

**ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK  
PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM 6061 DAN  
BAJA DENGAN PENAMBAHAN HALF V SHAPE GROOVE  
45° DAN SERBUK ZINC**



**Disusun Sebagai Salah Satu Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata I  
Pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik**

**Oleh:**

**INDRA NUGROHO MARDIYANTO**  
**D 200 160 131**

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

HALAMAN PERSETUJUAN

ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK  
PADA PENGELASAN *BRAZING* ALUMINIUM 6061 DAN  
BAJA DENGAN PENAMBAHAN *HALF V SHAPE GROOVE 45°*  
DAN SERBUK *ZINC*

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh:



INDRA NUGROHO MARDIYANTO

D 200 160 131

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh:

Dosen

Pembimbing



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

NIDN. 0617067602

HALAMAN PENGESAHAN

ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK  
PADA PENGELASAN *BRAZING* ALUMINIUM 6061 DAN  
BAJA DENGAN PENAMBAHAN *HALF V SHAPE GROOVE 45°*  
DAN SERBUK ZINC

OLEH  
INDRA NUGROHO MARDIYANTO  
D 200 160 131

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji  
Fakultas Teknik  
Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Pada hari Rabu, 24 Februari 2021  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:


1. Ir. Agus Dwi Anggono, S.T., M.Eng., Ph.D  
(Ketua Dewan Penguji)
2. Nurmuntaha Agung Nugraha, S.T., M.T.  
(Anggota I Dewan Penguji)
3. Ir. Agus Hariyanto, M.T.  
(Anggota II Dewan Penguji)

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

Dekan,

10032021



  
Sunarjono, M.T., Ph.D., IPM.

NIK. 682

## PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam publikasi ilmiah 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 dan diterbitkan orang lain, kecuali secara tertulis diacu dalam naskah dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti adak ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 4 Maret 2021

Penulis



**INDRA NUGROHO MARDIYANTO**

**D 200 160 131**

# **ANALISIS STRUKTUR MIKRO DAN KEKUATAN TARIK PADA PENGELASAN BRAZING ALUMINIUM 6061 DAN BAJA DENGAN PENAMBAHAN HALF V GROOVE 45° DAN SERBUK ZINC**

## **Abstrak**

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serbuk zinc dalam proses pengelasan brazing antara aluminium – baja terhadap kekuatan mekanis dan mengetahui struktur mikro pada sambungan las. Spesimen dalam penelitian ini digunakan adalah aluminium 6061, steel, filler ER 4043, Dan serbuk zinc. Pada penelitian ini standar untuk pembuatan spesimen adalah ASTM E8. Pengujian struktur mikro digunakan untuk mengetahui lapisan yang terjadi pada pengelasan brazing beda material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik tertinggi terdapat pada brazing tanpa tambahan serbuk zinc yaitu sebesar 14,971 MPa, Sedangkan spesimen dengan serbuk zinc didapatkan hasil kekuatan tarik tertinggi yaitu 12,888 MPa. Pada sambungan antara aluminium dan filler ER 4043, filler menyatu dengan aluminium dikarenakan kandungan utama dari aluminium dan filler sama yaitu AlSi, sedangkan pada sambungan antara baja dan filler ER 4043 terbentuk lapisan intermetalik.

Kata Kunci : Brazing, Struktur Mikro, Aluminium 6061,ER 4043

## **Abstract**

The purpose of this study was to see the effect of adding zinc powder in the welding process between aluminum and steel on mechanical strength and to determine the microstructure of the weld joint. The research specimens used were aluminum 6061, steel, filler ER 4043, and zinc powder. In this study, the standard for specimen manufacture was ASTM E8. Microstructure testing is used to see the layers that occur in different brazed welding materials. The results showed that the highest tensile strength was found in strikes without additional zinc powder, namely 14,971 MPa, while specimens with zinc powder obtained the highest yield of 12,888 MPa. In the connection between the aluminum and the ER 4043 filler, the filler is joined to the aluminum because the main content of aluminum and the filler is the same, namely AlSi, while at the connection between steel and the ER 4043 filler an intermetallic layer is formed.

Keywords: Brazing, Microstructure, Aluminum 6061, ER 4043

## **1. PENDAHULUAN**

Di dunia industri yang berkaitan dengan logam, banyak sekali proses – proses penyambungan logam. Salah satu proses penyambungan dua bagian logam adalah dengan cara mengelas, yaitu menyambung dua bagian logam atau lebih secara permanen dengan menggunakan energi panas. Teknik pengelasan banyak di aplikasikan dalam proses penyambungan karena karakteristiknya yang ringan dan proses nya relatif mudah sehingga biaya yang di perlukan relatif murah.

Las Brazing adalah suatu proses penyambungan dua atau lebih logam oleh logam pengisi dengan memanaskan daerah sambungan diatas 450°C (temperature cair logam pengisi) tanpa mencairkan logam induknya. Brazing adalah penyambungan unik yang telah terbukti merupakan metode yang paling berguna untuk menyambungkan material yang berbeda seperti logam atau keramik. Sambungan brazing yang kuat dapat dicapai dengan pemilihan logam pengisi atau filler yang sesuai, pembersihan permukaan logam sebelum di brazing dan mempertahankan kebersihannya selama proses berlangsung, serta perancangan sambungan yang tepat (Kay,2003). Brazing mempunyai perjalanan dan sejarah yang panjang, tetapi kemudian menjadi proses yang sering digunakan seiring dengan perkembangan proses brazing itu sendiri seperti dip brazing, induction brazing, torch brazing dan furnace brazing.

Metode brazing yang paling umum adalah torch brazing. Torch brazing adalah metode brazing yang sangat tepat untuk produksi brazing dalam jumlah kecil. Metode ini memerlukan keahlian dari craftsman yang berperan penting dalam metode ini, karena keahlian craftsman mempengaruhi hasil brazing

Torch brazing seperti Namanya menggunakan obor gas panas di dekat sambungan untuk memanaskan benda kerja dan melelehkan paduan pengisi (filler) yang digunakan untuk mengisi celah. Bahan pengisi yang dipilih harus meleleh secara signifikan dibawah suhu oksidasi benda kerja dan sambungan terlindung dari oksidasi.

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbedaan penambahan serbuk zinc dengan tidak ditamhkannya serbuk zinc terhadap kekuatan uji tarik atau geser dan struktur morfologi, antara plat aluminium seri 6061 dengan baja (steel) dengan penambahan Half V Shape Groove 45° untuk mengetahui formability hasil penyambungan dengan metode Torch Brazing.

## 2. METODE

### 2.1 Langkah Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

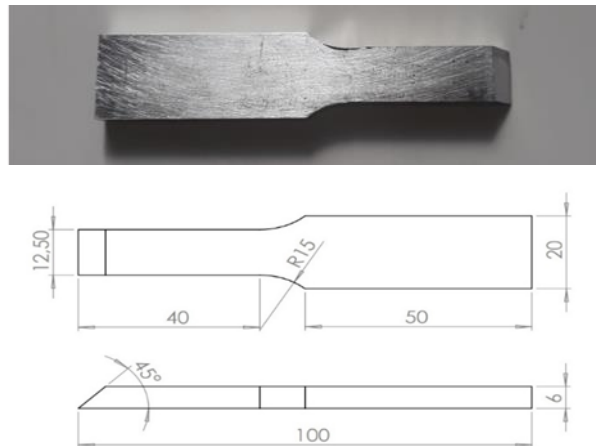
### 2.2 Prosedur Penelitian

#### 2.1.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini digunakan 3 bahan yang berbeda karakteristik pada setiap materialnya, yaitu :

##### 1. Aluminium

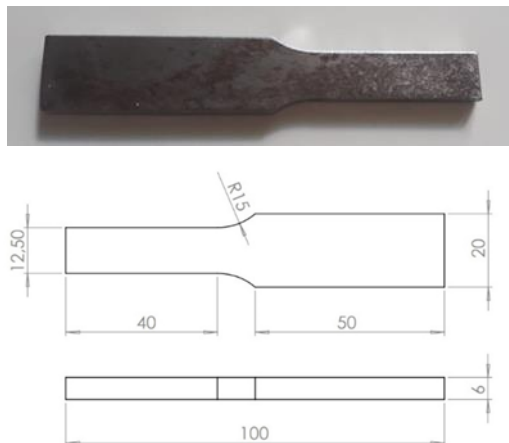
Aluminium yang digunakan adalah aluminium 6061 yang berbentuk plat dengan ketebalan 6 mm yang dibentuk sesuai standart ASTM E8 dan diberi variasi V Groove 45°



Gambar 2. Plat aluminium 6061 sesuai standart ASTM E8 dan diberi groove 45°

## 2. Baja Karbon

Baja karbon yang digunakan adalah baja karbon rendah yang berbentuk plat dengan ketebalan 6 mm, yang dipotong sesuai standart ASTM E8



Gambar 3. Plat baja sesuai standart ASTM E8

## 3. Filler ER 4043

Filler yang digunakan pada penelitian ini adalah filler ER-4043 dengan diameter 2.4mm. Pada penggunaan ini filler mencair dengan cara dipanaskan bersama dengan logam yang akan disambung.



Gambar 4. Filler ER 4043



#### 4. Serbuk Zinc

Serbuk Zinc (Zn) yang digunakan sebagai variasi pengisi dalam sambungan.



Gambar 5. Serbuk Zinc

#### 2.1.2 Alat Penelitian



Gambar 6. Mesin Las Brazing



Gambar 7. Mesin Uji Tarik Mikro



Gambar 8. Mikroskop Struktur

### **3. HASIL DAN PEMBAHASAN**

#### **3.1 Pengujian Tarik**

Pengujian tarik geser dilakukan untuk mengetahui kekuatan sambungan butt joint dengan metode brazing dalam menahan beban yang diberikan. Pada pengujian ini menggunakan 2 variasi spesimen yaitu : Half V Groove 45° dengan serbuk zinc dan Half V Groove 45° tanpa serbuk zinc .

##### **3.1.1 Half V Groove 45° dengan serbuk zinc**

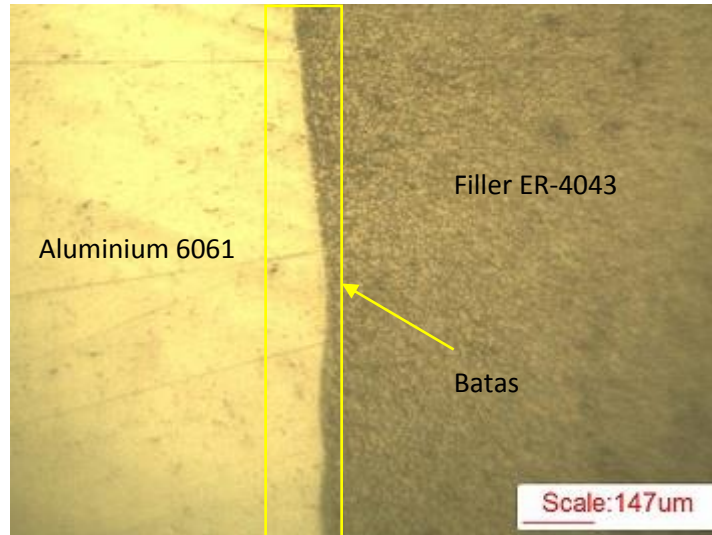
Hasil analisa grafik tegangan regangan pengujian tarik pada tiga spesimen variasi V groove 45° dengan penambahan serbuk zinc, pada penelitian didapatkan hasil pengujian tarik pada sambungan aluminium 6061 dengan baja dengan tebal 6mm menggunakan filler ER 4043. Pada sambungan spesimen pertama didapatkan hasil tegangan geser sebesar 12,888 MPa, sedangkan pada spesimen kedua didapatkan hasil tegangan geser sebesar 9,194 MPa, pada spesimen ketiga didapatkan hasil tegangan geser sebesar 10,693 MPa.

##### **3.1.2 Half V Groove 45° tanpa serbuk zinc**

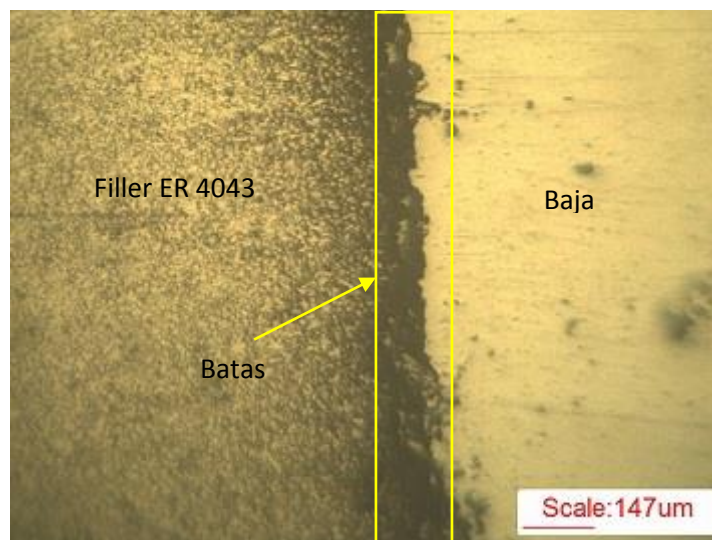
Hasil analisa grafik tegangan regangan pengujian tarik pada tiga spesimen Half V Groove 45° tanpa tambahan serbuk zinc, pada penelitian ini didapatkan hasil pengujian tarik pada sambungan aluminium 6061 dengan baja karbon rendah dengan tebal 6mm menggunakan filler ER 4043. Pada sambungan spesimen keempat didapatkan hasil tegangan geser sebesar 14,971 MPa, sedangkan pada spesimen kelima didapatkan tegangan geser sebesar 12,736 MPa, dan pada spesimen keenam didapatkan hasil tegangan geser sebesar 11,771 MPa.

## 3.2 Pengujian Struktur Mikro

### 3.2.1 Sambungan Brazing dengan tambahan serbuk Zinc



(a)



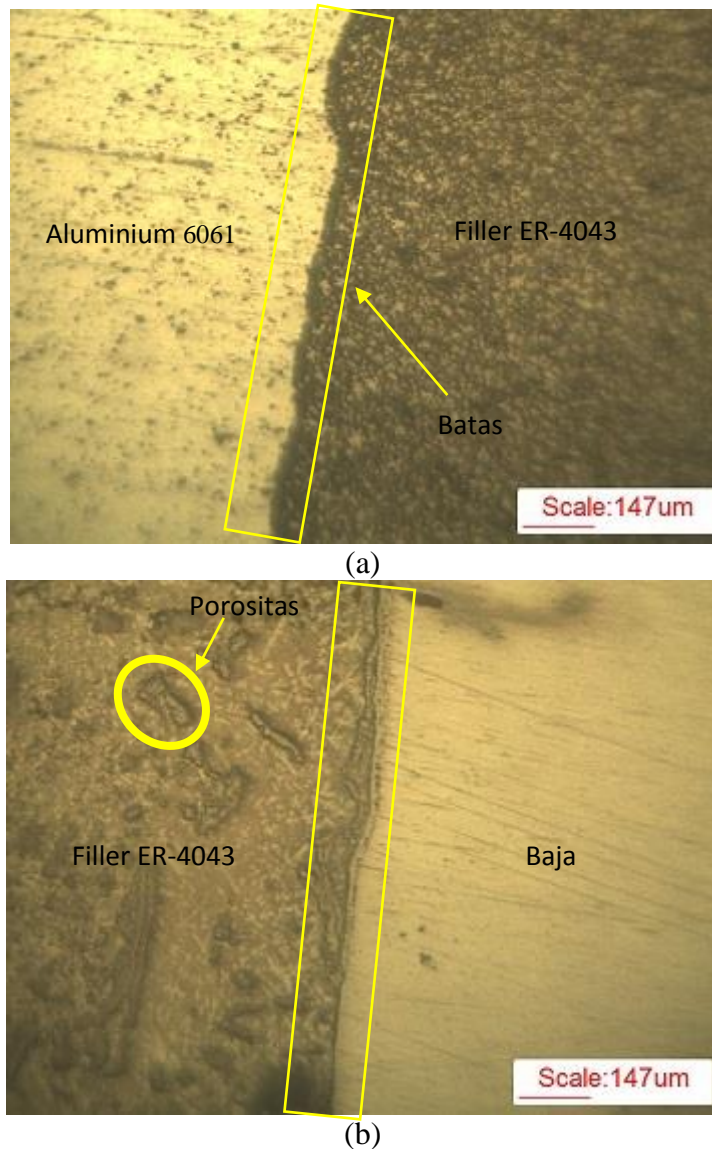
(b)

Gambar 9. (a) Gambar Struktur mikro sambungan *Filler* – Aluminium (b) Gambar struktur mikro sambungan *Filler* – Baja

Pada gambar diatas menunjukkan sambungan pada aluminium – filler ER 4043 terjadi sambungan dimana meratanya cairan dari filler ke permukaan aluminium kemudain menyatu karena komposisi utama dari aluminium dan filler sama yaitu AlSi, sedangkan pada sambungan pada baja – filler ER 4043 menunjukkan adanya lapisan intermetalik. Lapisan

intermetalik adalah senyawa logam yang terbentuk pada antarmuka antara logam yang berbeda. Pada sambungan baja dan filler terbentuk lapisan intermetalik yang termasuk kedalam bagian yang terbentuk dan berjenis broken layer.

### 3.2.2 Sambungan Brazing tanpa tambahan serbuk Zinc



Gambar 10. (a) Gambar Struktur mikro sambungan *Filler* – Aluminium  
(b) Gambar struktur mikro sambungan *Filler* – Baja

Pada gambar struktur mikro diatas menunjukkan sambungan pada aluminium – filler ER 4043 terjadi sambungan dimana meratanya cairan

dari filler ke permukaan aluminium kemudian menyatu karena komposisi utama dari aluminium dan filler sama yaitu AlSi, sedangkan pada sambungan pada baja – filler ER 4043 menunjukkan adanya lapisan intermetalik. Lapisan intermetalik adalah senyawa logam yang terbentuk pada antarmuka antara logam yang berbeda. Pada sambungan baja dan filler terbentuk lapisan intermetalik yang termasuk kedalam bagian yang terbentuk dan berjenis broken layer, namun pada sambungan brazing baja dan filler tanpa penambahan serbuk zinc menunjukkan bahwa adanya porositas karena masih terperangkapnya gas ketika proses brazing dilakukan.

## **4 PENUTUP**

### **4.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada sambungan brazing antara aluminium 6061 dengan baja dengan tambahan serbuk zinc (zn) didapatkan rata – rata hasil tegangan geser sebesar 10.925 MPa dan rata – rata regangan sebesar 0.026 %, sedangkan pada sambungan tanpa tambahan serbuk zinc (zn) didapatkan rata – rata hasil tegangan geser sebesar 13.159 MPa dan rata – rata regangan sebesar 0.026 %.
2. Pada sambungan antara aluminium dan filler ER 4043, filler menyatu dengan aluminium dikarenakan kandungan utama dari aluminium dan filler sama yaitu AlSi, sedangkan pada sambungan antara baja dan filler ER 4043 terbentuk lapisan intermetalik.

### **4.2 Saran**

Berdasarkan hasil penelitian dari proses brazing antara aluminium 6061 dengan baja menggunakan metode torch brazing menggunakan filler ER 4043 penulis menyarankan :

1. Sebelum melakukan proses brazing lebih baik sudah memahami tentang standart yang akan digunakan dan jurnal yang berkaitan.

2. Sebelum proses penyambungan, material diusahakan sudah dibersihkan agar terhindar dari kerak dan kotoran.
3. Mempersiapkan segala kebutuhan saat penelitian akan dilakukan.

## **DAFTAR PUSTAKA**

- A.D.N. Rizha. 2018. Pengaruh Material Pengisi ( Filler ) dan Celah Lebar Pada Sambungan Brazing Terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro. Teknik Mesin. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Ashby, Michael., Shercliff, Hugh., Cebon, David. 2007. Materials – Engineering, Science, Processing and Design.
- ASTM/ E8. 1990. Standart Test Methods for Tension Testing of Methalic Materials. American Society of Testhing Methods. West Conshocken.
- Bintoro, A. Gatot. 2000. Dasar – dasar Pekerjaan Las. Yogyakarta. Kanisius
- Callister, William D. 2007. Materials Science and Engineering and Introduction. New York. : John Wiley and Sons, Inc.
- Kalpakjian, S. Dan Schmid, S.R. 2009. Manufacturing Engineering and Technology, Sixth Edition. Pentice Hall, New York
- Li, Liqun., Xia, Hongbo.2017. Effect of Groove Shape on Laser Welding Al to Steel. China : Harbin Institute of Technology
- Milhaupt, L. 2004. The Brazing Book. Pensylvia Ave : Lucas – Milhaupt Inc.
- Möller, F., Grden, M., Thomy, C., Vollertsen, F. 2011. Combined Laser Beam Welding and Brazing Process for Aluminium Titanium Hybrid Structures. Physics Procedia
- Saputro, Yoga. 2019. Analisis Scanning Electron Microscope (SEM) Pada Pengelasan Brazing Antara Aluminium Seri 1000 Dan Stainless Steel Seri 304 Dengan Penambahan Serbuk Tembaga. Teknik Mesin. Surakarta : Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Shackelford, James F. 1992. Introduction to Material Science for Engineering, London Prentice Hall International, Inc.
- Sonawan, H. 2003. Pengantar Untuk Memahami Proses Pegelasan Logam. Alfabeta, Bandung
- Sravanthi S.S. 2019. Effect of GMAW-brazing and Cold Metal Transfer Welding Technique on the Corrosion Behavior of Aluminium-stell Lap Joint. India : University of Hyderabad.
- Sugiyama, Y. 1989. Brazing of Aluminium Alloys. Welding International
- Surdia, T., Saito, S. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik, Cetakan Ke-4. Pradnya Paramita

Sydney, H.A. 1974. Introduction to Physical Metallurgy. America : McGraw  
- Hill Book Company.

Yang Jinlong,. 2014. Development of Novel CsF-RbF-Al<sub>3</sub> Flux for Brazing  
Aluminium to Stainless Steel With Zn-Al Filler Metal, Journal  
Materials and Design. China : Nanjing University of Astronautics