

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC
HASIL *ELEKTROPLATING* TERHADAP PENGELASAN TITIK
ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL**



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

oleh :

RIO SAFRIZON

D200130167

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

HALAMAN PERSETUJUAN

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN *ZINC*
HASIL *ELEKTROPLATING* TERHADAP PENGELASAN TITIK
ANTARA *ALUMINIUM* DAN *STAINLESS STEEL***

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

RIO SAFRIZON

D200130167

Telah diperiksa dan disetujui untuk diuji oleh :

Dosen Pembimbing

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'M. Alfatih Hendrawan'.

M. Alfatih Hendrawan, ST, MT.

NIK.976

HALAMAN PENGESAHAN

**ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC
HASIL *ELEKTROPLATING* TERHADAP PENGELASAN TITIK
ANTARA *ALUMINIUM* DAN *STAINLESS STEEL***

Oleh:

RIO SAFRIZON

D200130167

Telah dipertahankan di depan dewan penguji

Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin

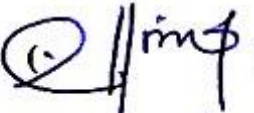
Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Selasa, 3 April 2018

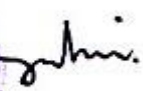
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji:

1. **M. Alfatih Hendrawan, S.T., M.T.**
(Ketua Dewan Penguji)
2. **Patna Partono, ST, MT.**
(Anggota I Dewan Penguji)
3. **Agus Yulianto, ST, MT.**
(Anggota II Dewan Penguji)

()
()
()

Dekan,



Dr. Sri Sutrisno, M.T., 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 ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka akan saya pertanggungjawabkan sepenuhnya.

Surakarta, 06 April 2018

Penulis



RIO SAFRIZON

D200130167

ANALISA METALOGRAFI PENGARUH LAPISAN ZINC HASIL ELEKTROPLATING TERHADAP PENGELASAN TITIK ANTARA ALUMINIUM DAN STAINLESS STEEL

ABSTRAK

Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan dalam bidang manufaktur atau konstruksi otomotif. Berbagai macam metode pengelasan yang digunakan dalam dunia industri salah satunya yaitu pengelasan titik. Pengelasan titik beda material merupakan hasil pengembangan dari teknologi pengelasan untuk dapat meminimalisir berat kendaraan sehingga dapat mengurangi konsumsi bahan bakar. Dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh lapisan *zinc* hasil *elektroplating* pada sambungan las titik beda material antara *aluminium* dan *stainless steel*. Dimana standar yang digunakan untuk ukuran spesimen adalah ASME QW 462.9, untuk komposisi kimia menggunakan standar ASTM A751-01 dan untuk pengujian metalografi menggunakan standar ASTM E407-07. Proses pengelasan titik dilakukan dengan parameter arus 6000 A, 7000 A, 8000 A, dan waktu 0,2 dt, 0,3 dt, 0,4 dt. Hasil uji komposisi kimia material *aluminium* merupakan paduan seri 6019, material *stainless steel* termasuk seri 430 *ferritic* dan material logam *zinc* merupakan seri ZA-12. Pada pengujian foto makro arus dan waktu pengelasan berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (*nugget*) dimana semakin besar arus dan semakin lama waktu pengelasan maka diameter logam las (*nugget*) akan semakin besar. Pada pengujian foto mikro terlihat bahwa daerah logam induk, HAZ, dan logam las tidak terjadi perubahan yang signifikan, tetapi hanya mengalami perubahan butiran, baik pada pengelasan menggunakan lapisan *zinc* atau tanpa lapisan *zinc*.

Kata kunci : Pengelasan titik, Beda material, *Electroplating*, Uji metalografi

ABSTRACT

Welding is the part that can not. Various welding methods used in the industrial world one of which is point welding. Welding material different point is the result of the development of welding technology to be able to minimize the weight of the vehicle so as to reduce fuel consumption. In this study aims to determine the effect of zinc coating elektroplating results at the welding point different material between aluminum and stainless steel. The standard used for the specimen size is ASME QW 462.9, for chemical compositions using the ASTM A751-01 standard and for metallographic testing using the ASTM E407-07 standard. The point welding process is carried out with current parameters of 6000 A, 7000 A, 8000 A, and time of 0.2 dt, 0.3 dt, 0.4 dt. The result of chemical composition test of aluminum material is 6019 series alloy, stainless steel material including 430 ferritic series and zinc metal material is ZA-12 series. In test of macro photo of

current and weld time influence to width of diameter of weld metal (nugget) where bigger current and welding time weld metal diameter (nugget) will be bigger. In the micro-photo testing it is seen that the parent metal area, HAZ, and weld metal did not change significantly, but only changed the grain, either on welding using zinc coating or without zinc layer.

Keywords: Spot Welding, Dissimilar Material, Electroplating, Metallographic Test

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang konstruksi dan manufaktur semakin maju, baik didalam perakitan maupun perawatan. Salah satu proses yang terpenting yaitu pengelasan atau penyambungan. Pengelasan merupakan bagian yang tidak dapat dipisahkan, banyak metode yang digunakan dalam proses pengelasan, salah satu diantara metode yang digunakan adalah RSW (*Resistance spot welding*) atau yang biasa di sebut las titik.

Las titik adalah pengelasan resisten listik dimana dua atau lebih lembaran logam dijepit diantara elektroda, logam yang bersinggungan menjadi panas dan suhu naik sampai mencapai suhu pengelasan. Dalam industry atau manufaktur yang lebih luas proses pengelasan las titik banyak dimanfaatkan pada sektor perkapalan, penerbangan, dan konstruksi.

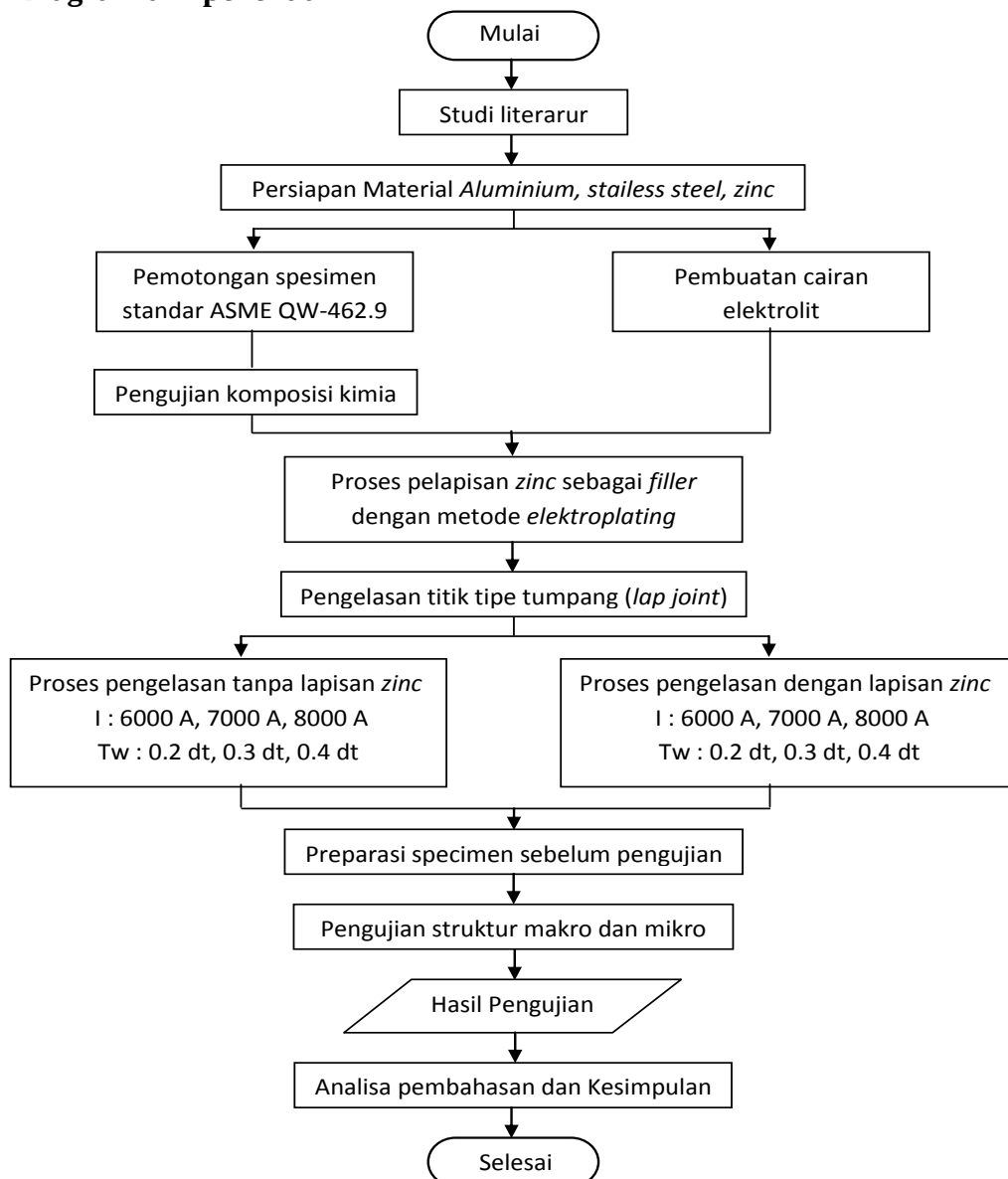
Pemilihan material yang digunakan sebagai bahan baku harus berbentuk baik, mampu las, mampu diperbaiki. Material itu juga harus ringan, sehingga dapat menghemat konsumsi bahan bakar, dengan penghematan konsumsi bahan bakar, maka efisiensi semakin meningkat. Untuk memenuhi kebutuhan tersebut dalam suatu produksi, pengelasan logam beda material merupakan salah satu solusi.

Las titik tidak hanya digunakan untuk material yang sejenis, tetapi juga dapat digunakan untuk material tak sejenis. Namun penggabungan beda material dengan menggunakan metode *electroplating zinc* sebagai *filler* yang berfungsi sebagai perantara material yang satu dengan material lainnya merupakan pengembangan dalam cara pengelasan.

Penelitian ini ditunjukan untuk mengetahui sifat fisis sambungan las beda material secara metalografi pengaruh proses hasil *elektroplating zinc* untuk penggabungan material *aluminium* dengan *stainless steel* terhadap pengelasan titik.

2. METODE

2.1 Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram alir penelitian

2.2 Alat dan Bahan

2.2.1 Alat

Adapun alat yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

- 1) Alat pengelasan : Las titik (RSW) merk Dayok
- 2) Alat bantu : *rectifier* (alat pelapisan) ,alat ukur, mesin potong, tang, gergaji, ragum, *stop watch*, amplas.
- 3) Alat pengujian : alat uji komposisi kimia (*spactometer*), mikroskop mikro dan mikroskop makro.

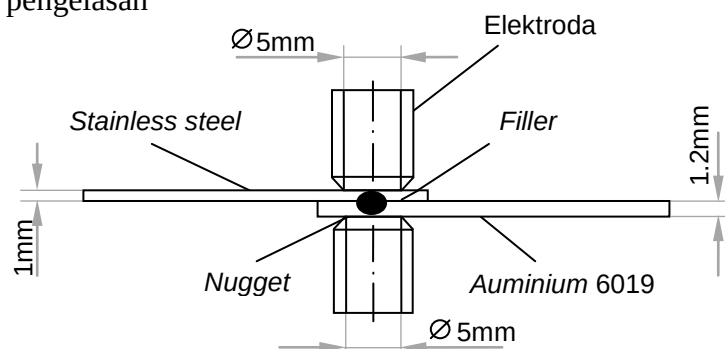
2.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *aluminium* dengan ketebalan 1,2mm, *stainless steel* dengan ketebalan 1mm dan logam *zinc* dengan ketebalan 0,8mm.

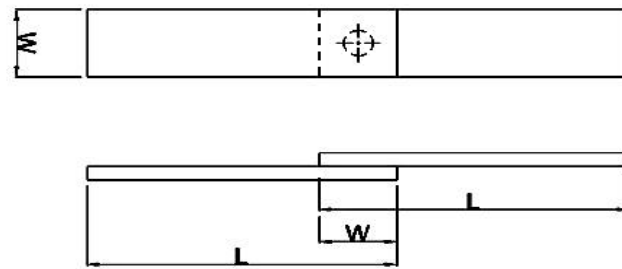
2.3 Langkah Penelitian

Penelitian ini menggunakan pengelasan titik (*spot welding*) dengan tipe sambungan (*lap joint*). Spesimen dibagi menjadi 2 kelompok yaitu dengan lapisan *zinc* dan tanpa menggunakan lapisan *zinc* dengan variasi parameter arus 6000A; 7000A; 8000A dan waktu pengelasan 0,2; 0,3; 0,4 detik. Dimana proses pengelasan yang menggunakan lapisan *zinc* dilakukan pada material *stainless steel*.

- 1) Pengujian komposisi kimia
- 2) Penambahan lapisan *zinc* dengan metode *elektroplating*
- 3) Proses pengelasan



Gambar 2. skema pengelasan

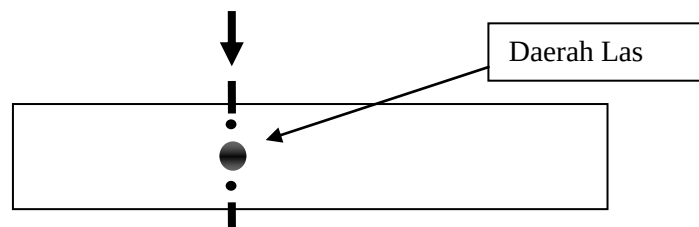


	<i>Aluminium(mm)</i>	<i>Stainless Steel(mm)</i>
W	25	25
L	100	100

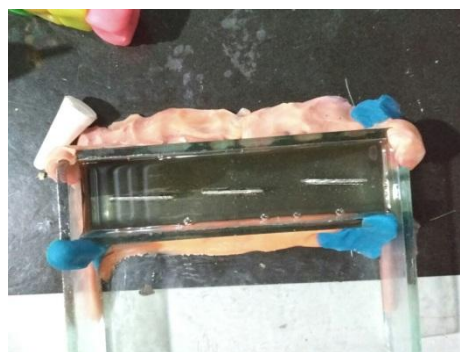
Gambar 3. Ukuran spesimen (ASME QW 462.9)

4) Pengujian metalografi

Pengujian metalografi digunakan untuk pengamatan foto mikro dan makro, dimana foto mikro menggunakan pembesaran 100X-240X sedangkan untuk foto makro menggunakan pembesaran 25X dan 50X.



Gambar 4. Arah pemotongan spesimen



Gambar 5. Proses pemoutingan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Hasil Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia ditujukan untuk mengetahui presentasi unsur kimia yang terdapat pada suatu material yang digunakan untuk penelitian. Penelitian ini menggunakan material *aluminium*, *stainless steel* dan *zinc*. *Aluminium* dan *stainless steel* sebagai logam induk, *zinc* sebagai logam pelapis. Pengujian menggunakan alat *spectrometer*. Berikut pemaparan hasil pengujian komposisi kimia *aluminium*, *stainless steel* dan *zinc*.

Tabel 1 Hasil pengujian Komposisi Kimia *Aluminium*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Al	98,22
2	Fe	0,553
3	Zn	0,511
4	Si	0,198
5	Cu	0,169
6	V	0,125
7	Cr	0,115
8	Ni	0,0411
9	Mn	0,0347
10	Mg	<0,0500
11	Sn	<0,0500
12	Pb	<0,0300
13	Ti	<0,0100
14	Ca	0,0048
15	Zr	<0,0030
16	Sr	<0,0005
17	Be	<0,0001

Berdasarkan pengujian *spectrometer* pada logam *aluminium* unsur yang paling dominan, yaitu Al, Fe dan Zn dari 3 unsur tersebut kita masukkan data ke dalam “*MatWeb Material Property Data*”, kita dapatkan jenis material *aluminium* tersebut termasuk ke dalam seri 6xxx, dan jika kita

bandingkan antara data hasil pengujian dengan data pada “*MatWeb Material Property Data*” maka material *Aluminium* dapat dikatakan mendekati seri 6019 dengan *property* Al =94,9-98,0%, Fe=<0,50%, Zn=0,4-1,0%.

Tabel 2 Hasil Uji Komposisi Kimia *Stainless Steel*

No	Unsur	Prosentase (%)
1	Fe	81,9
2	Cr	16,4
3	Mn	0,700
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 pengujian *spectrometer* material *Stainless Steel*, terdapat 3 unsur dengan prosentase tertinggi yaitu, Fe, Cr, dan Mn. Dari 3 unsur tersebut kita masukan kedalam “*MatWeb Material Property Data*”, dan kita dapatkan material *stainless steel* termasuk jenis *ferritic* dengan seri 430 dengan *property*, Fe = 79-87%, Cr=14-18%, Mn=<1,0%. Untuk mengetahui jenis material *stainless steel*, berdasarkan *ASM Handbook* vol 6 menggunakan *diagram schaeffler* dengan mencari % Cr dan % Ni, rumus tersebut yaitu,

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

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

Perhitungannya sebagai berikut,

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

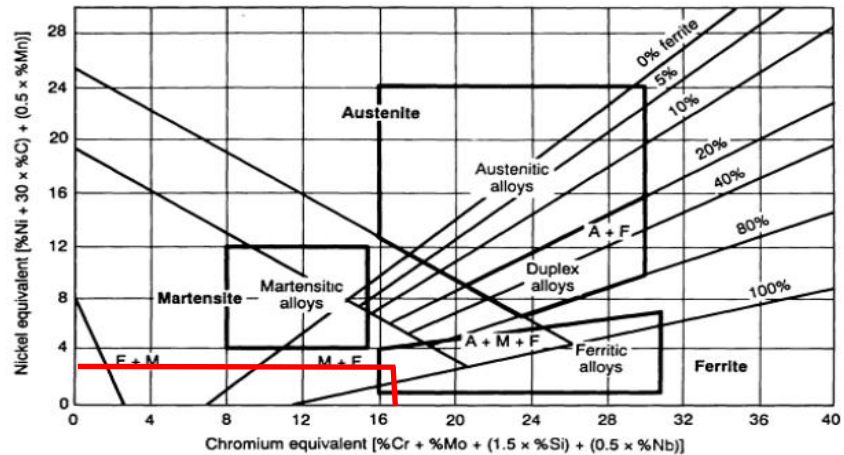
$$= 16,4 + 0,0721 + (1,5 \times 0,300) + (0,5 \times 0,0124)$$

$$= 17,43$$

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

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

$$= 2,39$$



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

Tabel 3 Hasil Uji Komposisi Kimia *Zinc*

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

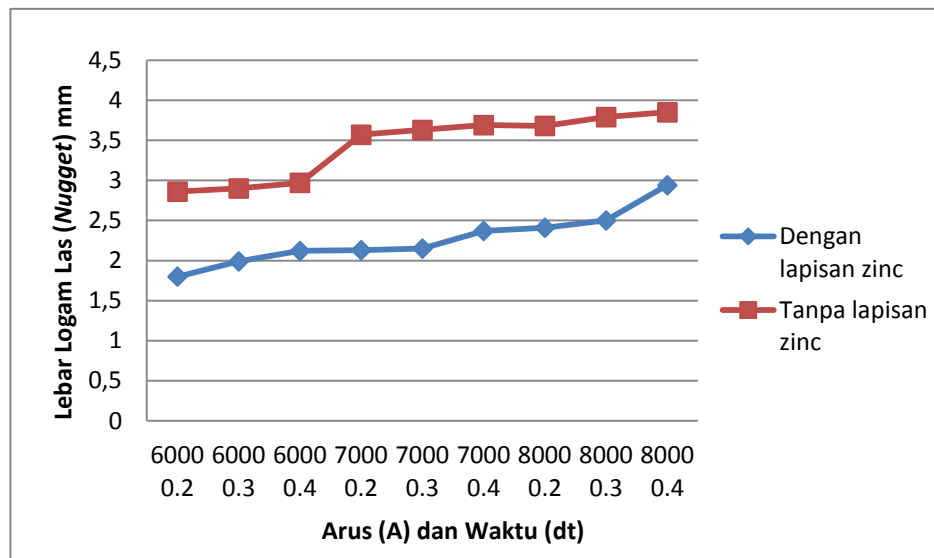
Dari hasil uji komposisi kimia *zinc*, unsur yang dominan adalah Zn, Al, dan Fe. Berdasarkan “*MatWeb Material Property Data*”, material tersebut mendekati *zinc alloy* seri Za-12.

3.2 Pengujian Metalografi

Pengujian metalografi dilakukan untuk mengetahui sifat fisik suatu material. Sifat fisik tersebut terbagi atas daerah logam induk (*Base Metal*), logam las (*Nugget*), dan daerah terpengaruh panas (*Heat Affective Zone*). Uji struktur makro untuk mengetahui diameter daerah las sedangkan uji foto mikro untuk mengetahui daerah HAZ dan logam induknya. Berikut hasil pengelasan antara *aluminium* dan *stainless steel* dengan menggunakan lapisan *zinc* dan tanpa menggunakan lapisan *zinc* untuk pengujian metalografi.

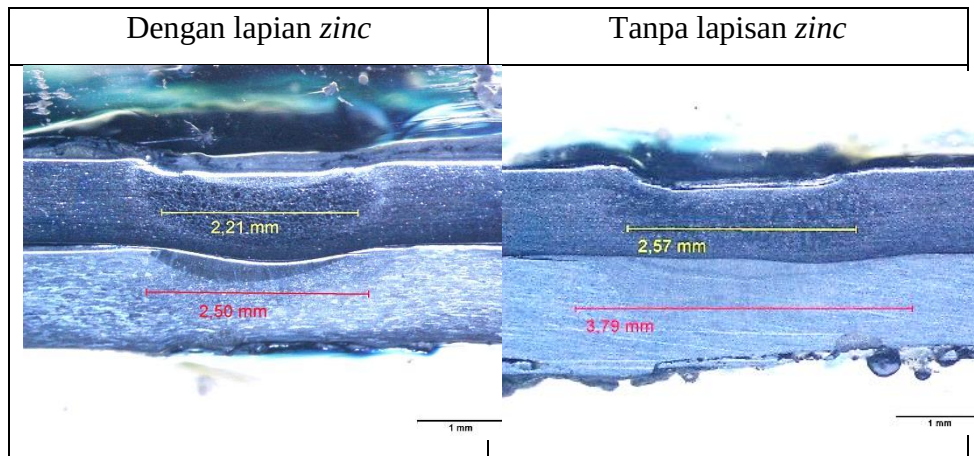
Tabel 4 Pengaruh arus dan waktu pada lebar logam las(*nugget*)

Eksperimen	Arus (Ampere)	Waktu (detik)	Lebar <i>Nugget</i>			
			Dengan lapisan <i>zinc</i>		Tanpa lapisan <i>zinc</i>	
			Al	SS	Al	SS
1	6000	0,2	1,80	1,63	2,86	-
2		0,3	1,99	1,68	2,90	-
3		0,4	2,12	1,82	2,97	-
4	7000	0,2	2,13	1,82	3,57	-
5		0,3	2,15	2,00	3,63	-
6		0,4	2,37	2,04	3,69	-
7	8000	0,2	2,41	2,18	3,68	-
8		0,3	2,50	2,21	3,79	-
9		0,4	2,94	2,40	3,85	-



Gambar 7. Grafik pengaruh arus dan waktu terhadap lebar logam las (*nugget*)

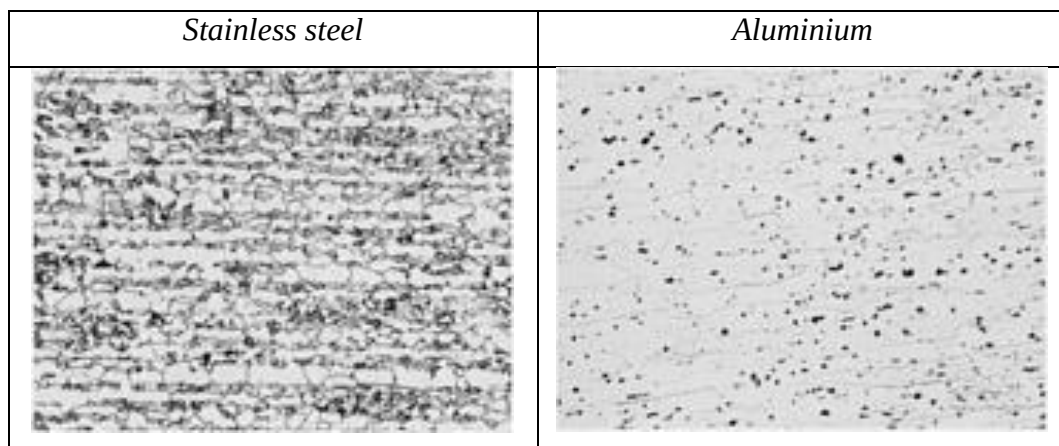
Gambar 7 menunjukkan bahwa variasi arus dan waktu berpengaruh terhadap lebar diameter logam las (*nugget*). Hal ini sesuai dengan rumus $H = I^2 \cdot R \cdot t$, bahwa semakin besar arus (I) dan semakin lama waktu (t) maka semakin besar pula masukkan panas yang terjadi.



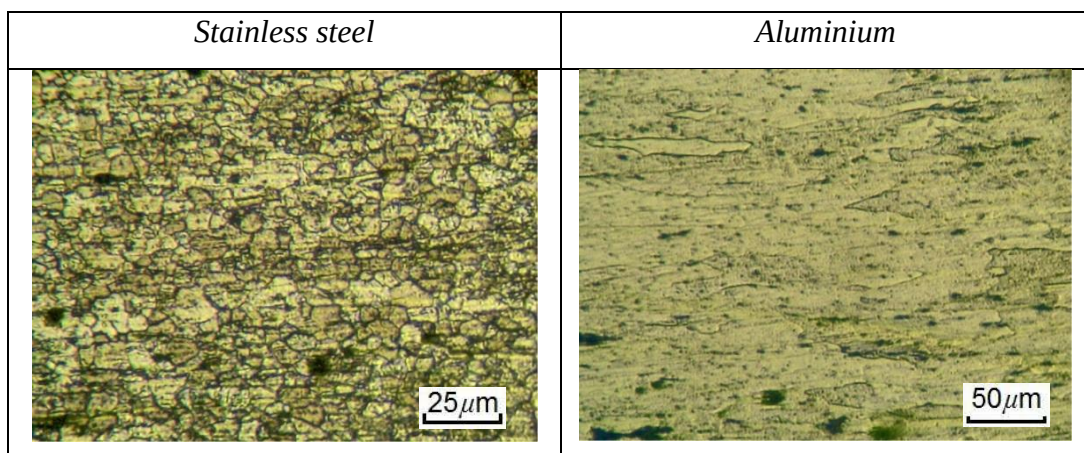
Gambar 8. Perbandingan foto makro dengan lapisan *zinc* dan tanpa lapisan *zinc* daerah logam las (*nugget*) dengan pembesaran 25X

Dari gambar 8 di atas menunjukkan bahwa lebar diameter logam las (*nugget*) *aluminium* lebih besar dari pada *stainless steel*. Sambungan pada

daerah logam las(*nugget*) dengan menggunakan lapisan *zinc* lebih kecil dibandingkan dengan tanpa lapisan *zinc*, dimana pengelasan menggunakan lapisan *zinc* yaitu sebesar 2,50 mm sedangkan tanpa lapisan *zinc* yaitu sebesar 3,79 mm.

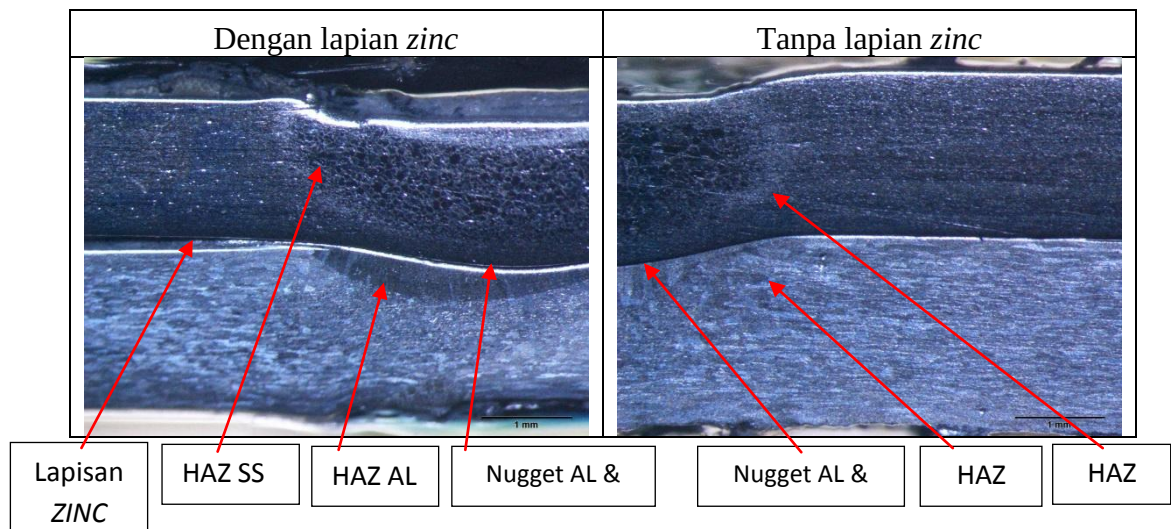


Gambar 9. Logam Induk (*base metal*) *Stainless steel ferittic* 430 dan *Aluminium* seri 6xxx ASM Handbook Vol.9

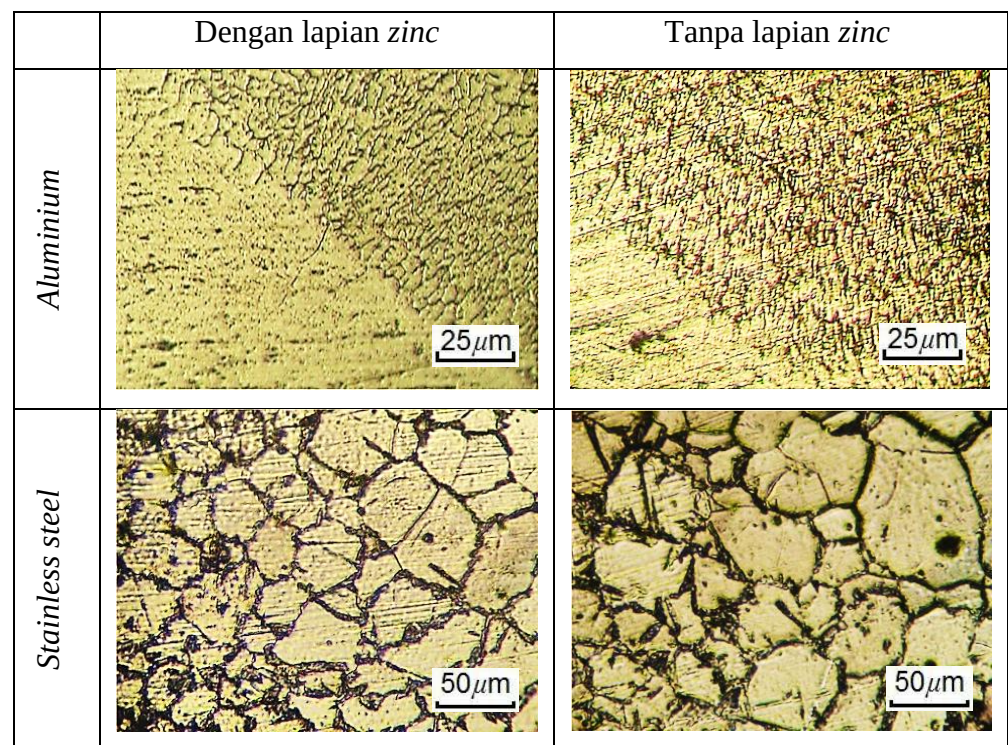


Gambar 10. Logam Induk (*base metal*) spesimen uji

Gambar 10 merupakan hasil gambar mikro struktur yang diambil dari benda kerja atau spesimen uji dan sudah mendekati atau sesuai dengan ASM Handbook 9.



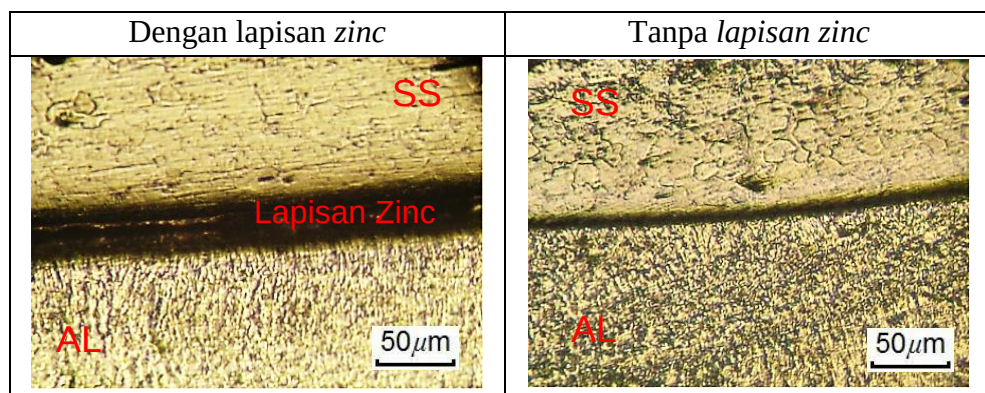
Gambar 11. Foto Makro pembesaran 50X HAZ dan Logam Las (nugget).



Gambar 12. Hasil penelitian daerah HAZ, *aluminium* dan *stainless steel* dengan lapisan *zinc* dan tanpa lapisan *zinc*

Perubahan daerah HAZ dari gambar 12 yang menggunakan lapisan *zinc* maupun tanpa menggunakan lapisan *zinc* terlihat berbeda. Pada material *aluminium* perubahan besarnya butiran dari logam induk ke daerah terkena

panas yaitu semakin kecil. Dimana pengelasan yang menggunakan lapisan *zinc* butirannya terlihat lebih besar bila dibandingkan tanpa lapisan *zinc*. Pada material *stainless steel* perubahan butiran dari logam induk kecil ke daerah terkena panas yaitu semakin besar, sedangkan perbedaan HAZ *stainless steel* yang menggunakan lapisan *zinc* dan tanpa lapisan *zinc* tidak terlalu berbeda signifikan, dimana dari gambar tersebut dapat kita ketahui penambahan lapisan *zinc* dengan metode *elektroplating* tidak terlalu berpengaruh pada hasil foto mikro pada logam *stainless steel* pada daerah yang terkena panas.



Gambar 13. Foto mikro perbandingan daerah logam las (*nugget*) dengan lapisan *zinc* dan tanpa lapisan *zinc*

Dari hasil foto mikro daerah logam las (*nugget*) diatas dapat diketahui bahwa pengelasan yang menggunakan lapisan *zinc* dan tanpa lapisan *zinc* dapat tersambung. Pengelasan yang menggunakan lapisan *zinc* terjadi peleburan yang kurang baik bila dibandingkan dengan pengelasan tanpa lapisan *zinc*, hal ini dikarenakan adanya pengaruh *alumunia* (Al_2O_3) pada lapisan *zinc* yang mempunyai sifat *insulator* (penghambat panas dan arus listrik) yang baik, sehingga pada pengelasan menggunakan lapisan *zinc* panas yang dihasilkan menjadi kecil atau kurang baik. Sedangkan pada pengelasan tanpa lapisan *zinc* panas yang dihasilkan lebih baik sehingga dapat terlihat pada hasil uji foto diatas, dimana batas butir pada pengelasan tanpa lapisan *zinc* lebih banyak dibandingkan pengelasan menggunakan lapisan *zinc*. Hal ini yang mengakibatkan peningkatan kekuatan pada pengelasan tanpa lapisan *zinc* lebih baik dari pada pengelasan menggunakan lapisan *zinc*.

4. PENUTUP

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisa data dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- 1) Hasil uji komposisi kimia menunjukkan bahwa pada material *aluminium* merupakan seri 6019, untuk hasil uji komposisi kimia material *stainless steel* termasuk dalam kategori *feritic* seri 430, sedangkan untuk material logam *zinc* merupakan paduan seri ZA-12.
- 2) Setiap kenaikan arus dan waktu, lebar diameter logam las meningkat. Pada pengelasan menggunakan lapisan *zinc* logam las lebih kecil dibandingkan tanpa lapisan *zinc*.
- 3) Hasil uji pengamatan makro, penambahan lapisan *zinc* hasil *elektroplating* tidak terjadi peleburan yang signifikan pada daerah logam las, sama halnya pada daerah logam las yang tanpa lapisan *zinc*.
- 4) Hasil uji foto mikro logam las, penambahan lapisan *zinc* hasil *electroplating* terjadi peleburan yang kurang baik bila dibandingkan tanpa lapisan *zinc*. Sedangkan daerah HAZ terjadi perubahan butiran menjadi besar pada *stainless steel* dan pada *aluminium* berubah menjadi kecil.

4.2 Saran

Pengelasan beda material dengan lapisan *zinc* hasil *electroplating* perlu dikembangkan lagi, dengan mencari referensi yang benar-benar sesuai tentang *electroplating* dari arus, voltase, waktu dan cairan *elektrolit* yang di gunakan. Untuk hasil penelitian yang optimal, alat-alat pendukung yang digunakan juga harus lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Amstead, B.H., Djaprie, S (Alih Bahasa), 1995, *Teknologi Mekanik*, Jilid 1, PT. Erlangga, Jakarta.
- Arghavani, M. Movahedi dan A.H. Kokabi, 2016, *Role of zinc layer in resistance spot welding of aluminium to steel*, Department of Materials Science and Engineering, Sharif University of Technology, Theran Iran.

- ASM Handbook Vol 6. Pdf, 1993, *Welding Brazing and Soldering*, ASM Handbook Commite, United State.
- ASM Handbook Vol 9. Pdf, 1998, *Metallography and Microstructures*, ASM Handbook Commite, United State.
- ASM Handbook Vol 10. Pdf, 1998, *Material Characterization*, ASM Handbook Commite, United State.
- ASME IX 2010, *Welding and Brazing Qulification*. American Society Mechanical Engineering, Three Park Avenue, New York, 10016 USA.
- ASTM A751-01, 2001, *Standard Test Methods, Pratises, and Terminology for Chemical Analysis of Steel Products*, Bar Harbour, United State.
- ASTM E407-07, 2007, *Test Method for microetching Metals and Alloy*, Bar Hrabour, United State.
- Isnanto, Rika (2016), “*Analisa Metalografi Pengaruh Filler Zinc Pada Pengelasan Titik Beda Material Aluminium dan Stainless Steel*”, Teknik Mesin UMS.
- Marashi, P., Pouranvi, S. Amirabdollahian, A. Abdei, M. Goodarzi, 2008, *Microsructure and failure behavior of dissimilar resistance spot welds between low carbon galvanized and austenitic stainless stell*, Material Science and Engineering A 480.
- Penner, L. Liu, A. Gerlich, and Y. Zhou (2014). *Dissimilar Resistance Spot Welding of Aluminium to Magnesium with Zn Coated Steel Interlayers*. Department of Mechanical Engineering, Tsinghua University, Beijing, China.
- R. Balasundaram, dkk. (2014), *Effect of zinc interlayer on ultrasonic spot welded aluminum-to-copper joints*. Department of Mechanical and Industrial Engineering, Ryerson University, 350 Victoria Street, Toronto, Ontario M5B 2K3, Canada.
- Surdia. T, dan Saito. S, 1991, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan keenam, Pradnya pramita, Jakarta
- Wiryosumarto, H. dan T. Okumura, 2000, *Teknologi Pengelasan Logam*, cetakan kedelapan Pradya Pramita, Jakarta.