

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER* SERBUK ZINC MESH
200 DENGAN BERAT 0,07 gr DAN 0,08 gr PADA LAS TITIK
ALUMUNIUM DAN *STAINLESS STEEL***



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

Oleh:

WAHYU AJI PAKERTI UTOMO

D200 120 138

**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC MESH 200*
DENGAN BERAT 0,07 gr DAN 0,08 gr PADA LAS TITIK *ALUMINIUM* DAN
*STAINLESS STEEL***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

WAHYU AJI PAKERTI UTOMO

D200120138

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing



M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

NIK.976

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH *FILLER* SERBUK *ZINC MESH 200*
DENGAN BERAT 0,07 gr DAN 0,08 gr PADA LAS TITIK *ALUMINIUM* DAN
*STAINLESS STEEL***

Oleh :

WAHYU AJI PAKERTI UTOMO

D200120138

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 10 Juli 2018

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

(Ketua Dewan Penguji)

2. Ir. Agung Setyo Darmawan, MT.

(Anggota 1 Dewan Penguji)

3. Agus Yulianto, ST, MT.

(Anggota 2 Dewan Penguji)

()

()

()

Dekan,

 
Ir. Sri Sunarjono, MT, Ph.D.
NIK.682

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 daftar pustaka.

Apabila kelak terbukti atau ketidak benaran dalam pernyataan saya di atas maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta 10 Juli 2018

Penulis



Wahyudi Aji Pakerti Utomo

D200120138

ANALISA METALOGRAFI PENGARUH FILLER SERBUK ZINC MESH 200 DENGAN BERAT 0,07 gr DAN 0,08 gr PADA LAS TITIK ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL

ABSTRAK

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju, perkembangan dalam teknologi las juga semakin maju, salah satunya dalam bidang las titik. Pada penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh berat filler zinc antara pengelasan beda material aluminium dan stainless steel dengan berat filler 0,07 gr dan 0,08 gr. Proses pengelasan dilakukan dengan arus 6000 A, 7000 A, 8000 A, waktu pengelasan 0,2 detik, 0,3 detik, 0,4 detik. Hasil pengujian foto makro bahwa arus dan waktu berpengaruh terhadap lebar diameter nugget. Lebar diameter terbesar pada arus 8000 A, waktu 0,4 detik. Pada filler 0,07 gr didapat diameter 3,55 mm dan pada filler 0,08 gr didapat diameter 4,18 mm. Hasil foto mikro didapat hasil pada daerah HAZ aluminium terlihat semakin tinggi arus dan waktu maka butiran semakin kecil, pada HAZ stainless steel terlihat terjadi perubahan butiran dari kecil ke besar. Pada nugget aluminium terlihat meleleh, pada nugget stainless steel terlihat tidak meleleh tapi sudah menempel.

Kata Kunci : Las Titik, Beda Material, Filler Zinc, Uji Metalografi

ABSTRACT

As the time progressed, the development of welding technology is going forward, one of them is spot welding. The purpose of this research to understand the zinc filler's weight effect in dissimilar material welding between aluminium and stainless steel with a weight of 0,07 grand 0,08 gr. The welding process carried out by using 6000 A, 7000 A, 8000 A current with 0,2 s, 0,3 s, 0,4 s welding time. The result of macro photo test reveals that current and welding time affect the width of nugget diameter. The width's diameter obtained by using 8000 A current, 0,4 s welding time on 0,07 gr filler is 3,55 mm, and using 0,08 gr filler with the same welding time is 4,18 mm. The result of mikro photo test of aluminium HAZ reveals that the higher current and welding time are, the smaller the grain can be, also the stainless steel HAZ change from small to large. The are physical on aluminium nugget that loose melted rather than is it strong.

Keywords : Spot Welding, Dissimilar Material, Zinc Filler, Metallographic Test

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin maju, maka perkembangan dalam bidang teknologi juga semakin maju, salah satunya adalah dalam bidang pengelasan atau penyambungan logam. Pengelasan merupakan salah satu cara untuk menyambung dua logam baik itu logam yang sejenis atau tak sejenis. Pengelasan sendiri memiliki banyak kelebihan antara lain sambungannya kuat,

operasional yang murah, dan mudah dalam pengoperasian. Menurut Nurbanasari (2014), dalam dunia industri, pengelasan dua jenis logam yang berbeda biasanya bertujuan untuk memenuhi kriteria kombinasi sifat tertentu dan efisiensi biaya.

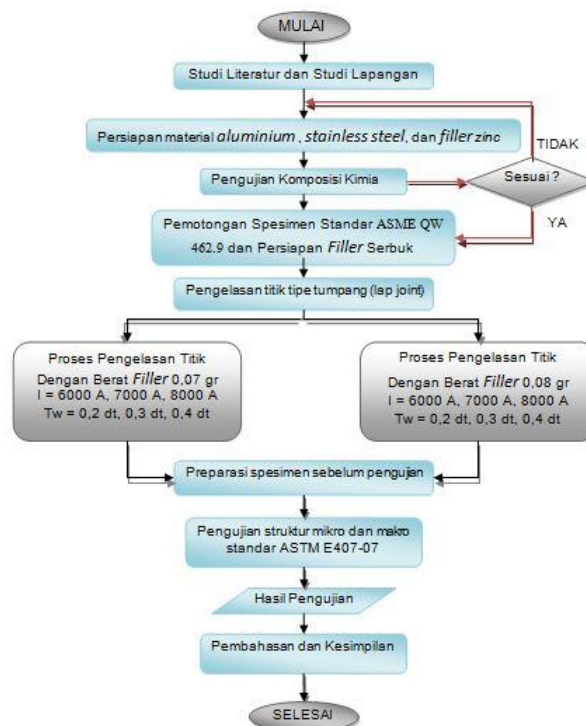
Pengelasan sendiri mempunyai banyak metode, salah satunya yang cukup maju adalah las titik atau *Resistance Spot Welding*. Las titik banyak digunakan dalam dunia industri untuk menyambung material yang berupa lembaran/pelat yang sama jenis materialnya atau yang berbeda jenis materialnya. Penggunaan las titik dalam dunia industri sebenarnya bukanlah hal yang baru, salah satu contoh penggunaan las titik adalah pada industri otomotif, terutama yang paling banyak ditemui pada perakitan mobil karena banyak menggunakan lembaran/pelat. Dalam perakitan mobil salah satu contohnya adalah perakitan pintu mobil. Sambungan antara baja tahan karat SUS316L sebagai *setting* pintu mobil dan baja karbon ST37 sebagai *under frame* (Nurhidayat (2012)). Pada proses ini perakitan menggunakan material yang berbeda jenis dikarenakan untuk mendapatkan hasil yang maksimal dengan memanfaatkan keunggulan dari masing-masing material, sehingga tujuan dari industri tetap tercapai dengan terciptanya mobil dengan kualitas yang baik dan biaya produksi tetap murah.

Pengelasan dua jenis logam yang berbeda sifat dan karakteristiknya bertujuan untuk mendapatkan hasil sambungan yang kuat dengan memanfaatkan keunggulan masing-masing material. Menurut Purwaningrum (2013). *Aluminium* dan baja adalah bahan yang paling penting pada konstruksi produksi otomotif. Dalam dunia industri tidak menutup kemungkinan penggabungan antara dua material yang berbeda lainnya, misal las titik antara *stainless steel* dengan *aluminium*. Sifat material yang dimiliki antara *stainless steel* dan *aluminium* berbeda. *Stainless steel* adalah logam yang tahan korosi tapi tidak mudah teroksidasi, sedangkan *aluminium* adalah logam yang tahan korosi tapi mudah teroksidasi, *aluminium* mempunyai beberapa kekurangan, salah satunya adalah susah untuk dilas, maka dalam pengelasan perlu adanya material bantu (*filler*) sebagai media penghubung

Filler adalah material bantu yang berfungsi sebagai penggabung dua material agar sambungan dapat menyatu dengan baik. *Filler* sendiri bisa berupa

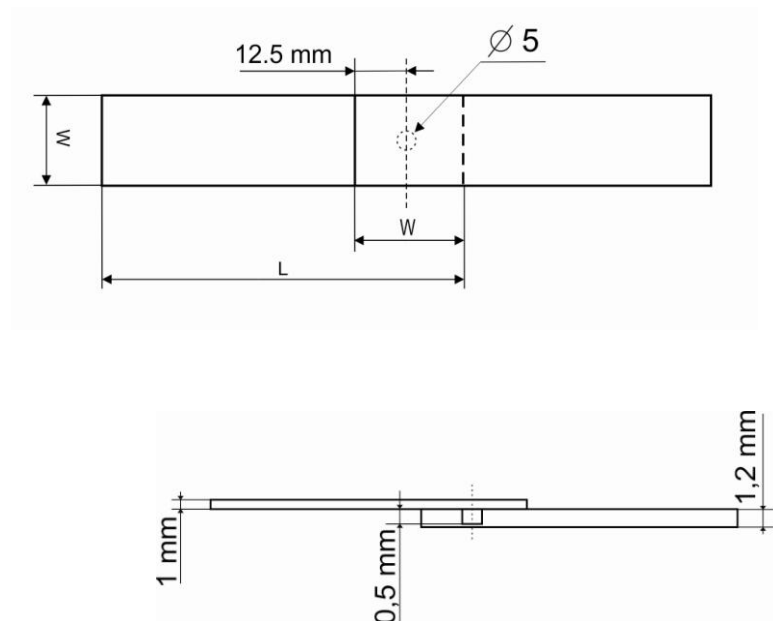
pelat atau serbuk. Pemilihan *filler* pada proses pengelasan tergantung dari sifat dan karakteristik logam induk yang digunakan. Berdasar uraian diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis pengelasan titik dengan material *stainless steel* dan *aluminium* menggunakan *filler* logam seng (zn) berupa serbuk dengan memvariasikan berat *filler*.

2. METODE



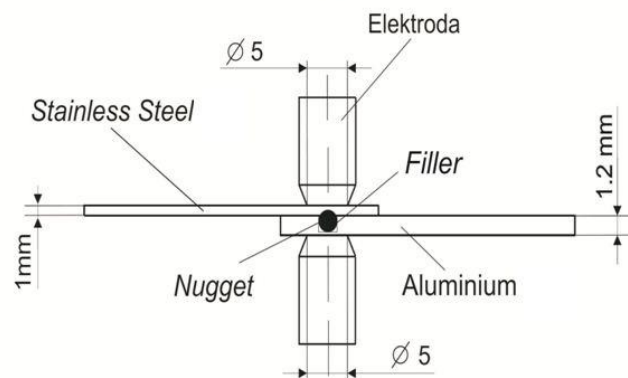
Gambar 1. Iagram alir penelitian

Metode penelitian menggunakan pengelasan titik (Spot Welding) dengan tipe sambungan lap joint. Spesimen uji dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu menggunakan *filler* serbuk berat 0,07 gr dan menggunakan *filler* serbuk berat 0,08 gr. Variasi parameter arus adalah 6000 A, 7000 A, 8000 A, waktu pengelasan 0,2 dt, 0,3 dt, 0,4 dt, holding time 5 dt. Pada proses pengelassan ditambahkan dengan filer serbuk *mesh* 200 yang diletakan pada cekungan lokator yang dibuat pada *aluminium* .

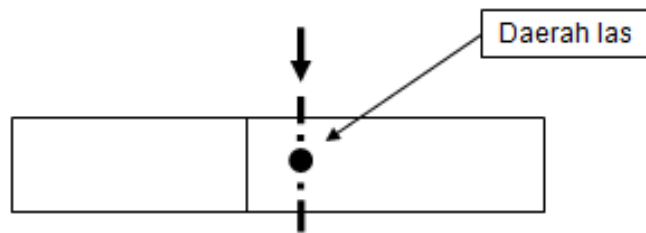


	<i>Aluminium (mm)</i>	<i>Stainless steel(mm)</i>
W	25	25
L	100	100
$\varnothing$	5	

Gambar 2. Ukuran spesimen (ASME QW 462.9)



Gambar 3. Skema Pengelasan



Gambar 4. Spesimen setelah pemotongan dan di *mounting*

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

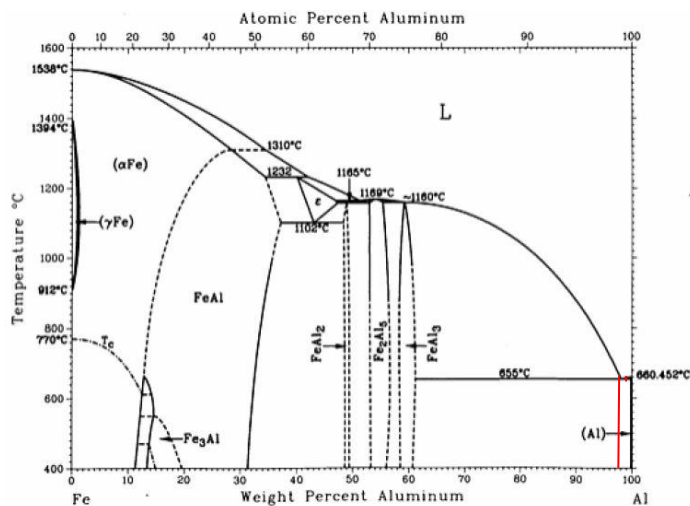
3.1 Hasil Uji Komposisi Kimia

Hasil pengujian komposisi kimia spesimen uji didapat data sebagai berikut :

Tabel 1. Hasil Pengujian Komposisi Kimia *Aluminium*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Al	98,8
2	Fe	0,4597
3	Si	0,2080
4	Zn	0,1772
5	Cu	0,0823
6	Mg	0,0731
7	Mn	0,0710
8	Ti	0,0247
9	Pb	0,0115
10	Cr	0,0050
11	Ni	0,0049
12	Sn	0,0006
13	Ca	0,0002
14	Sb	0,0002
15	P	0

Berdasarkan tabel 1. pengujian terdapat tiga unsur yang paling besar, kemudian dimasukkan kedalam “*MatWeb Material Property Data*”, maka didapat hasil material termasuk dalam *aluminium 6000 series*, spec property Al = 91,7-99,6%, Fe = 0,0400-1,00%, Si = 0,200-1,80%.



Gambar 5. Diagram fasa Al-Fe

Dari gambar 5. diagram fasa Al-Fe terlihat titik cair pada aluminium 6000 series pada 660°C.

Tabel 2. Hasil Uji Komposisi Kimia *Stainless steel*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Fe	81,9
2	Cr	16,4
3	Mn	0,703
4	Si	0,300
5	Ni	0,177
6	Cu	0,0750
7	Co	0,0722
8	Mo	0,0721
9	C	0,0622
10	V	0,0603
11	W	0,0380
12	Al	0,0316
13	Ti	0,0128
14	Nb	0,0124
15	Pb	<0,0100
16	P	<0,0050
17	S	<0,0050

Dari hasil pengujian terdapat tiga unsur tertinggi. Untuk mengetahui jenis material *stainless steel* berdasar pada *ASM Handbook* vol 6 menggunakan diagram *schaeffler* dengan mencari % Cr dan % Ni dengan menggunakan rumus :

$$\text{Cr eq} = \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1,5 \times \% \text{Si} + 0,5 \times \% \text{Nb}$$

$$\text{Ni eq} = \% \text{Ni} + 30 \times \% \text{C} + 0,5 \times \% \text{Mn}$$

Perhitungannya sebagai berikut :

$$\text{Cr eq} = \% \text{Cr} + \% \text{Mo} + 1,5 \times \% \text{Si} + 0,5 \times \% \text{Nb}$$

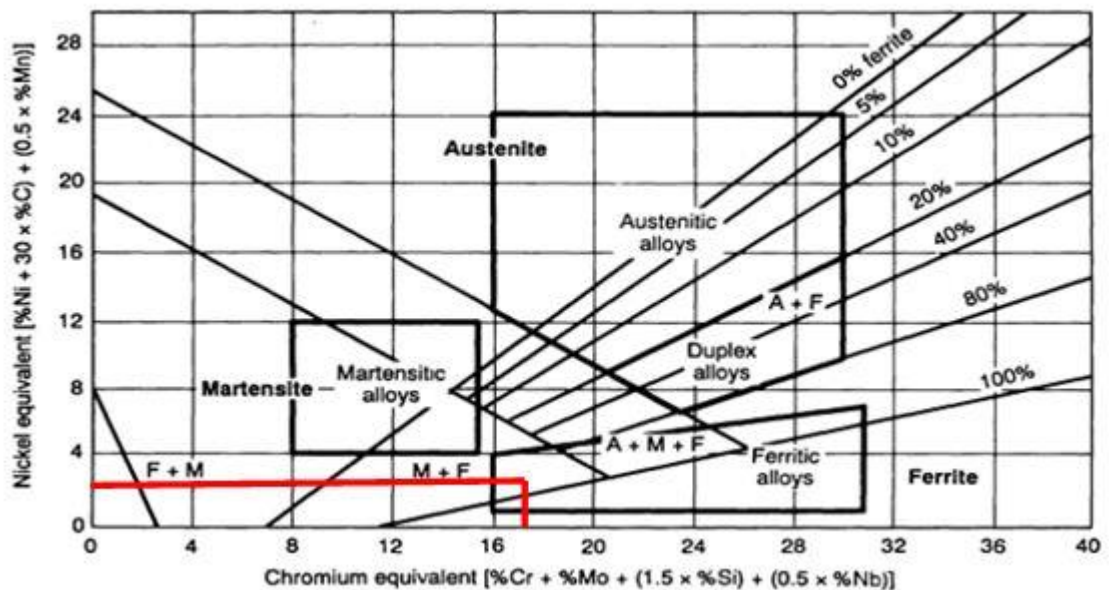
$$= 16,4 + 0,0721 + (1,5 \times 0,300) + (0,5 \times 0,0124)$$

$$= 16,9283$$

$$\text{Ni eq} = \% \text{Ni} + 30 \times \% \text{C} + 0,5 \times \% \text{Mn}$$

$$= 0,177 + (30 \times 0,0622) + (0,5 \times 0,703)$$

$$= 2,3945$$



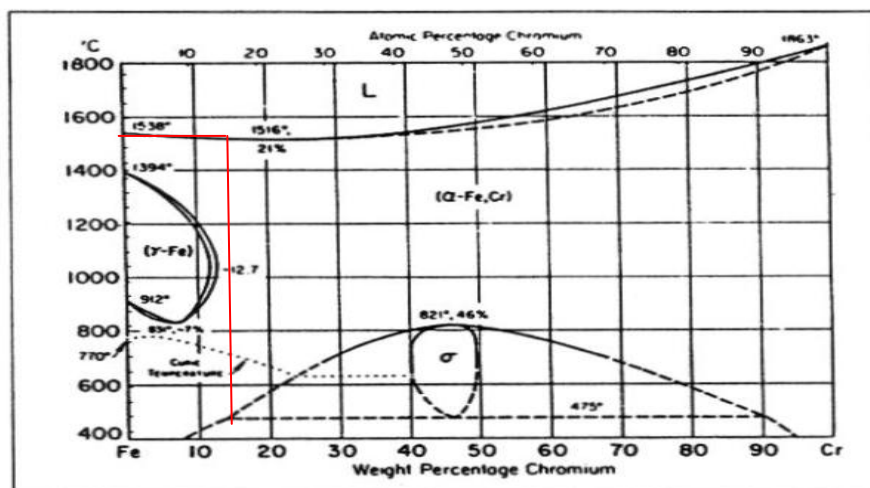
Gambar 6. Fasa logam induk *stainless steel* (*ASM Handbook* Vol 6)

Pada gambar 6. diketahui dari perhitungan %Cr eq dan %Ni eq bahwa pertemuan garis tersebut termasuk kedalam jenis *stainless steel ferritic*.

Tabel 3. Baja Tahan Karat *ferritic* berdasarkan “*MatWeb Material Property Data*”

Component Element Properties	Metric	English	Comments
Carbon, C	$\leq 0.12 \%$	$\leq 0.12 \%$	
Chromium, Cr	16 - 18 %	16 - 18 %	
Iron, Fe	$\geq 79.31 \%$	$\geq 79.31 \%$	As Remainder
Magnese, Mn	$\leq 1.0 \%$	$\leq 1.0 \%$	
Nickel, Ni	$\leq 0.50 \%$	$\leq 0.50 \%$	
Phosphorous, P	$\leq 0.040 \%$	$\leq 0.040 \%$	
Silicon, Si	$\leq 1.0 \%$	$\leq 1.0 \%$	
Sulfur, S	$\leq 0.030 \%$	$\leq 0.030 \%$	

Dari hasil pencocokan melalui “*MetWeb Material Property Data*” data yang paling sesuai yaitu material *stainless steel* jenis *ferritic* dengan seri 430 dengan titik lebur 1536°C , dimana kandungan Cr 16-18%, Ni kurang dari 1%. Menurut Surdia (2000) baja tahan karat *ferritic* mengandung Cr sekitar 16-18% atau lebih, *stainless steel* jenis *ferritic* memiliki keuntungan bahwa tanpa kandungan Ni sukar untuk terjadi retakan korosi tegangan.



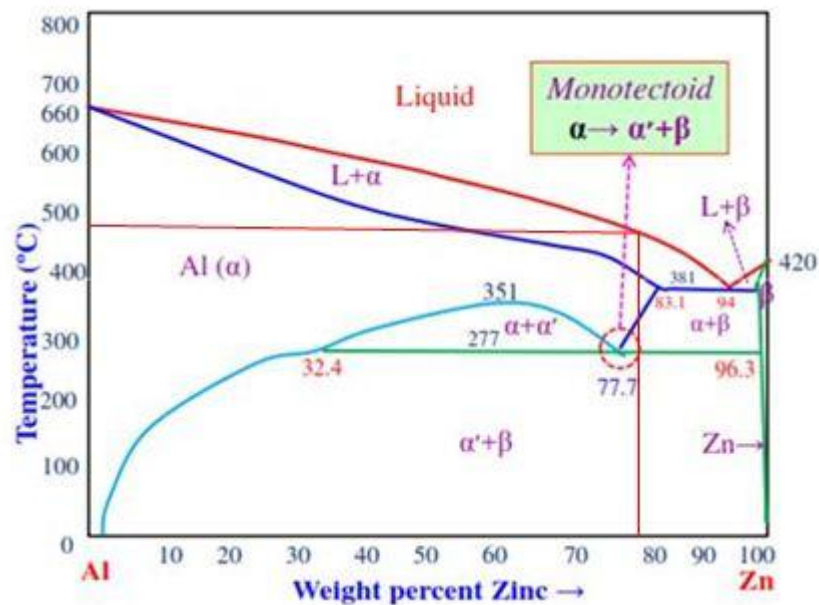
Gambar 7. Diagram fasa Fe-Cr

Dari gambar diatas terlihat titik lebur stainless steel seri 430 pada suhu 1536°C .

Tabel 4. Hasil Uji Komposisi Kimia Zinc

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Zn	78,9
2	Al	7,50
3	Sn	2,31
4	Fe	>2,00
5	Pb	1,27
6	Cd	0,317
7	Mn	>0,120
8	Ni	>0,0500
9	Mg	>0,0300
10	Cu	>0,0050

Dari hasil uji komposisi terdapat tiga unsur tertinggi. Berdasarkan “*MatWeb Material Property Data*” termasuk kedalam *zinc alloy Za-12*. Material jenis ini merupakan material yang memiliki kekuatan pembebanan besar. Menurut Avner (1974) kelarutan Zn pada *Alumunium* adalah 31,6% pada suhu 527⁰F, akan tetapi turun menjadi 5,6% pada 257⁰F.



Ganbar 8. Diagram fasa Al-Zn

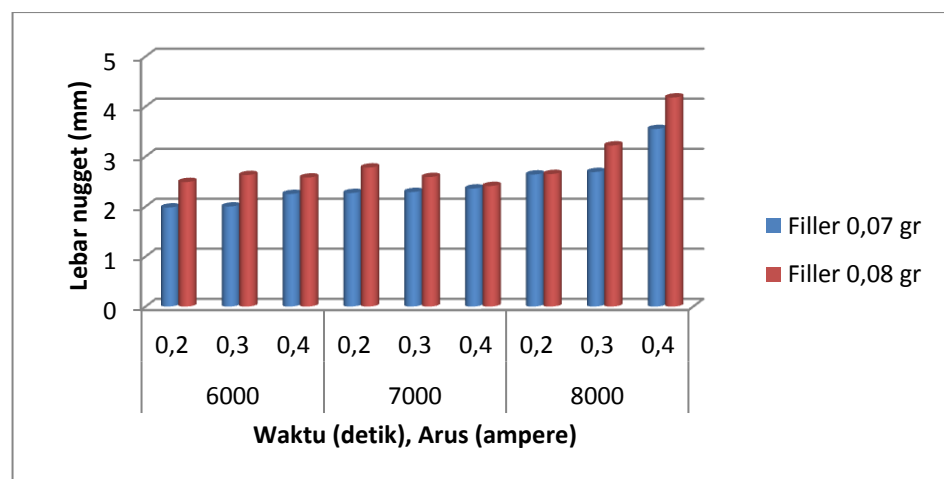
Dari gambar 8. diagram fasa Al-Zn spesimen Zinc Alloy terlihat titik cairnya pada suhu 475°C.

3.2 Pengujian Metalografi

Berikut hasil uji metalografi dari las beda material *aluminium* dan *stainless steel* menggunakan *filler zinc* dengan variasi berat 0,07 gr dan 0,08 gr.

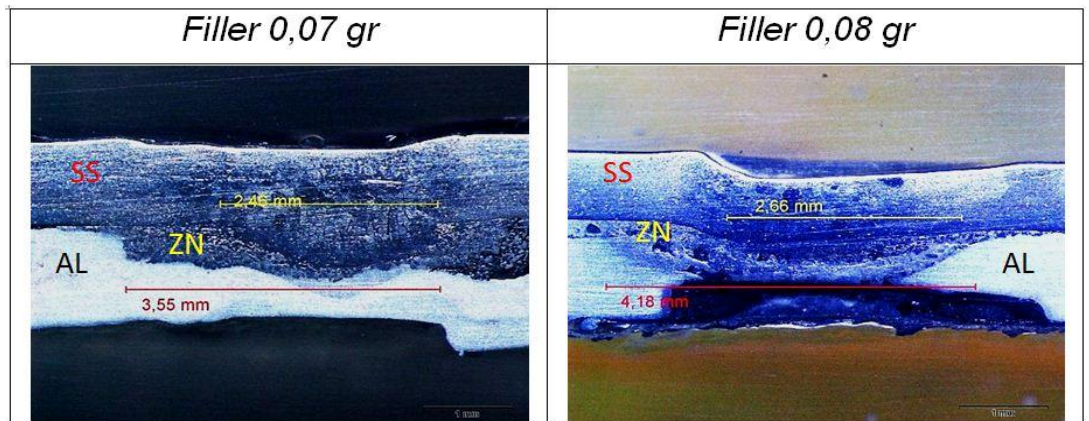
Tabel 5. Pengaruh arus dan waktu pada lebar logam las (*nugget*)

Eksperimen	Arus (Ampere)	Waktu (detik)	Lebar <i>nugget</i> (mm)			
			<i>Filler</i> 0,07 gr		<i>Filler</i> 0,08 gr	
			Al	SS	Al	SS
1	6000	0,2	1,98	1,96	2,49	2,16
2		0,3	2	1,74	2,63	2,1
3		0,4	2,25	2,23	2,58	2,02
4	7000	0,2	2,27	2,08	2,78	2,29
5		0,3	2,29	2,21	2,59	2,34
6		0,4	2,36	2,24	2,41	2,39
7	8000	0,2	2,64	2,35	2,65	2,66
8		0,3	2,69	2,38	3,22	2,57
9		0,4	3,55	2,46	4,18	2,66



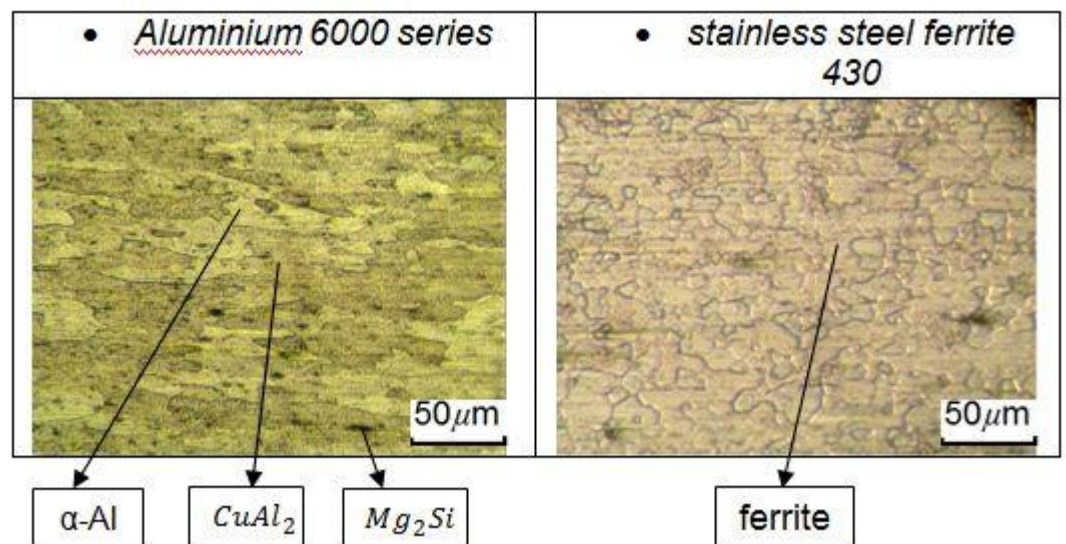
Gambar 9. Histogram pengaruh arus dan waktu terhadap lebar logam las (*nugget*) aluminium

Dari gambar 9. menunjukan variasi arus dan waktu mempunyai pengaruh terhadap lebar logam las (*nugget*). Menurut Arghafani (2016) bahwa arus berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (*nugget*) aluminium.



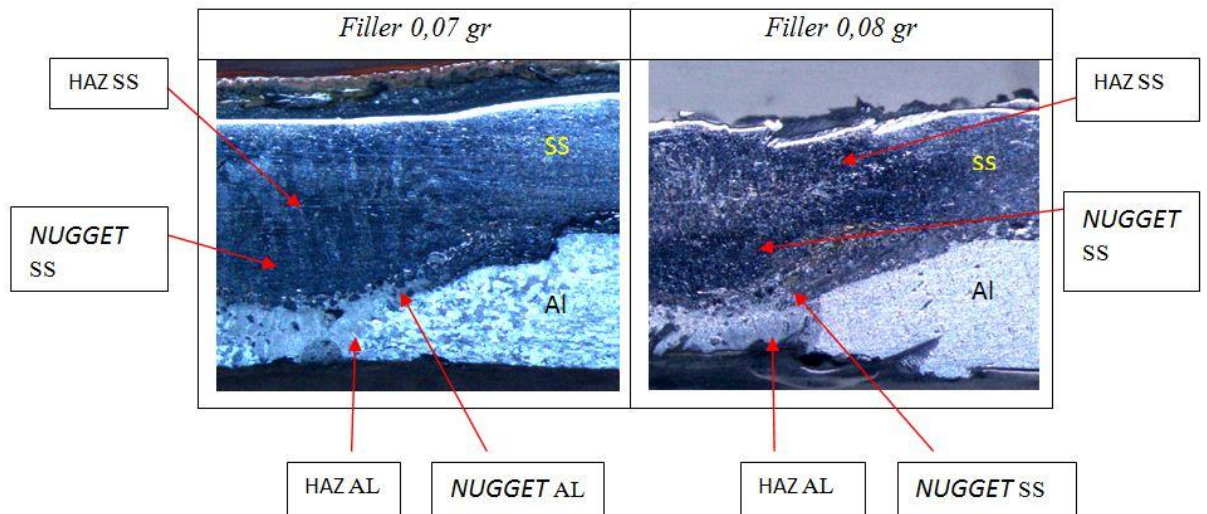
Gambar 10. Perbandingan foto makro dengan *filler* berat 0,07 gr dan 0,08 gr

Dari gambar 10. menunjukkan bahwa lebar logam las *aluminium* lebih besar dari *stainless steel*. Arghafani (2016) lembaran *aluminium* dengan lapisan *zinc* meleleh lebih besar pada pengelasan *low carbon steel*, daripada pengelasan lembaran *aluminium* dengan baja galvanis, saat pengelasan lembaran *aluminium* dengan lapisan *zinc* akan membentuk logam las (*nugget*) lebih besar karena melelehnya *zinc* terhadap *aluminium*. Hal ini juga dipengaruhi karena titik lebur *aluminium* yang lebih kecil dari titik lebur *stainless steel*.

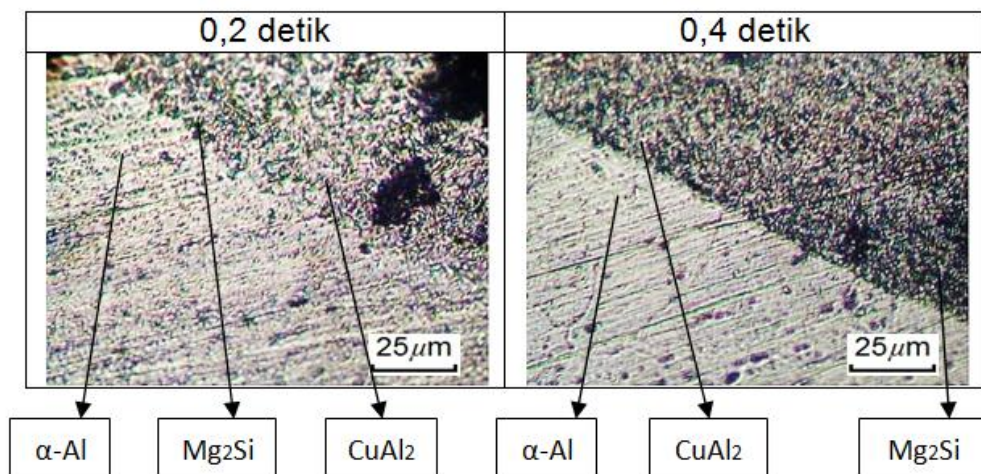


Gambar 11. Logam induk (*base metal*) spesimen uji.

Gambar 11. Adalah gambar yang diambil pada material uji mikro struktur sudah mendekati dan sesuai dengan *ASM Handbook Vol 9*.

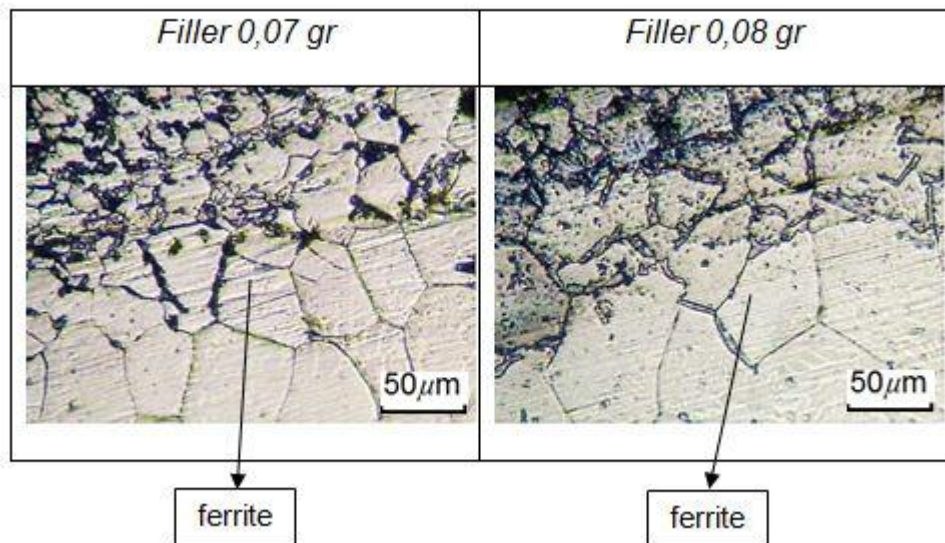


Gambar 12. Foto makro daerah HAZ dan nugget.



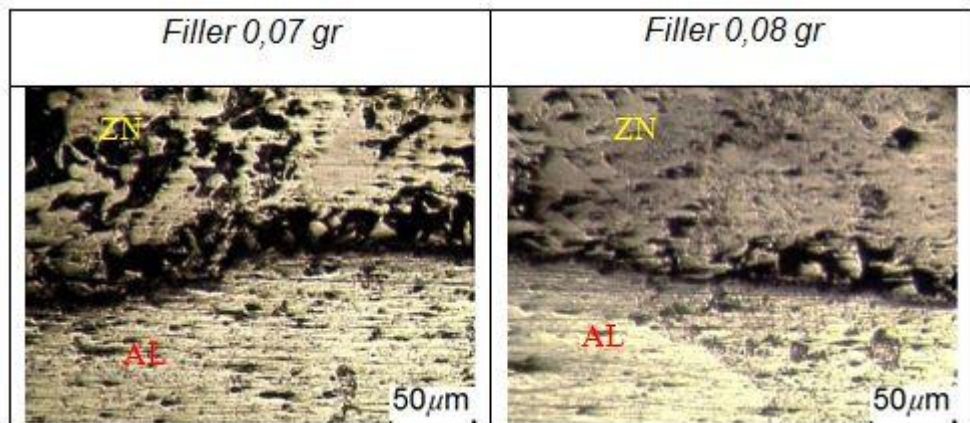
Gambar 13. Hasil penelitian daerah *HAZ* pada *aluminium* arus 8000 ampere *filler* 0,07 gr

Pada gambar 13. terlihat daerah *HAZ aluminium* mengalami perubahan butiran, semakin besar arus dan waktu maka butiran pada daerah *HAZ* akan semakin mengecil.



Gambar 14. Hasil penelitian daerah *HAZ* dari logam *stainless steel filler* 0,07 gr dan *filler* 0,08 gr pada arus 8000 A.

Dari gambar diatas terlihat bahwa terjadi perubahan butiran dari kecil menjadi besar.



Gambar 15. Foto mikro daerah logam las *aluminium* pada waktu 0,4 detik, arus 8000 A

Dari gambar 15. daerah logam las pada *aluminium* terlihat dapat melebur sempurna, pada aluminium dengan *filler* 0,08 gr mengalami peleburan lebih baik dari pada *aluminium* dengan *filler* 0,07 gr.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan dari hasil penelitian, maka dapat disimpulkan sebagai berikut : Hasil uji komposisi kimia pada *aluminium* menunjukkan bahwa *aluminium* tersebut merupakan *aluminium 6000 series* (campuran Al-Fe-Si), untuk hasil uji komposisi kimia *stainless steel* termasuk dalam kategori *ferritic*, yaitu seri 430, dan hasil uji komposisi kimia pada *filler zinc* termasuk *zinc alloy Za-12*, Setiap kenaikan arus dan waktu terlihat lebar diameter *nugget* yang cenderung semakin besar. Lebar *nugget aluminium* lebih besar dibandingkan dengan lebar *nugget stainless steel*, Material *aluminium* dan *filler zinc* terlihat meleleh, sedangkan pada *stainless steel* dan *filler zinc* terlihat tidak meleleh namun sudah menempel, Hasil pengujian foto mikro terlihat daerah *HAZ aluminium* pada pengelasan menggunakan *filler* 0,07 gr dan 0,08 gr pada setiap kenaikan arus dan waktu mengalami perubahan butiran semakin mengecil. Hasil pada *stainless steel* terlihat terjadi perubahan butiran dari kecil ke besar, Pada pengelasan menggunakan *filler* 0,08 gr terbentuk *nugget* yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan *filler* 0,07 gr.

4.2 Saran

Pada penelitian pengelasan beda material masih bisa dikembangkan lagi, dengan material sama pada penelitian ini. Dengan perubahan parameter yang berbeda-beda atau dengan material yang berbeda maka penelitian dapat dikembangkan.

Untuk mendapatkan hasil penelitian yang baik maka preparasi spesimen harus terlebih dahulu dipahami, penggunaan alat yang baik untuk medapat hasil optimal dan penelitian yang sesuai prosedur harus dilakukan.

Membuat cadangan spesimen apabila ada spesimen yang rusak pada saat melakukan pemotongan spesimen dan pengujian metalografi.

Mengambil beberapa titik foto saat pengujian metalografi untuk mendapatkan hasil yang terbaik.

DAFTAR PUSTAKA

- Arghavani, M.R., Movahedi M., Kokabi, A.H., 2016, *Role of zinc layer in resistance spot welding of aluminium to steel*. doi: [10.1016/j.matdes.2016.04.033](https://doi.org/10.1016/j.matdes.2016.04.033). Department of Materials Science and Engineering, Sharif University of Technology, P.O. Box 11365-9466, Azadi Ave., Tehran, Iran.
- ASM *Metallography and Microstructures*, Richard H. Stevens, Aluminum Company of America, Vol.6, p.707.
- ASM Metals Handbook, 1983, *Welding Brazing and Soldering*. Introduction to the Selection of *Stainless Steels*, John C. Lippold, Edison Welding Institute, Vol.6, p.1110.
- ASME IX 2010, *Welding and Brazing Qualifications*. American Society Mechanical Engineering, Three Park Avenue, New York, 10016 USA.
- ASTM International, 100 Barr Harbor Drive, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959, United States.
- Avner, Sidney, H., 1974, *Introducing to physical metalurgi*, 2nd Edition, Mc Graw-Hill Publishing Co, Ltd, Singapore.
- EAA – European Aluminium Association., 1994, *Resistance During Spot Welding of Steel and Aluminium*. TALAT. 4500.01.03.
- Firdaus, R., 2014. *Studi Metalografi Pengaruh Arus Dan Waktu Pengelasan Sambungan Las Titik Logam Las Tak Sejenis*. Tugas Akhir S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- ISF welding and joining institute. 2005, *Resistance spot welding resistance*
- Makhruf, Bai, D., 2017. *Studi Metalografi Pengaruh Filler Serbuk Zinc Pada Pengelasan Titik Beda Material Antara Aluminium Dan Stainless Steel*. Tugas Akhir S-1 Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta.
- Miller., 2012, *Handbook for Resistance Spot Welding*. <http://www.millerwelds.com/pdf/resistance.pdf>.
- Nurbanasari, M., Hadiprayitno, D., Tandiayu, Y,E., 2014. *Pengaruh Parameter Post Weld Heat Treatment Terhadap Sifat Mekanik Lasan Dissimilar Metal AISI 1045 Dan AISI 304*. Universitas Andalas, Padang.
- Nurhidayat, A., Triyono. 2012. *Pengaruh Waktu Dan Arus Listrik Pengelasan RSW Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Pada Sambungan Logam Tak Sejenis Antara Baja Tahan Karat SS316 Dan Baja Karbon ST37*. Tesis S-2 Teknik Mesin, Universitas Negeri Surakarta, Surakarta.