

## Analisis Pengaruh *Spot Welding* pada Material AA1100 dan Zr705 Alloy dengan Metode FEA

Meri Rahmi<sup>1</sup>, Delffika Canra<sup>2</sup>, Bayu Laksono Jaelane<sup>3</sup>, Nur Muhammad Fatkhurrohman<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Indramayu, Indramayu 45252  
E-mail : meri@polindra.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Indramayu, Indramayu 45252  
E-mail : delffika.canra@polindra.ac.id

<sup>3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Indramayu, Indramayu 45252  
E-mail : bay1998crb@gmail.com

<sup>4</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Indramayu, Indramayu 45252  
E-mail : nurnfatkhurrohman@gmail.com

### ABSTRAK

Teknik pengelasan sangat diperlukan untuk berbagai proses pengerjaan industri di bidang kedirgantaraan, marinir dan industri manufaktur lainnya yang memang tidak dapat dipisahkan dengan teknologi manufaktur. Teknologi pengelasan merupakan teknik yang banyak digunakan karena memiliki beberapa keuntungan. Contoh aplikasinya antara lain, bangunan dan fabrikasi mesin yang bertujuan untuk membuat rangka menjadi ringan dan lebih sederhana dalam proses pembuatannya. Salah satu teknik pengelasan yang sering digunakan dalam industri manufaktur adalah pengelasan titik (*spot welding*). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pengelasan *spot welding* pada material antara aluminium AA1100 dan baja Zr705 Alloy. Analisis dalam penelitian ini menggunakan metode *Finite Element Analysis* (FEA) dengan bantuan software Solidworks. Analisis akan dilakukan dengan membandingkan pengelasan antara sesama material AA100, sesama Zr705 Alloy dan antara AA100 dengan Zr705 Alloy. Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan terhadap tegangan *von mises*, displacement dan *strain* (regangan) pada terhadap pengelasan dua titik dan tiga titik pada material AA100 dengan AA100. Sedangkan pada pengelasan antara material Zr705 Alloy dengan Zr705 Alloy dan antara pengelasan berbeda material tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Dapat disimpulkan bahwa penambahan titik las pada dua material berbebeda yaitu aluminium AA1100 dengan Zr705 Alloy berbanding lurus terhadap peningkatan tegangan (*stress*).

**Kata Kunci :** *Spot Welding, AA1100, Zr705 Alloy, FEA, Solidworks*

### 1. PENDAHULUAN

Proses pemilihan material dan perlakuan yang akan diterima oleh material merupakan hal yang sangat penting. Industri di bidang kedirgantaraan, marinir dan industri manufaktur terhadap material tersebut. Saat ini penggunaan material aluminium banyak menjadi pilihan dalam bidang konstruksi. Aluminium adalah logam yang memiliki kekuatan yang relatif rendah dan lunak. Aluminium merupakan logam yang ringan dan memiliki ketahanan korosi yang baik, hantaran listrik yang baik dan sifat-sifat lainnya. Umumnya aluminium dicampur dengan logam lainnya sehingga membentuk aluminium paduan. Material ini dimanfaatkan bukan saja pada peralatan rumah tangga, tetapi juga dipakai untuk keperluan industri, konstruksi dan lain sebagainya. Banyak jenis aluminium yang ada dengan tingkat kemurnian 99% adalah aluminium 1100 (AA1100). Material

ini banyak diaplikasikan terutama dibidang kedirgantaraan, marinir dan industri lembaran logam yang dipacu dengan komposit laminasi. Data teknis logam dan paduannya disediakan oleh vendor secara umum ditentukan dengan kondisi sebenarnya, bahan aluminium mengalami deformasi plastik di bawah pengaruh pemuatan dinamis, suhu, laju regangan dan tekanan, dan sebagai hasil dari kombinasi beban tersebut, menjadi sulit untuk menganalisis sifat mekanisnya [1].

Pada bidang konstruksi, material AA1100 sering digabungkan (*joint*) menggunakan proses pengelasan (*welding*). *Spot welding* merupakan salah satu jenis pengelasan yang sering digunakan pada material AA1100. Pengelasan dengan bahan yang berbeda, seperti aluminium (Al) ke baja,

menjadi perhatian yang menarik untuk dikaji dan diteliti. Namun, untuk mendapatkan sambungan pengelasan suara Al ke baja menantang karena ketidakcocokan dari dua bahan/material [2].

Penelitian tentang pengelasan antara material Aluminium (AA1100) dengan baja (Zr705 Alloy) sudah pernah dilakukan dengan metode *friction welding*, dalam penelitian tersebut menyatakan bahwa untuk pengelesan dengan metode *friction welding* antara AA1100 dan Zr705 Alloy, *forging pressure* harus 1,25 kali dari *friction pressure* [3]. Pada penelitian [4] menunjukkan bahwa *refill friction stir spot welding* (RFSSW) digunakan untuk mengelas 5083-O alloy setebal 2 mm. Desain eksperimental *Box-Behnken* yang digunakan untuk menunjukkan efek dari parameter pengelasan hasilnya menunjukkan bahwa permukaan lekukan 0,3 mm efektif menghilangkan cacat pengelasan. Sifat *fatigue* pada *resistance spot welding* (RSWs) yang dihasilkan antara aluminium tempa AA6022T4 dengan baja IF dengan ketebalan 2 mm dengan konfigurasi regangan dan hasil kulit pengelasan. Hasilnya dibandingkan dengan lasan titik yang terbuat dari tebal 1,2 mm dan 2,00 mm AA6022T4 dan disimpulkan bahwa *fatigue* keseluruhan dari *shear pull-up* AA6022-T4 ke IF *stuck-up* jauh lebih besar daripada tumpukan AA6022-T4 hingga AA6022-T4 [5].

Berdasarkan penelitian diatas, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis perilaku elasto plastik akibat pengaruh *spot welding* antara material aluminium (AA1100) dengan baja (Zr705 Alloy). Zirkonium 705 Alloy (Zr705 Alloy) merupakan baja paduan yang dicampur dengan niobium untuk meningkatkan kekuatannya dalam proses pembentukan. Zirkonium tidak dapat dilas dengan fusi sebagian besar logam konstruksi umum lainnya seperti tembaga, nikel, atau besi karena membentuk senyawa intermetalik rapuh dengan logam-logam ini [3]. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis perilaku elasto plastik akibat pengaruh *spot welding* antara material aluminium (AA1100) dengan baja (Zr705 Alloy). Memastikan apakah proses ini cocok untuk menggabungkan Al dengan baja dan mengetahui perubahan struktur material menggunakan bantuan software *Finite Element Analysis* (FEA).

## 2. MATERIAL

Material yang digunakan dalam pengelasan titik (*spot welding*) ini adalah AA1100 dan Zr705 Alloy yang dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Komposisi AA1100

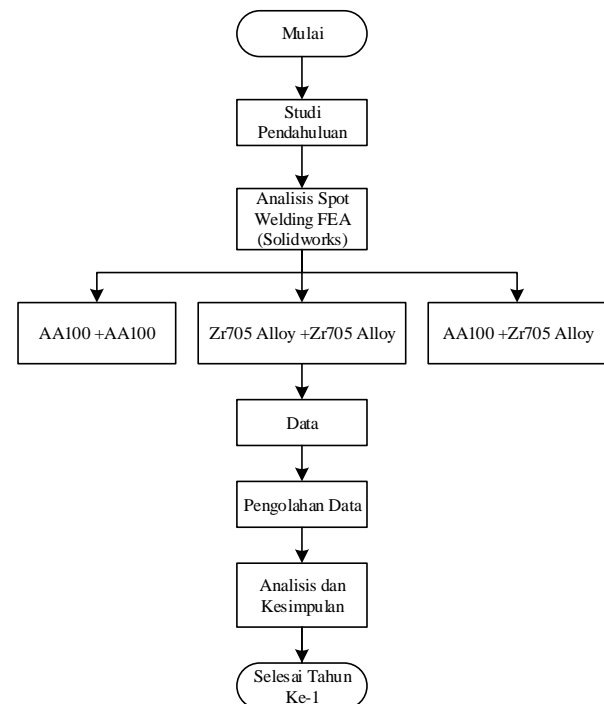
Aluminium	99,0-99,95	%	
Copper	0,05-0,20	%	
Iron	0,95	%	Max
Manganese	0,05	%	Max
Silicon	0,95	%	Max
Zinc	0,1	%	Max
Residuals	0,15	%	Max

Tabel 2. Komposisi Zr705 Alloy

Zirkonium	95,5	%	
Carbon	0,05	%	
Kromium	0,2	%	Max
Nitrogen	0,025	%	Max
Besi	0,2	%	Max
Niobium	2,0-3,0	%	Max

## 3. METODE

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 1. Tahapan yang dilakukan antara lain pada spesimen dan penentuan parameter yang akan dipakai dalam proses pengelasan, yang diaplikasikan pada *software solidworks*, kemudian lakukan proses identifikasi kualitas pengelasan.



Gambar 1. Flow Chart Penelitian

Parameter mekanikal untuk material AA1100 dan Zr705 Alloy yang digunakan dalam *software solidworks* dengan yang dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

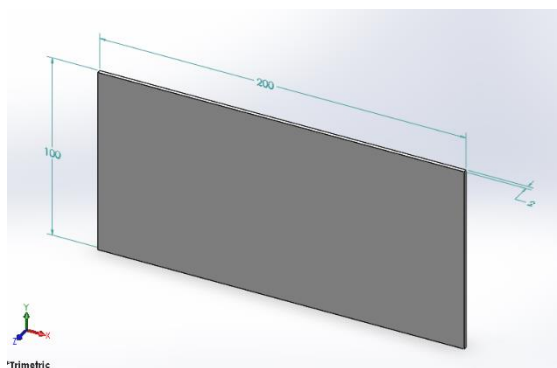
Tabel 3. Mekanikal Properti AA1100

Density	2,71	g/cm <sup>3</sup>
Elastic Modulus	69	Gpa
Poisson's Ratio	0,33	
Tensile Strength	110	Mpa
Yield Strength	92	Mpa

Tabel 4. Mekanikal Properti Zr705 Alloy

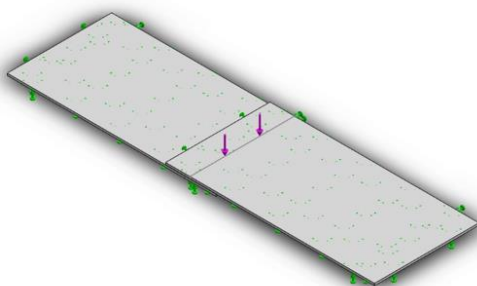
Density	6,5	g/cm <sup>3</sup>
Elastic Modulus	95	Gpa
Poisson's Ratio	0,33	
Tensile Strength	580	Mpa
Yield Strength	380	Mpa

Parameter specimen diatas, terjadi pada suhu kamar 25°C dengan panjang 200 mm, lebar 50 mm dan tebal 2 mm. Bentuk spesimen dapat dilihat pada Gambar 2.

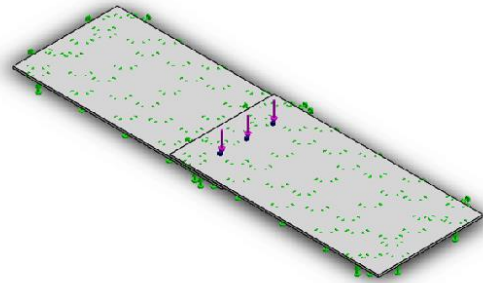


Gambar 2. Ukuran spesimen

Pengujian telah dilakukan di bawah konfigurasi pemuatan dua titik dan tiga titik. Skema pengelasan telah disajikan pada Gambar 3 untuk pengelasan dua titik dan Gambar 4 untuk pengelasan tiga titik.

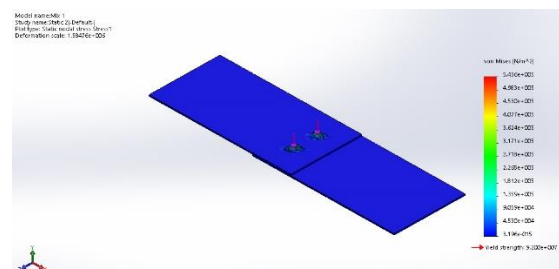


Gambar 3. Skema pengelasan dua titik

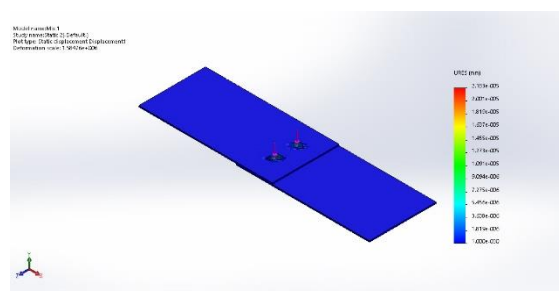


Gambar 4. Skema pengelasan tiga titik

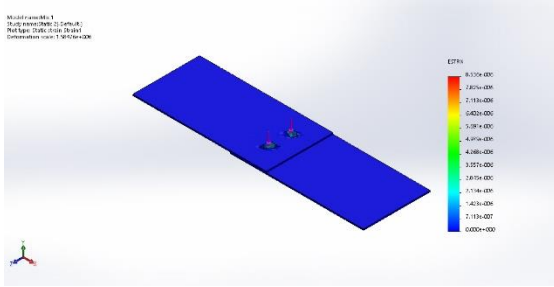
Tahapan pada Gambar 3 dan 4 merupakan tahapan meshing. Tahapan selanjutnya adalah result terhadap yang dianalisis sesuai dengan kebutuhan. Bentuk analisis tegangan, *displacement* dan *strain* untuk pengelasan dua titik ataupun tiga titik dapat dilihat pada Gambar 5, 6 dan 7.



Gambar 5. Bentuk hasil analisis tegangan (*von mises*)



Gambar 6. Bentuk hasil analisis *displacement*



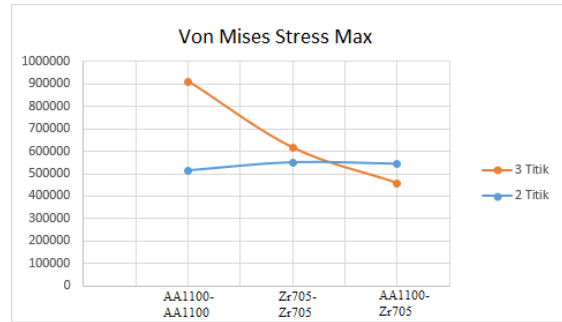
Gambar 7. Bentuk hasil analisis *strain*

Gambar 7. Kurva Stress Minimal

Kurva *stress* (tegangan) minimal menunjukkan bahwa terjadi penurunan tegangan pada material Zr705 Alloy yang dilas dengan material Zr705 Alloy pada saat pengelasan dari dua titik menjadi tiga titik. Sedangkan tegangan meningkat pada pengelasan material AA100 dengan AA100. Perubahan signifikan terjadi pada pengelasan dengan material berbeda yaitu antara material AA100 dengan material Zr705 Alloy.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil analisis pengelasan untuk dua titik dapat dilihat pada Tabel 3. Sedangkan hasil pengelasan tiga titik dapat dilihat pada Tabel 4. Secara grafik, hasil analisis pengelasan titik antara material yang sama dengan material yang berbeda dari segi tegangan, *displacement* dan *strain* dapat dilihat pada Gambar 7, 8 dan 9. Grafik pada



Gambar 8. Kurva Stress Maximal

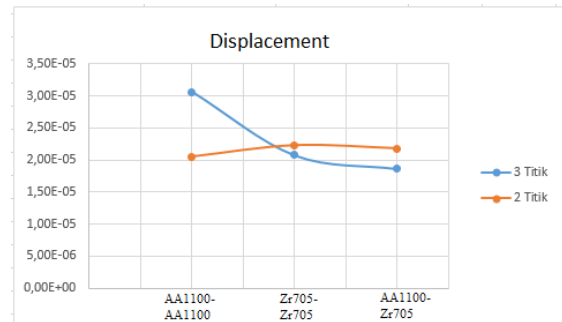
Kurva *stress* (tegangan) maximal justru menunjukkan perbedaan dari kurva minimal. Kondisi pengelasan dengan material berbeda antara material AA100 dengan Zr705 Alloy menunjukkan penurunan pada saat pengelasan tiga titik. Tren kurva pengelasan tiga titik mengalami penurunan, sedangkan pengelasan dua titik tren data menunjukkan peningkatan meskipun tidak signifikan.

Tabel 5. Hasil analisis pengelasan dua titik

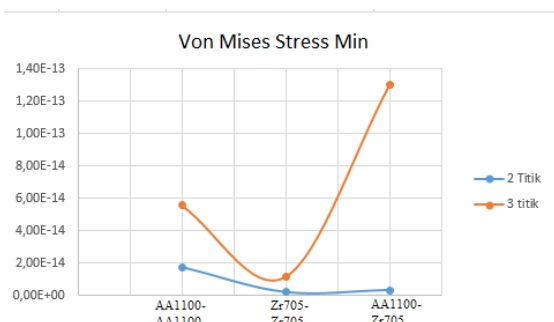
Material	Von Mises Stress Min (N/m <sup>2</sup> )	Von Mises Stress Max (N/m <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
AA1100-AA1100	1,75E-14	513896	2,06E-05	8,18E-06
Zr705-Zr705	1,87E-15	550631	2,23E-05	7,76E-06
AA1100-Zr705	3,20E-15	543557	2,18E-05	8,54E-06

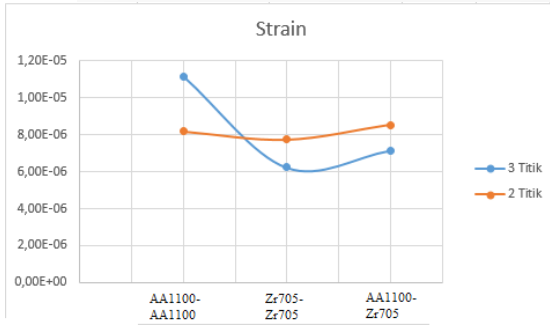
Tabel 6. Hasil analisis pengelasan tiga titik

Material	Von Mises Stress Min (N/m <sup>2</sup> )	Von Mises Stress Max (N/m <sup>2</sup> )	Displacement (mm)	Strain
AA1100-AA1100	5,56E-14	910648	3,06E-05	1,12E-05
Zr705-Zr705	1,14E-14	615773	2,08E-05	6,23E-06
AA1100-Zr705	1,30E-13	458069	1,87E-05	7,14E-06



Gambar 9. Kurva Displacement





Gambar 10. Kurva Strain

Kurva *displacement* dan *strain* pada Gambar 8 dan Gambar 9, juga menunjukkan hal yang sama dengan kurva tegangan maksimal. Kondisi pengelasan dengan material berbeda antara material AA100 dengan Zr705 Alloy menunjukkan penurunan pada saat pengelasan tiga titik. Tren kurva pengelasan tiga titik mengalami penurunan, sedangkan pengelasan dua titik tren data menunjukkan peningkatan meskipun tidak signifikan.

Hasil pengelasan material aluminium dengan jenis *alloy* terbukti dapat dilakukan meskipun terdapat perubahan nilai yang signifikan pada tegangan dan regangan. Hal ini juga sama dengan penelitian [6], menyimpulkan bahwa pengelasan jenis material Al-Li dapat dilakukan dengan merubah beberapa parameter pengelasan untuk mendapatkan hasil pengelasan dengan *spot welding*.

## 5. KESIMPULAN

Hasil analisis menunjukkan bahwa terjadi peningkatan yang signifikan terhadap tegangan *von mises*, *displacement* dan *strain* (regangan) pada pengelasan dua titik dan tiga titik pada material AA100 dengan AA100. Sedangkan pada pengelasan antara material Zr705 Alloy dengan Zr705 Alloy dan antara pengelasan berbeda material tidak terjadi perbedaan yang signifikan. Dapat disimpulkan bahwa penambahan titik las pada dua material berbebeda yaitu aluminium AA1100 dengan Zr705 Alloy berbanding lurus terhadap peningkatan tegangan (*stress*).

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Sahu, D. P. Mondal, M. D. Goel and M. Z. Ansari, "Finite element analysis of AA1100 elasto-plastic behaviour using Johnson-Cook model," *International Conference of Materials Processing and Characterization.*, vol. 5, pp. 5349-5353, 2018.
- [2] N. Chen, M. Wang, H.-P. Wang, Z. Wan and B. E. Carlson, "Microstructural and mechanical evolution of Al/steel interface

with Fe2Al5 growth in resistance spot welding of aluminum to steel," *Journal of Manufacturing Processes*, vol. 34, pp. 424-434, 2018.

- [3] A. C. Reddy, "Evaluation of Parametric Significance in Friction Welding Process of AA1100 and Zr705 Alloy using Finite Element Analysis," *International Conference of Materials Processing and Characterization*, vol. 4, p. 2624-2631, 2017.
- [4] Z. Xu, Z. Li, S. Ji and L. Zhang, "Refill friction stir spot welding of 5083-O aluminum alloy," *JMST 934*, 2017.
- [5] H. M. Rao, J. Kang, L. Shi, D. R. Sigler and B. E. Carlson, "Effect of Specimen Configuration on Fatigue Properties of Dissimilar Aluminum to Steel Resistance Spot Welds," *International Journal of Fatigue*, 2018.
- [6] W. Li, Q. Chu, X. Yang, S. J.J., V. A. and W. Wang, "Microstructure and morphology evolution of probeless friction stir spot welded joints of aluminum alloy," *Journal of Materials Processing Technology*, pp. 1-28, 2017.