mendapatkan hasil yang kurang optimal, dimana hasil dari pengujian tarik geser mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil analisa tersebut peneliti menyimpulkan bahwa *specimen* aluminium dengan *gap* 2 mm dengan serta tambahan variasi penambahan *flux* Harris mendapatkan hasil yang optimal pada *specimen* yang kelima, yaitu dengan nilai tertinggi sebesar 1.431 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.008586%.

## 2. Hasil Pengujian Tarik Pada Spesimen Pembanding

*Specimen* pembanding pada penelitian disini digunakan untuk membandingkan berdasarkan penelitian *specimen* diatas, dimana pada penelitian *specimen* diatas didapatkan hasil yang optimal pada variasi *flux* ACM (1 mm), maka dari itu pada *specimen* pembanding proses *brazing* nya menggunakan variasi *flux* ACM (1 mm) serta pada *specimen* ketujuh dilakukan juga penelitian mengenai kondisi awal dari *specimen full* aluminium (*non welding*) yang dilakukan pengujian tarik geser guna mengetahui nilai pembanding awal dari *specimen* tersebut.



Gambar 7. Grafik rata-rata hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi pembanding specimen penelitian



Gambar 8. Hasil pengujian tarik geser sambungan double butt lap joint variasi pembanding specimen penelitian

Dari pengujian pada ketiga *specimen* diperoleh data nilai seperti berikut:

Dari analisa *specimen* pembanding ketujuh variasi *full aluminium non welding* peneliti memperoleh nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 16.352 MPa dan rata – rata regangan sebesar 14.345%, sehingga didapatkan *specimen* pembanding yang sangat optimal untuk membandingkan terhadap hasil dari variasi yang dilakukan pada penelitian ini. *Specimen* yang telah dilakukan pengujian tarik geser, spesimen putus diluar garis *leak gauge* sehingga untuk penambahan nilai regangan didapatkan dari pada area base aluminium. Dari spesimen yang putus pada base aluminium ini terjadi karena tidak terdapatnya area sambungan pada *specimen* pembanding ini.

Dari analisa *specimen* pembanding kedelapan variasi *flux ACM* (1 mm) dengan sambungan 45° ( / ) grafik tegangan dan regangan geser peneliti memperoleh nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 10.882 MPa dan rata – rata regangan sebesar 8.2517%, sehingga didapatkan *specimen* pembanding yang sangat optimal untuk membandingkan terhadap hasil dari variasi yang dilakukan pada penelitian ini.

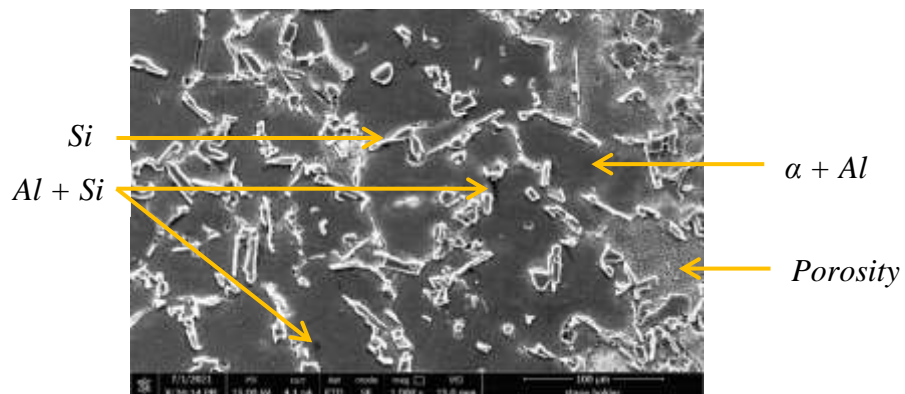
Dari analisa *specimen* pembanding kesembilan variasi *flux ACM* (1 mm) dengan sambungan 0° ( – ) grafik tegangan dan regangan geser peneliti memperoleh nilai rata-rata tegangan geser tertinggi sebesar 13.727 MPa dan rata – rata regangan sebesar 19.135%, sehingga didapatkan *specimen* pembanding yang

sangat optimal untuk membandingkan terhadap hasil dari variasi yang dilakukan pada penelitian ini. *Specimen* yang telah dilakukan pengujian tarik geser, *specimen* putus diluar garis *leak gauge* sehingga untuk penambahan nilai regangan didapatkan dari pada area base aluminium. Dari *specimen* yang putus pada base aluminium ini terjadi karena sambungan *brazing* kurang kuat atau saat proses *brazing* belum mencapai *temperature* dari *brazing* sendiri dibandingkan *base metal* dan juga kemungkinan dipengaruhi oleh *HAZ (Heat Affected Zone)*.

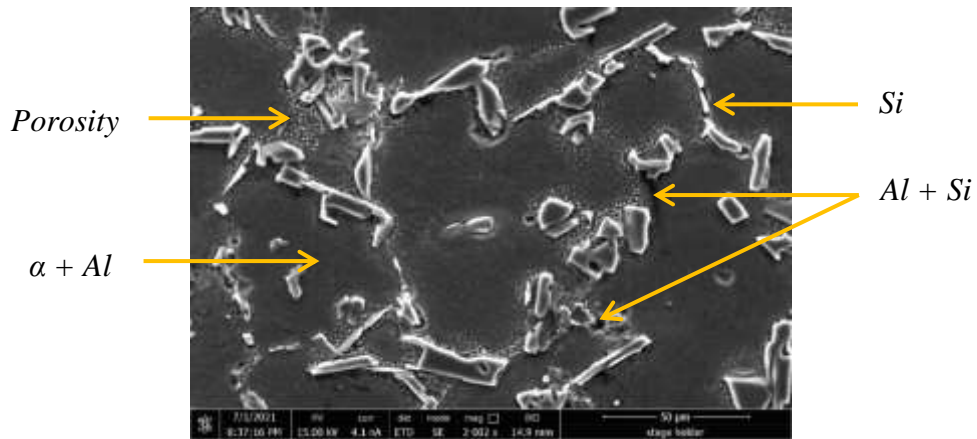
Jadi dari ketiga *specimen* pembandingan penelitian mempunyai nilai nilai rata-rata tegangan tarik geser yang cukup tertinggi dibandingkan dengan nilai rata-rata tegangan tarik geser dari variasi penelitian baik itu dengan menggunakan variasi *flux* ACM (1 mm) maupun dengan menggunakan variasi *flux* Harris (2 mm).

### 3.3 Hasil Pengujian SEM dan EDS

Pengujian struktur mikro menggunakan alat *SEM / EDS* terhadap material *Aluminium Alloy Oxide* dengan menggunakan variasi *flux* ACM (1 mm) dan *flux* Harris (2 mm) dengan dilakukan pada daerah fase yang mengandung C, O, F, Mg, Al, dan Fe. Didapatkan hasil pengujian seperti berikut. Pada Spesimen Variasi ACM (1 mm)

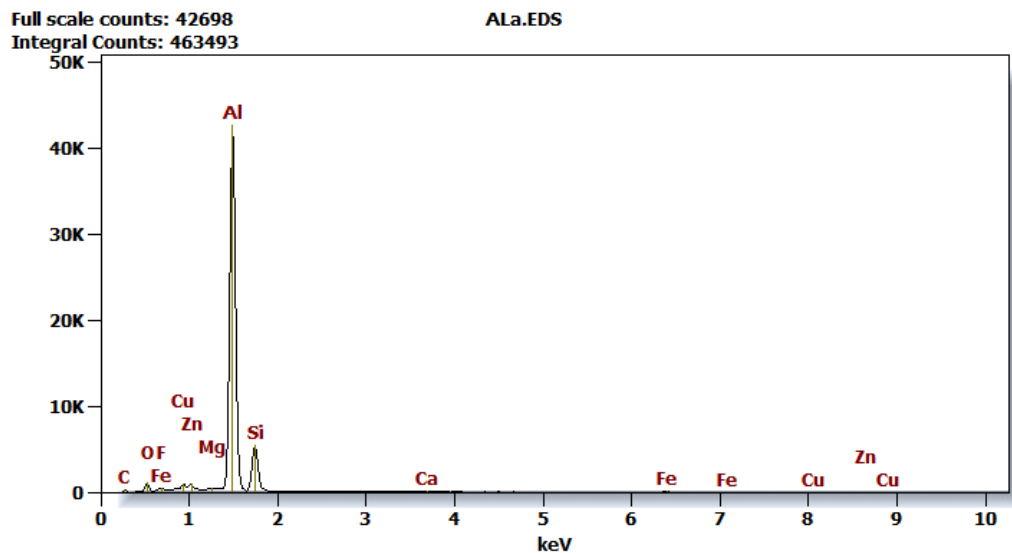


Gambar 9. Hasil Uji SEM - Perbesaran 1000x



Gambar 10. Hasil Uji SEM - Perbesaran 2000x

Untuk hasil uji *EDS* (*Energy Dispersive Spectroscopy*) pada *Specimen* variasi ACM (1 mm) dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 11. Hasil Data Spectrum EDS ACM (1 mm)

Pada hasil uji *EDS* pada *specimen* variasi ACM (1 mm) terlihat bahwa diagram menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Al karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 40K dan 1,5 keV. Sedangkan untuk unsur Silicon (Si) memiliki nilai 5K dan 1,75 keV, dan unsur Oksigen (O) memiliki nilai 3K dan 0,5 keV.

Dari grafik *spectrum* dapat diketahui bahwa pada *specimen* variasi ACM (1 mm) unsur yang dominan adalah Aluminium (Al) dan untuk unsur selanjutnya adalah Silicon (Si) dan Oksigen (O).

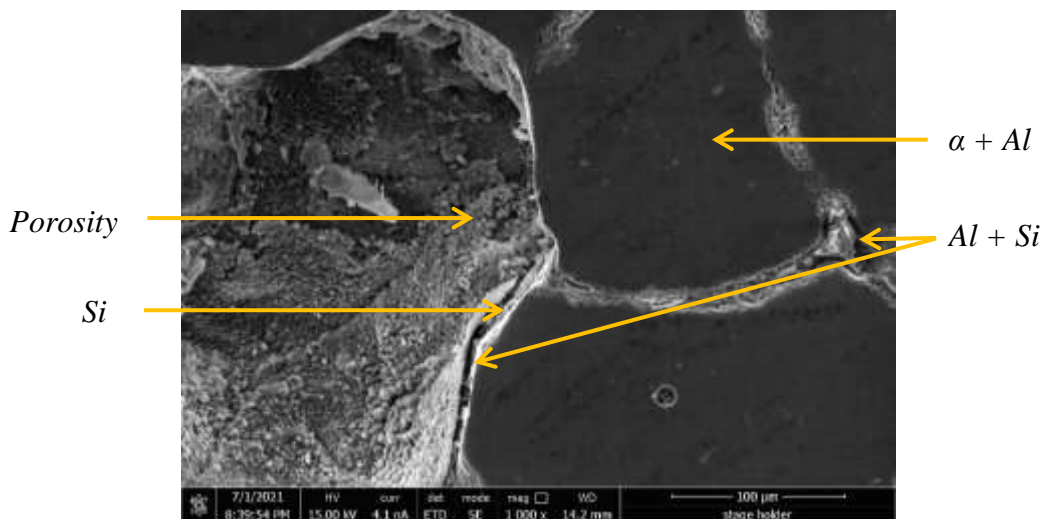


Tabel 2. Hasil Data EDS ACM (1 mm)

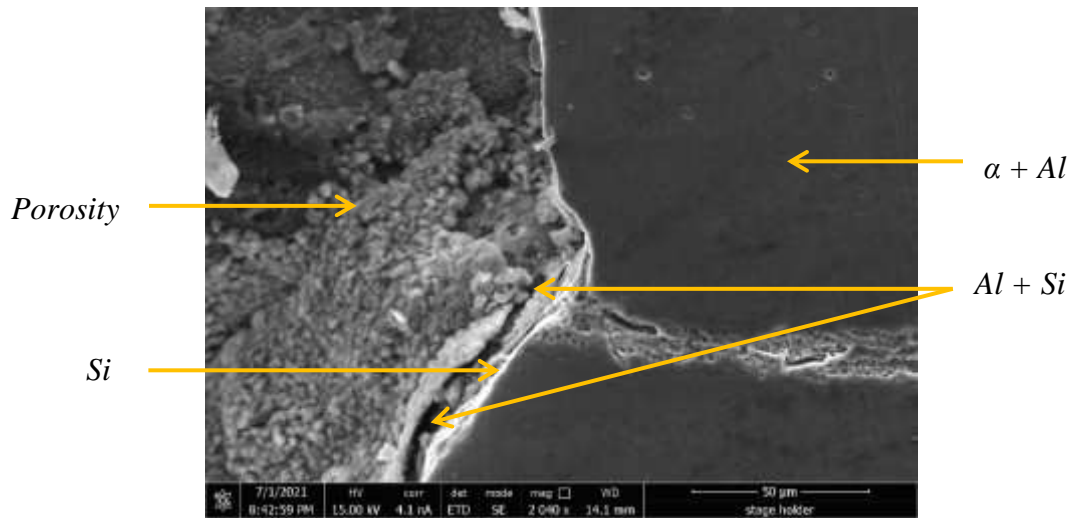
<i>Element</i>	<i>Net Counts</i>	<i>Int. Cps/nA</i>	<i>Weight %</i>	<i>Atom %</i>
<i>C</i>	1062	29.500	2.49	5.45
<i>O</i>	4899	136.083	4.80	7.88
<i>F</i>	1309	36.361	0.83	1.14
<i>Mg</i>	393	10.917	0.09	0.10
<i>Al</i>	326156	9059.89	68.64	66.81
<i>Si</i>	43622	1211.72	17.22	16.10
<i>Ca</i>	348	9.667	0.16	0.11
<i>Fe</i>	708	19.667	0.94	0.44
<i>Cu</i>	913	25.361	2.61	1.08
<i>Zn</i>	571	15.861	2.22	0.89
<i>Total</i>			100.00	100.00

Pada hasil uji SEM pada *specimen* variasi ACM (1 mm) terlihat pada table diatas, dimana menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Aluminium karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 68.64% *weight* dan 66.81% atom. Sedangkan untuk unsur Silicon (Si) memiliki nilai 17.22% *weight* dan 16.10% atom, dan unsur Oksigen (O) 4.80% *weight* dan 7,88% atom.

#### 4.1.1 Pada Spesimen Variasi Harris (2 mm)

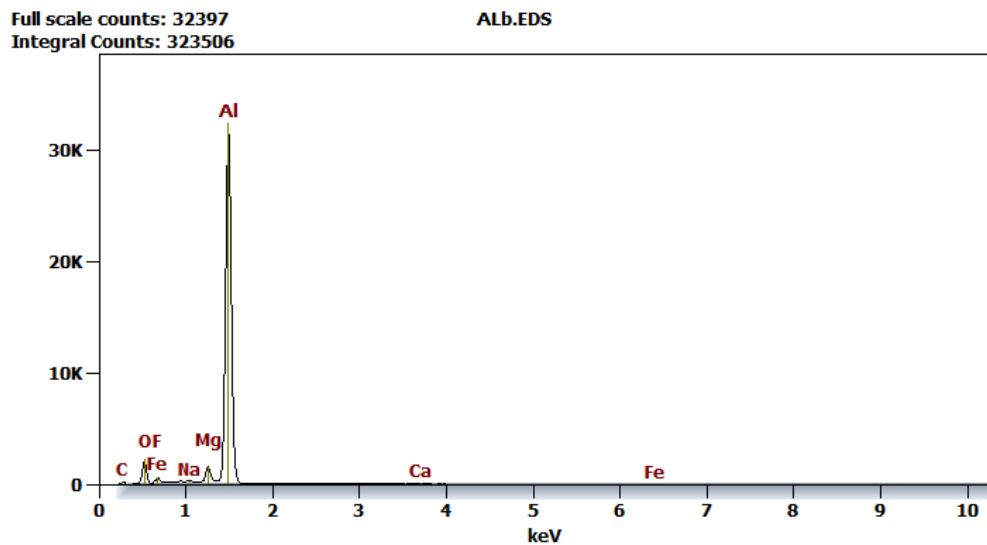


Gambar 12. Hasil Uji SEM - Perbesaran 1000x



Gambar 13. Hasil Uji SEM - Perbesaran 2000x

Untuk hasil uji *EDS* (*Energy Dispersive Spectroscopy*) pada *Specimen* variasi Harris (2 mm) dapat dilihat pada grafik dibawah.



Gambar 14. Hasil Data Spectrum EDS Harris (2 mm)

Pada hasil uji *EDS* pada *specimen* variasi Harris (2 mm) terlihat bahwa diagram menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Al karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 30K dan 1,5 keV. Sedangkan untuk unsur Oksigen (O) memiliki nilai 3K dan 0,5 keV, dan unsur Carbon (C) memiliki nilai 1K dan 0,25 keV.

Dari grafik *spectrum* dapat diketahui bahwa pada *specimen* variasi Harris (2 mm) unsur yang dominan adalah Aluminium (Al) dan untuk unsur selanjutnya adalah Oksigen (O) dan Carbon (C).

Tabel 3. Hasil Data EDS Harris (2 mm)

<i>Element</i>	<i>Net Counts</i>	<i>Int. Cps/nA</i>	<i>Weight %</i>	<i>Atom %</i>
<i>C</i>	1244	34.556	3.71	7.22
<i>O</i>	10881	302.250	13.58	19.86
<i>F</i>	3128	86.889	3.25	4.00
<i>Na</i>	379	10.528	0.14	0.14
<i>Mg</i>	8695	241.528	2.68	2.58
<i>Al</i>	248540	6903.89	75.89	65.84
<i>Ca</i>	320	8.889	0.21	0.12
<i>Fe</i>	281	7.806	0.54	0.23
<i>Total</i>			100.00	100.00

Pada hasil uji *SEM* pada *specimen* variasi Harris (2 mm) terlihat pada table diatas, dimana menunjukkan bahwa nilai unsur paling tinggi adalah Aluminium karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 75.89% *weight* dan 65.84% atom. Sedangkan untuk unsur Oksigen (O) memiliki nilai 13.58% *weight* dan 19.86% atom, dan unsur Carbon (C) 3.71% *weight* dan 7,22% atom.

Jadi berdasarkan hasil dari kedua variasi pada penelitian ini didapatkan hasil bahwa pada pengelasan Aluminium 5253 dengan menggunakan metode las *brazing* mendapatkan hasil pengelasan yang optimal pada variasi ACM (1 mm).

## 4. PENUTUP

### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian serta analisis hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Hasil uji Tarik:

- a. Variasi (ACM – 1 mm) nilai rata – rata tegangan geser sebesar 3.309 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.67044%.
  - b. Variasi (Harris – 2 mm) nilai rata – rata tegangan geser sebesar 1.431 MPa dan rata – rata regangan sebesar 2.008586%.
2. Hasil uji Spectrum EDS:
- a. Variasi ACM (1 mm) nilai unsur paling tinggi adalah Al karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 40K dan 1,5 keV. Sedangkan untuk unsur Silicon (Si) memiliki nilai 5K dan 1,75 keV, dan unsur Oksigen (O) memiliki nilai 3K serta 0,5 keV.
  - b. Variasi Harris (2 mm) nilai unsur paling tinggi adalah Al karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 30K dan 1,5 keV. Sedangkan untuk unsur Oksigen (O) memiliki nilai 3K dan 0,5 keV, dan unsur Carbon (C) memiliki nilai 1K serta 0,25 keV.
3. Hasil uji SEM:
- a. Variasi ACM (1 mm) nilai unsur paling tinggi adalah Aluminium karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 68.64% *weight* dan 66.81% atom.
  - b. Sedangkan untuk unsur Silicon (Si) memiliki nilai 17.22% *weight* dan 16.10% atom, dan unsur Oksigen (O) 4.80% *weight* dan 7,88% atom.
  - c. Variasi Harris (2 mm) nilai unsur paling tinggi adalah Aluminium karena bahan utamanya adalah Aluminium (Al), yaitu sebesar 75.89% *weight* dan 65.84% atom.
  - d. Sedangkan untuk unsur Oksigen (O) memiliki nilai 13.58% *weight* dan 19.86% atom, dan unsur Carbon (C) 3.71% *weight* dan 7,22% atom.

#### 4.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian sambungan *brazing* antara plat aluminium dan aluminium sejenis dengan dan tanpa penambahan serbuk / *flux* yang telah dilakukan, penulis menyarankan beberapa hal antara lain:

1. Untuk mendapatkan hasil tegangan geser yang sama rata setiap variasi sangat perlu memperhatikan heat input dan parameter suhu yang dibutuhkan.
2. Melakukan analisa terlebih dahulu sebelum menentukan variasi yang berbeda pada jenis sambungan yang digunakan untuk proses pengelasan brazing.
3. Sebelum melakukan proses brazing lebih baik memahami tentang standar yang akan digunakan dan jurnal yang berkaitan.
4. Mencari referensi terhadap pemilihan variasi celah / gap yang berbeda dan flux yang berbeda juga.
5. Menentukan area SEM / EDS berdasarkan referensi yang telah ada ataupun ditentukan terlebih dahulu, sehingga hasilnya bisa optimal.

#### **DAFTAR PUSTAKA**

- Laksono, Wahyu Anjar Setyo, Solichin Solichin, and Yoto Yoto. "Analisis Kekuatan Tarik Aluminium 5083 Hasil Pengelasan GMAW Posisi 1g Dengan Variasi Kuat Arus Dan Debit Aliran Gas Pelindung." Teknologi dan Kejuruan: Jurnal teknologi, Kejuruan dan Pengajarannya 40.1 (2017): 21-30.*
- Watanabe, T. "Brazing and soldering of magnesium alloys." Welding and joining of magnesium alloys. Woodhead Publishing, 2010. 97-121.*
- Gilson, Ronald J., and Curtis J. Milhaupt. "Choice as regulatory reform: The case of Japanese corporate governance." The American Journal of Comparative Law 53.2 (2005): 343-377.*
- Narsimhachary, D., et al. "AA6082 to DX56-Steel Laser Brazing: Process Parameter–Intermetallic Formation Correlation." Journal of Materials Engineering and Performance 26.9 (2017): 4274-4281.*
- Ernawan, Nanang, Agus Dwi Anggono, and Tri Widodo Besar Riyadi. Analisis Sifat Mekanis dan Metalografi Pada Sambungan Aluminium dan Kuningan Menggunakan Metode Brazing. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2019.*

- Cao, J., et al. "Effect of silver content on microstructure and properties of brass/steel induction brazing joint using Ag-Cu-Zn-Sn filler metal." *Journal of Materials Science & Technology* 27.4 (2011): 377-381.
- Maghfury, Taufiq Ilham, and Agus Dwi Anggono. *Analisis X-Ray Diffraction (XRD) Pada Brazing Aluminium Seri 1000 Dan Stainless Steel Seri 304 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga*. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.
- Zhang, Yufeng, et al. "Study on MIG-TIG double-sided arc welding-brazing of aluminum and stainless steel." *Materials Letters* 172 (2016): 146-148.
- Sukma, Hendri, et al. "Peran penguat partikel alumina dan silikon karbida terhadap kekerasan material komposit matriks aluminium." *Prosiding Semnastek* (2015)
- Lin, S. B., et al. "Metallurgical and mechanical investigations of aluminium-steel butt joint made by tungsten inert gas welding-brazing." *Science and Technology of Welding and Joining* 14.7 (2009): 636-639.
- Ye, Zheng, et al. "Microstructure and mechanical properties of 5052 aluminum alloy/mild steel butt joint achieved by MIG-TIG double-sided arc welding-brazing." *Materials & Design* 123 (2017): 69-79.
- Mawahib, M. Zaenal, Sarjito Jokosisworo, and Hartono Yudo. "Pengujian Tarik Dan Impak Pada Pengerjaan Pengelasan SMAW Dengan Mesin Genset Menggunakan Diameter Elektroda Yang Berbeda." *Kapal: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kelautan* 14.1 (2017): 26-32.
- Sun, Junhao, et al. "Investigation of laser welding on butt joints of Al/steel dissimilar materials." *Materials & Design* 83 (2015): 120-128.
- Song, J. L., et al. "Analysis of intermetallic layer in dissimilar TIG welding-brazing butt joint of aluminium alloy to stainless steel." *Science and Technology of Welding and Joining* 15.3 (2010): 213-218.
- Song, J. L., et al. "Analysis of intermetallic layer in dissimilar TIG welding-brazing butt joint of aluminium alloy to stainless steel." *Science and Technology of Welding and Joining* 15.3 (2010): 213-218.

- Bernhard, Ronald P., Christian Durin, and Michael E. Zolensky. "Scanning electron microscope/energy dispersive X-ray analysis of impact residues in LDEF tray clamps." NASA CONFERENCE PUBLICATION. NASA, 1993.*
- Shoumkova, Annie, and Valeria Stoyanova. "SEM–EDX and XRD characterization of zeolite NaA, synthesized from rice husk and aluminium scrap by different procedures for preparation of the initial hydrogel." Journal of Porous Materials 20.1 (2013): 249-255*
- Iskandar, Ihsan, and S. T. Patna Partono. Studi Metalografi Pengaruh Media Cetakan dan Penekanan Pada Pengecoran Aluminium Alloy Daur Ulang. Diss. Universitas Muhammadiyah Surakarta, 2020.*