

ANALISIS *LEVELED SURFACE* TERHADAP DIAMETER *NUGGET LAS* PADA PLAT *STAINLESS STEEL 304* PROSES *RESISTANCE SPOT WELDING (RSW)*

Muhammad Aqdar Fitrah^{1*}, Muhammad Ikhsan², Hermin Hardyanti Utami³, Syaiful⁴

Akademi Komunitas Industri Manufaktur / Bantaeng^{1,3,4}
Politeknik Bosowa / Makassar²

Kontak Person:

Muhammad Aqdar Fitrah

Nipa-nipa, Kec. Bantaeng, Kab. Bantaeng Telp. (0413) 2526980

*Corresponding Author E-mail: muh.aqdarfitrah@akom-bantaeng.ac.id

Abstrak

Resistance spot welding (RSW) yakni teknik pengelasan yang setidaknya efisien dipakai buat lembaran metal kecil dengan cara pengelasan yang cepat serta sambungan las yang bermutu bagus. Parameter pengelasan memutuskan mutu sambungan sepanjang titik ketahanan cara pengelasan. *Stainless steel 304* yaitu salah satu material yang dikenakan dengan ketahanan kepada korosi. Pengelasan titik resistansi karena prinsipnya yang sederhana, hemat biaya dan karakteristik lainnya, banyak digunakan dibodi mobil dan koneksi lembaran pemrosesan baja lainnya. Pengaturan kondisi yang diperlukan untuk mendapatkan kualitas las yang dibutuhkan menggunakan trial and error adalah tugas yang tidak efisien. Oleh karena itu, perlu ditentukan kondisi terbaik yang dapat menghasilkan kualitas las yang diinginkan. Pada penelitian ini, baja tahan karat tipe 304 dilas dengan metode *Resistance Spot Welding*, bertujuan untuk mengetahui *leveled surface* (permukaan yang rata) terhadap *diameter nugget* las dengan variasi arus dan menggunakan perangkat lunak sehingga menghasilkan diagram dan gambar 3D sebagai bahan pengolahan data pembanding. Perbedaan *leveled surface* antara arus 5 kA dan 7 kA menunjukkan bahwa tingkat arus listrik mempengaruhi kualitas permukaan logam las setelah proses *Resistance Spot Welding*. *Leveled surface* yang lebih rendah pada arus 7 kA (1.18 μm) dibandingkan dengan arus 5 kA (1.53 μm) menunjukkan bahwa arus listrik yang lebih tinggi menghasilkan permukaan yang lebih rata.

Kata kunci: *Resistance Spot Welding, Stainless Steel 304, Nugget Weld, leveled surface*

1. Pendahuluan

Pada umumnya pengelasan pada badan mobil khususnya penyambungan plat (sheet metal) menggunakan pengelasan RSW (*Resistance Spot Welding*). Pengelasan ini merupakan penyambungan dan penekananan yang bersamaan arus listrik yang besar dialirkan oleh elektroda melewati kedua permukaan material sehingga timbul panas dan mencair karena adanya tahanan/resistansi pada permukaan tersebut. Tekanan yang diberikan untuk kontak pada kedua permukaan, setelah arus dialirkan dan temperature yang tinggi telah tercapai maka logam perlahan akan mencair kemudian arus listrik dihentikan sedangkan tekanan tetap diberikan pada kedua permukaan untuk menggabungkan dua buah logam tersebut. Untuk menghindari panas berlebih pada elektroda terdapat sistem pendingin dalam elektroda yaitu air di alirkan ke dalam elektroda sehingga saat terjadi proses pengelasan panas yang dihasilkan tidak akan melelehkan elektroda. Pengelasan yang melibatkan arus listrik yang mengalir melalui elektroda atau penghantar listrik yang disebut elektrode pengelasan. Ketika arus listrik melewati elektrode pengelasan, resistansi penghantar menyebabkan terjadinya panas yang dihasilkan sesuai dengan Hukum Joule Heating. Panas yang dihasilkan akan mencapai titik leleh material yang akan disambungkan, membentuk logam cair yang kemudian mendingin dan membentuk sambungan kuat antara material.

Resistance Spot Welding (RSW) merupakan metode penggabungan logaam yang paling disukai dan banyak digunakan untuk menggabungkan lembaran logam dalam otomotif, kontruksi jembatan dan bangunan, industri peralatan perkantoran dan rumah tangga [1]. Pengelasan titik resistansi terjadi selama waktu siklus tertentu dan arus pengelasan, waktu pengelasan, dan gaya elektroda adalah parameter proses yang paling penting [2]. Permukaan kontak di area *nugget* dipanaskan oleh pulse dalam

waktu pendek pada tegangan rendah. Arus listrik yang tinggi akan membentuk *nugget* agar menyatu dari logam las. Ketika aliran arus berhenti, gaya penekan pada *electrode tip* dipertahankan sampai logam las mendingin dan mengeras dengan cepat [3].

Gaya penekan pada elektrodadilepasse setelah siklus pengelasan, yang biasanya diselesaikan dalam sepersekian detik. Secara umum sambungan las titik diperoleh dengan kombinasi panas, gaya elektroda, dan waktu pengelasan. RSW menggunakan resistansi material terhadap aliran arus yang menyebabkan pemanasan terkonsentrasi di antara bagian-bagian yang akan disambung. Teknik penggabungan logam metode RSW dilakukan dengan memberikan tahanan listrik sebagai sumber panas pada dua atau lebih permukaan logam sehingga terjadi pembentukan fusi di area pengelasan [4].

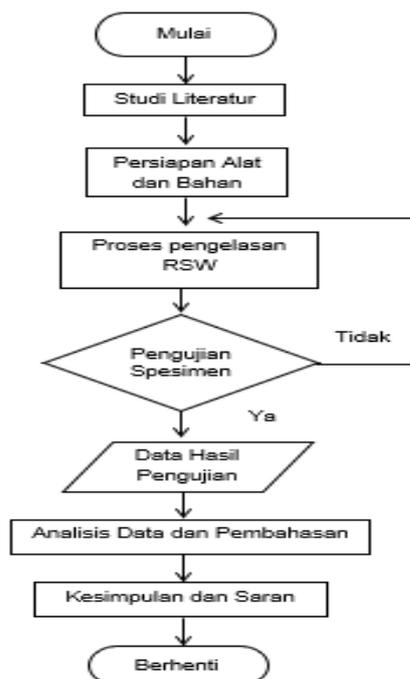
2. Metode Penelitian

Penelitian dan pengerjaan alat dilaksanakan di dalam *workshop* AK Manufaktur Bantaeng dan di Politeknik Bosowa Makassar di bulan Januari 2023 sampai bulan April 2023. Gambar 2 akan menunjukkan diagram alir penelitian yang akan dilaksanakan.

Metode yang digunakan dalam penelitian kali ini adalah dengan studi literatur dan pengujian. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian foto makro kemudian menginput hasil foto makro disoftware (*Gwyddion*) menghasilkan gambar 3 dimensi untuk dianalisis dan menjadikan sebuah data.

Software yang digunakan untuk mengukur nilai leveled surface (permukaan yang rata) adalah *Gwyddion*. *Gwyddion* adalah program modular untuk analisis data SPM. Terutama itu seharusnya digunakan untuk analisis bidang ketinggian yang diperoleh melalui teknik pemindaian mikroskop probe (AFM, MFM, STM, NSOM), tetapi umumnya dapat digunakan untuk analisis bidang ketinggian atau analisis citra. *Gwyddion* adalah untuk menyediakan program modular untuk analisis data 2D yang dapat dengan mudah diperluas oleh modul dan plug-in tanpa perlu kompilasi ulang inti. Oleh karena itu, diperlukan adanya deteksi dari hasil leveled surface / roughness average pada nugget weld dan menampilkan hasil gambar 3D pada nugget weld dengan dukungan perangkat lunak (*Gwyddion*).

DIAGRAM ALIR



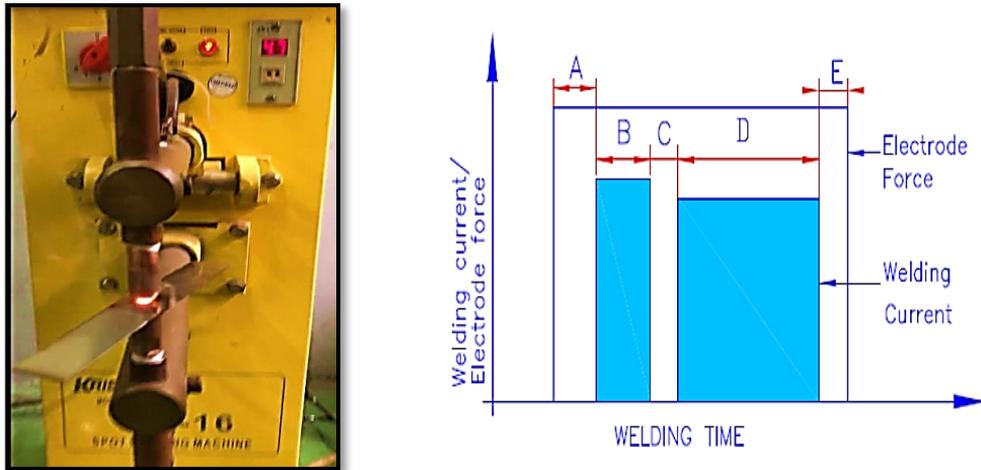
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

2.1 Penentuan Parameter Pengelasan RSW

Tabel 1 Penentuan Parameter Pengelasan

No	Jenis Material	Proses Las	Arus (ampere)	Titik las	Pressure (Bar)	Waktu (Detik)
1.	<i>Stainless steel 304</i>	<i>Resistance Spot Welding</i>	5 & 7 A	3	3	9

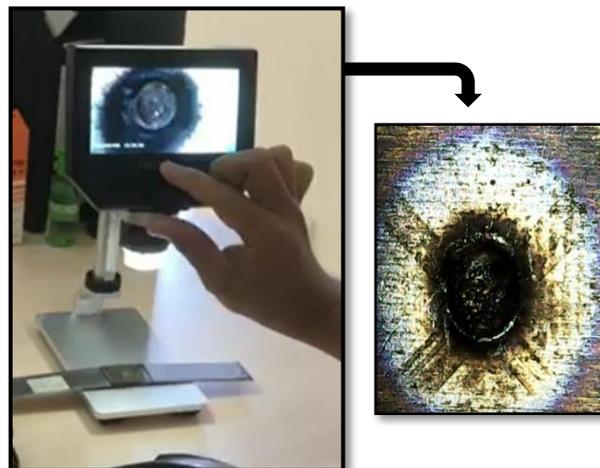
2.2 Tahapan Siklus Pengelasan yang digunakan dalam penelitian tersaji pada gambar berikut [5];



Gambar 2 Siklus Resistance Spot Welding

3. Hasil dan Pembahasan

Proses dari foto makro yaitu benda diletakan di microscope digital, benda spesimen diposisikan untuk mendapatkan gambar yang diinginkan dengan pembasaran yang sudah ditentukan. Foto makro dilakukan atau fokus pada *nugget* las untuk memperlihatkan dan menunjukkan terbentuknya *nugget weld*.

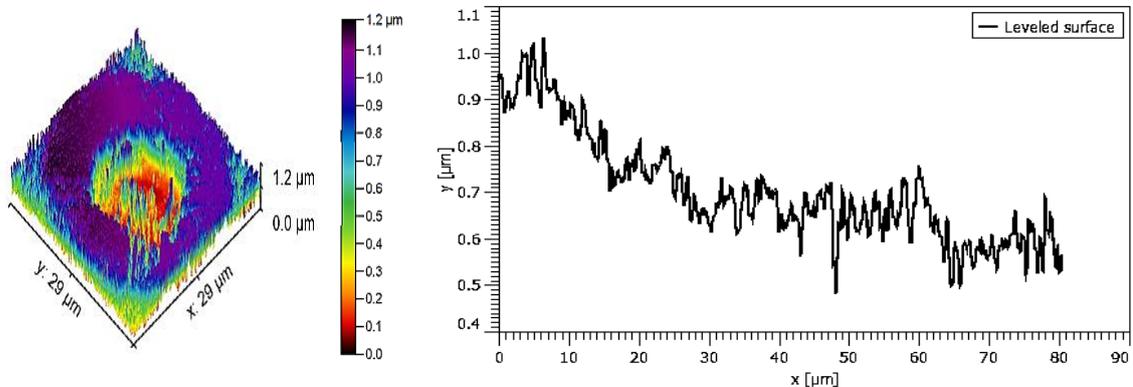


Gambar 3 Hasil foto makro *nugget weld*

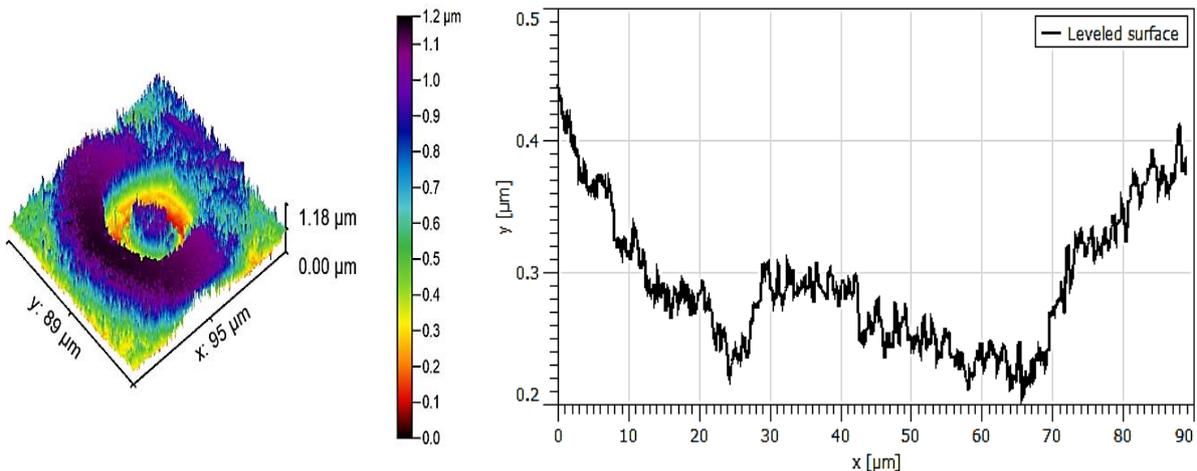
Berdasarkan hasil pengamatan foto makro menunjukkan bahwa parameter arus memberikan pengaruh terhadap bentuk *nugget*, *Nugget* terbentuk pada variasi arus tetapi dengan leveled surface (permukaan yang rata) berbeda. Hal ini dikarenakan perbedaan masukan panas (*heat input*) yang berdasarkan rumus.

$$H = I^2 \cdot R \cdot T \quad (1)$$

Persamaan ini menunjukkan bahwa panas yang dihasilkan dalam penghantar meningkat secara kuadratik dengan kuat arus. Selain itu, panas juga dipengaruhi oleh resistansi penghantar dan waktu. Arus (I) dalam penelitian ini sebagai sumber panas utama selama pengelasan, dengan meningkatnya arus yang diberikan maka masukan panas akan semakin besar. Semakin besar masukan panas pada *nugget weld* maka *leveled surface* (permukaan yang rata) juga akan terbentuk, maka hasilnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini;



Gambar 4 *Leveled surface* RSW arus 5 Ka



Gambar 5 *Leveled surface* RSW arus 7 Ka

Dalam penelitian ini, perbedaan leveled surface antara arus 5 kA dan 7 kA menunjukkan bahwa tingkat arus listrik mempengaruhi kualitas permukaan logam las setelah proses Resistance Spot Welding. Leveled surface yang lebih rendah pada arus 7 kA (1.18 μm) dibandingkan dengan arus 5 kA (1.53 μm) menunjukkan bahwa arus listrik yang lebih tinggi menghasilkan permukaan yang lebih rata.

Fenomena ini dapat dijelaskan dengan cara berikut: saat arus listrik ditingkatkan, masukan panas yang dihasilkan juga meningkat. Hal ini menyebabkan daerah *nugget weld* mengalami peleburan yang

lebih sempurna, sehingga permukaan logam las menjadi lebih rata. Sebaliknya, arus listrik yang lebih rendah mungkin tidak memberikan cukup panas untuk mencapai peleburan yang optimal, yang berakibat pada leveled surface yang lebih kasar.

Dalam praktiknya, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pemilihan tingkat arus listrik yang tepat dapat mempengaruhi kualitas pengelasan. Dalam beberapa kasus, mungkin diinginkan untuk mencapai leveled surface yang lebih halus, yang dapat dicapai dengan menggunakan arus listrik yang lebih tinggi. Namun, keputusan tentang tingkat arus yang tepat harus dipertimbangkan dengan mempertimbangkan faktor-faktor lain seperti bahan yang dilas, ketebalan material, dan persyaratan kekuatan struktural.

4. Kesimpulan

Kesimpulannya, berdasarkan gambar-gambar dan hasil pengukuran leveled surface, penelitian ini menunjukkan bahwa arus listrik mempengaruhi kualitas permukaan logam las setelah proses Resistance Spot Welding. Penggunaan arus listrik yang lebih tinggi cenderung menghasilkan leveled surface yang lebih rata, sementara arus listrik yang lebih rendah dapat menghasilkan leveled surface yang lebih kasar.

Referensi

- [1] Miller Welds, "Guidelines for Resistance Spot Welding," *Weld. Fundam. Process.*, p. 10, 2018, [Online]. Available: www.millerwelds.com
- [2] J. P. Oliveira, K. Ponder, E. Brizes, T. Abke, and ..., "Combining resistance spot welding and friction element welding for dissimilar joining of aluminum to high strength steels," *J. Mater.* ..., 2019, [Online]. Available: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924013619301402>
- [3] J. Song, R. Field, A. Clarke, Y. Fu, and M. Kaufman, "Variant selection of intragranular Ni₂(Mo,Cr) precipitates (γ') in the Ni-Mo-Cr-W alloy," *Acta Mater.*, vol. 165, pp. 362–372, 2019, doi: 10.1016/j.actamat.2018.11.063.
- [4] M. P. Mubiyai, E. T. Akinlabi, and M. E. Makhatha, *Friction stir welding and friction stir spot welding of aluminium/copper alloys*, vol. 6. 2019. doi: 10.1007/978-3-319-92750-3_2.
- [5] H. C. Lin, C. A. Hsu, C. S. Lee, T. Y. Kuo, and S. L. Jeng, "Effects of zinc layer thickness on resistance spot welding of galvanized mild steel," *J. Mater. Process. Technol.*, vol. 251, no. August 2017, pp. 205–213, 2018, doi: 10.1016/j.jmatprotec.2017.08.035.