

# Deteksi Kekasaran Permukaan Nugget Weld Dengan Menggunakan Aplikasi Terhadap Hasil Pengelasan Rsw pada Plat *Stainless Steel* 304

Muhammad Aqdar Fitrah<sup>1</sup>, Hermin Hardyanti  
Utami<sup>2</sup>

Akademi Komunitas Industri Manufaktur  
Bantaeng, Indonesia<sup>1,2</sup>  
Email: muh.aqdarfitrah@akom-bantaeng.ac.id<sup>1</sup>

**Abstract.** Resistance Spot Welding (RSW) is welding process that is widely used in the automotive industry such as the manufacture of vehicle bodies. This study aims to measure the level of roughness in stainless steel grade 304 with the RSW Welding method. In this study, Gwyddion software was used to measure the roughness of stainless steel grade 304. This study used variations in electric current, which are 5kA and 7kA, with a pressure of 3 bar and 9 seconds with 100 x 25 mm for the size. Furthermore, for each electric current there are 3 specimens and macro photo tests are carried out then the roughness values for 5kA is 153  $\mu\text{m}$ , 151  $\mu\text{m}$ , and 150  $\mu\text{m}$ . Moreover, the rough values of 7kA is 133  $\mu\text{m}$ , 135  $\mu\text{m}$  and 101  $\mu\text{m}$ . From the results, it was found that the higher of welding current, the smoother of the roughness of the nugget weld. This is because the heat that enters the nugget weld undergoes a good maturation process.

**Keywords:** Nugget Welding, Roughness Value, RSW Welding, *Stainless Steel* 304

## INDONESIAN JOURNAL OF FUNDAMENTAL SCIENCES (IJFS)

**E-ISSN: 2621-6728**

**P-ISSN: 2621-671X**

**Submitted: January, 8<sup>th</sup> 2023**

**Revised: February 10<sup>th</sup>, 2023**

**Accepted: March, 2<sup>nd</sup> 2023**

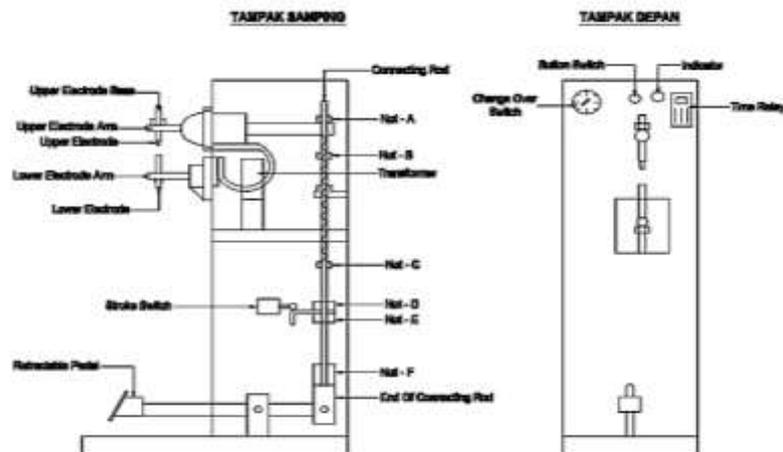


This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

## PENDAHULUAN

Industry otomotif saat ini merupakan salah satu sektor yang memiliki kontribusi besar untuk meningkatkan perekonomian nasional. Dilansir dari (Kementerian Perindustrian, 2021) terdapat lebih dari 22 perusahaan industry kendaraan bermotor roda empat yang beroperasi di Indonesia. Sektor ini telah menyumbang nilai investasi sebesar Rp. 99,16 triliun. Oleh sebab itu, untuk meningkatkan kualitas dari produksi industry otomotif diperlukan kualitas kendaraan bermotor yang lebih baik. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas produksi dengan proses pengelasan pada badan mobil (*body car*).

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. Bahan yang di gunakan untuk elektroda harus memiliki sifat konduktor listrik yang baik artinya memiliki tahanan dalam yang rendah dan kuat, seperti tembaga dan paduannya (Miller, 2010). Berikut dapat dilihat gambaran dari *Resistance Spot Welding*.



Gambar 1 Mesin *Resistance Spot Welding* (Miller, 2010)

Pengelasan ini digunakan untuk membentuk *nugget weld* dan mengukur kekasarannya. Nugget las titik resistansi terbentuk ketika antarmuka sambungan las dipanaskan karena hambatan permukaan sambungan terhadap aliran arus listrik (Miller, 2010). Plat yang digunakan adalah *stainless steel grade 304*.

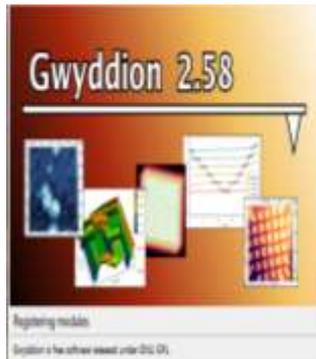
*Stainless steel grade 304* adalah salah satu baja tahan karat yang paling banyak digunakan dan tersedia melimpah. Karakteristik dari plat ini sangat baik digunakan karena mudah dirol atau dibentuk menjadi berbagai komponen untuk aplikasi di bidang arsitektur, industry dan peralatan transportasi sehingga dalam penelitian ini *stainless steel grade 304* baik digunakan sebagai specimen (Atlas Steels Australia, 2019).

Pengelasan RSW yang terhadap *stainless steel grade 304* dilakukan untuk mengukur tingkat kekasarannya. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mengukur kekasaran suatu plat. (Suwanto et al., 2019) mencari pengaruh variasi kuat arus dan waktu terhadap kekuatan bahan plat 1 milimeter dengan menggunakan *spot welding*. Selain itu kajian parametrik pertumbuhan *nugget* pada pengelasan titik lembaran baja tahan karat 304L yang memiliki ketebalan yang sama dan tidak sama studi eksperimental dan analitik terhadap perkembangan *nugget* las pada proses pengelasan titik resistansi ini disajikan (Azzouzi et al., 2019). (Varkey et al., 2020) mempelajari sifat mekanik, kekarasan dan karakteristik mikro dari RSW *Stainless steel 304*. Selanjutnya, (Farrahi et al., 2020) meneliti mengenai pengaruh diameter *nugget* pada umur kelelahan las titik juga diselidiki dan ditemukan bahwa diameter *nugget* dapat mengubah umur kelelahan tempat pengelasan hingga hampir 100%.

*Software* yang digunakan untuk mengukur nilai kekasaran 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. Selain itu, status perangkat lunak bebas memungkinkan untuk menyediakan sumber kode untuk pengembang dan pengguna, yang membuat peningkatan program lebih lanjut lebih mudah (Atlas Steels Australia, 2019). 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) (Silva & Fox, n.d.).

## **METODE PENELITIAN**

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah eksperimen dan melakukan pengujian menggunakan aplikasi. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian foto makro, pengujian kekasaran permukaan dengan mengkombinasikan penggunaan *software Gwyddion* yang dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Software Gwyddion

Penelitian ini dimulai dengan melakukan reparasi atau pembentukan spesimen dan selanjutnya dilakukan proses pengelasan dan mendeteksi kekasaran menggunakan software.



Gambar 3 Mesin Las RSW



Gambar 4 Alat Foto Makro

Ada pun peralatan dan spesifikasi peralatan yang dibutuhkan di penelitian ini adalah mesin Las RSW pada Gambar 3 dengan spesifikasi krisbow DN 16. Selain itu, menggunakan Alat Foto Makro yang dapat dilihat pada Gambar 4.

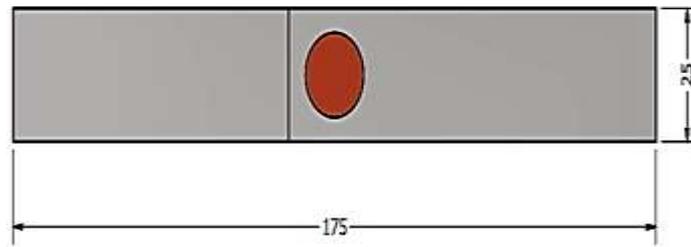
**Penentuan Parameter Pengelasan**

Pengelasan yang baik dan sesuai standar membutuhkan parameter pengelasan yang sesuai. Parameter ini disesuaikan dengan variasi yang akan diujikan. Parameter dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Penentuan Parameter Pengelasan RSW

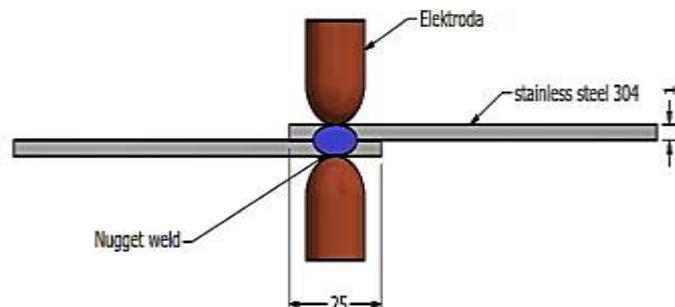
No	Jenis Material	Proses Las	Arus (ampere)	Titik las	Pressure (Psi)	Waktu (Detik)
1.	Stainless steel 304	Resistance Spot Welding	5 & 7 A	1	30	9

Spesimen ditentukan yaitu satu spesimen material *stainless steel* mempunyai lebar sebesar 100 mm dan tinggi 25 mm seperti pada Gambar 5.



Gambar 5 Dimensi Ukuran Spesimen

Proses pengelasan dilakukan dengan menyiapkan dua spesimen *stainless steel* 304 yang telah dibentuk dengan ukuran masing-masing 100 x 25 mm. Selanjutnya mengatur gaya elektroda yang telah ditentukan untuk lembaran logam yang akan disatukan dan mengatur alat pengelasan *Resistance Spot Welding* sesuai dengan parameter pengelasan yang telah ditentukan yaitu variasi arus yang digunakan (5 & 7) pressure atau tekanan (3 bar), dan waktu (9 detik). Setelah spesimen mengalami peleburan atau perpaduan sampai terbentuknya nugget las sesuai yang telah ditentukan, maka selanjutnya dilakukan waktu tahan setelah pengelasan dilakukan untuk mendinginkan las agar nugget las mengeras sebelum bagian tersebut terlepas. Proses pengelasan spesimen lebih lanjutnya dapat divisualisasikan melalui Gambar 6.

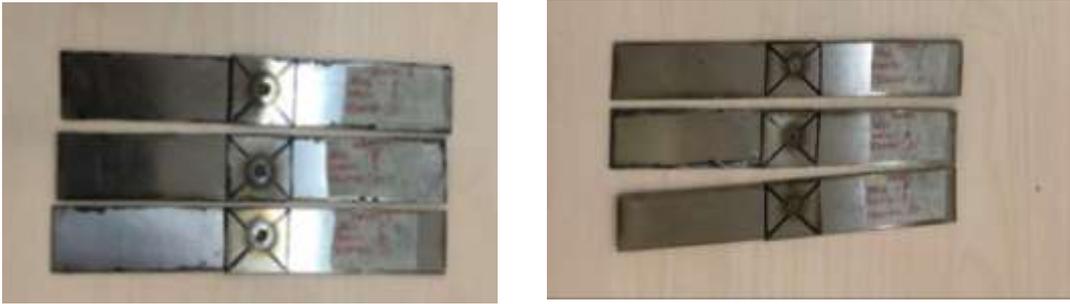


Gambar 6 Visualisasi Proses Pengelasan Specimen

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengujian Foto Makro

Foto makro dilakukan yang berfokus pada nugget las untuk memperlihatkan dan menunjukkan terbentuknya nugget weld. Berdasarkan hasil pengamatan foto makro menunjukkan bahwa parameter arus memberikan pengaruh terhadap bentuk nugget. Nugget terbentuk pada variasi arus tetapi dengan diameter yang berbeda. Hal ini dikarenakan perbedaan masukan panas (*heat input*) yang berdasarkan rumus  $H=I \cdot R \cdot T$ . 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 maka nugget yang terbentuk semakin besar, maka hasilnya dapat dilihat pada Gambar 8 untuk kuat arus 5kA dan Gambar 9 untuk kuat arus 7kA.



Gambar 7 Hasil Pengelasan Plat Stainless Steel 304



Gambar 8 Sampel 1, 2 dan 3 setelah Foto Makro untuk Kuat Arus 5kA

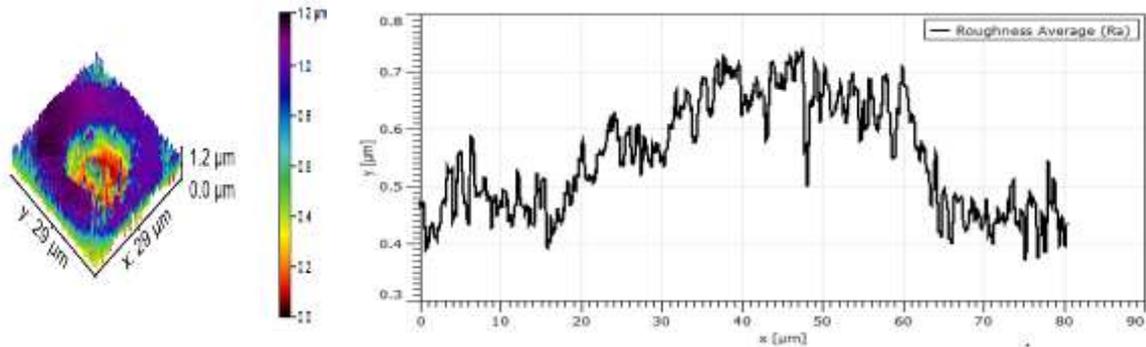


Gambar 9 Sampel 1,2 dan 3 setelah Foto Makro untuk Kuat Arus 7kA

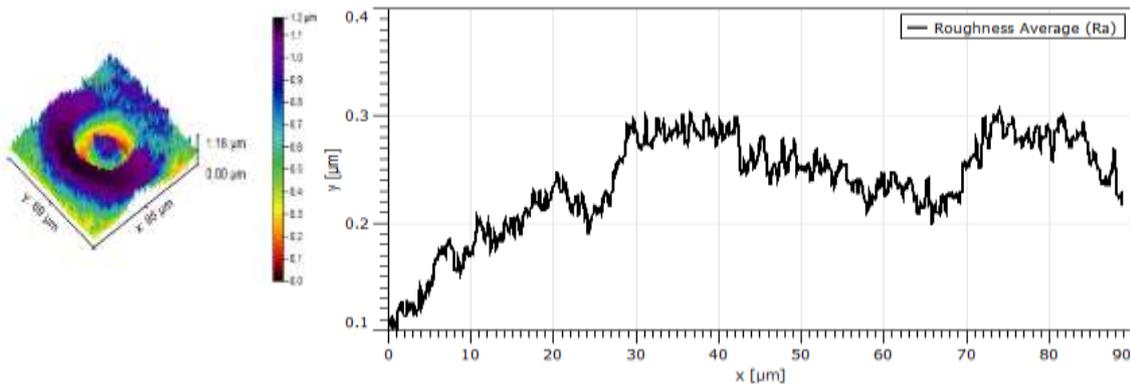
**Deteksi Diameter Nugget Weld dan Nilai kekasaran**

Pada proses ini dilakukan dengan analisa diameter nugget weld dan kekasaran dengan dukungan perangkat lunak (software) sehingga menghasilkan ukuran atau nilai pada setiap sample.

No	Spesimen	Welding current (kA)	Time (second)	Pressure (Psi)	Roughness (µm)
1	Sample 1	5	9	30	153
	Sample 2				151
	Sample 3				150
2	Sample 1	7	9	30	133
	Sample 2				135
	Sample 3				101

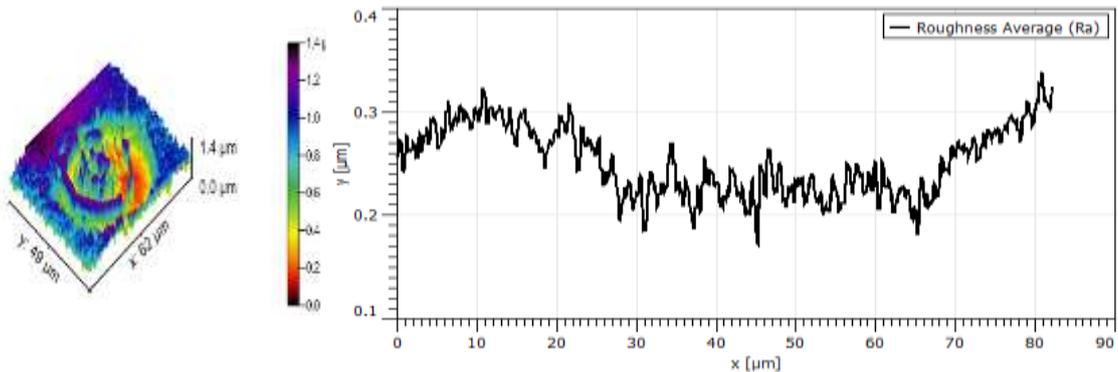


Gambar 10 Tingkat Kekasaran (Sampel 1 untuk 5kA)

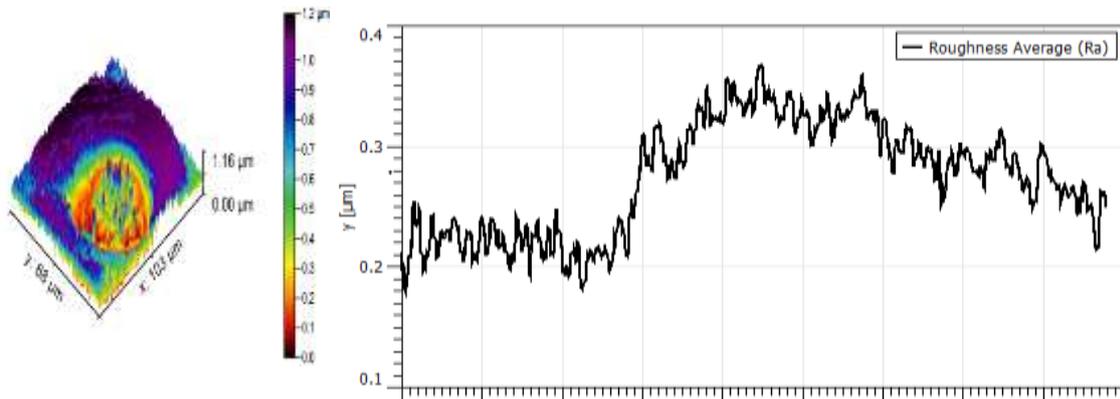


Gambar 11 Tingkat Kekasaran (Sampel 1 untuk 7kA)

Berdasarkan Gambar 10 dan Gambar 11 daerah nugget weld merupakan daerah logam las yang mengalami peleburan karena panas yang kemudian membeku kembali melalui pendinginan secara alami pada temperature ruang arus 5kA dan 7kA sedangkan untuk nilai kekasaran diperoleh nilai Ra 1.53  $\mu\text{m}$  dan 133  $\mu\text{m}$ . Hal ini dapat dilihat bahwa arus listrik mempengaruhi tingkat kekasaran setelah proses pengelasan, semakin tinggi kuat arusnya, maka semakin rendah tingkat kekasaran sampel.

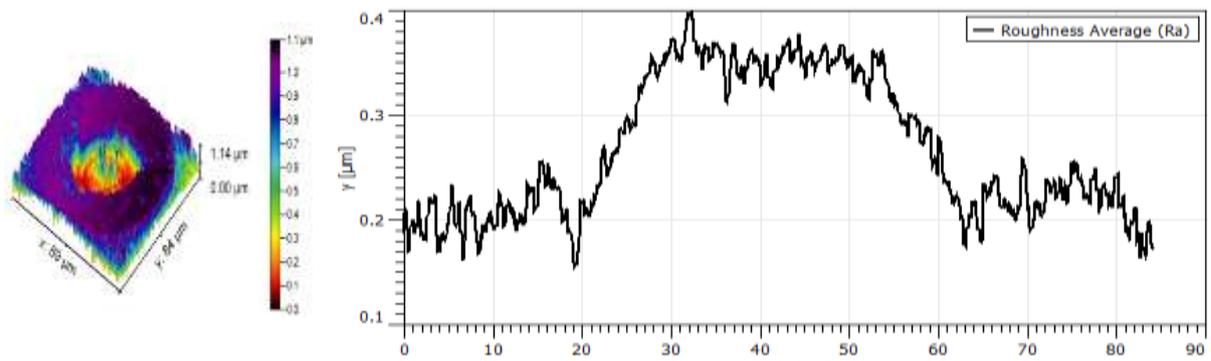


Gambar 12 Tingkat Kekasaran (Sampel 2 untuk 5kA)

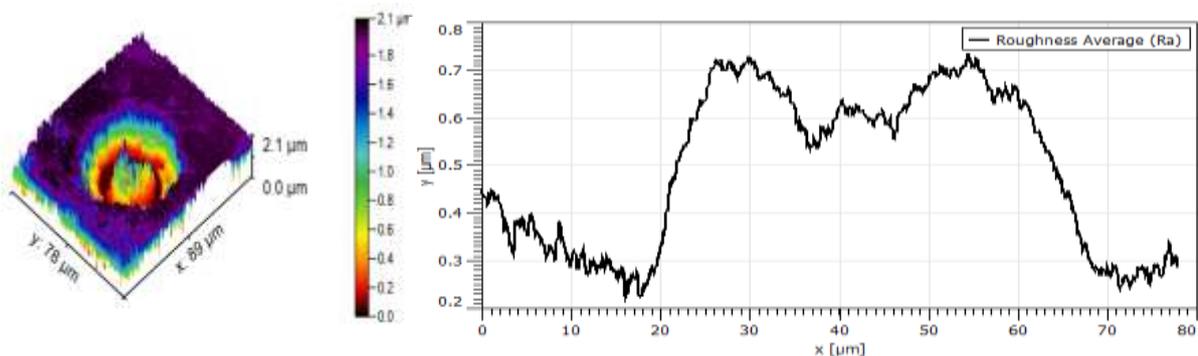


Gambar 13 Roughness (Sampel 2 untuk 7kA)

Berdasarkan Gambar 12 dan Gambar 13 daerah *nugget weld* merupakan daerah logam las yang mengalami peleburan karena panas yang kemudian membeku kembali melalui pendinginan secara alami pada temperature ruang arus 5kA dan 7kA sedangkan untuk nilai kekasaran diperoleh nilai Ra 151 μm dan 135 μm. Hal ini dapat dilihat bahwa arus listrik mempengaruhi tingkat kekasaran setelah proses pengelasan, semakin tinggi kuat arusnya, maka semakin rendah tingkat kekasaran sampel.

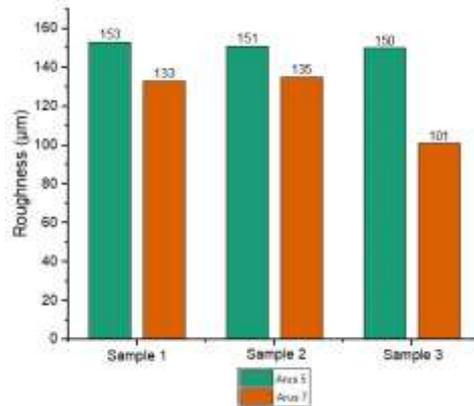


Gambar 15 Tingkat Kekasaran (Sampel 3 untuk 5kA)



Gambar 14 Tingkat Kekasaran (Sampel 3 untuk 7kA)

Berdasarkan Gambar 14 dan Gambar 15 daerah *nugget weld* merupakan daerah logam las yang mengalami peleburan karena panas yang kemudian membeku kembali melalui pendinginan secara alami pada temperature ruang arus 5kA dan 7kA sedangkan untuk nilai kekasaran diperoleh nilai Ra 150  $\mu\text{m}$  dan 101  $\mu\text{m}$ , dengan selisih 49  $\mu\text{m}$ .



Gambar 16 Perbandingan Nilai Kekasaran

Berdasarkan Gambar 16 dapat dilihat perbandingan nilai kekasaran dari masing-masing sampel dengan perbedaan kuat arus. nilai kekasaran yang paling tinggi pada sampel 1 arus 5kA yaitu 153  $\mu\text{m}$  dan nilai kekasaran paling rendah dalam hal ini adalah kehalusan suatu sampel adalah sampel 3 arus 7kA dengan nilai 101  $\mu\text{m}$ . Hal ini dapat dilihat bahwa arus listrik mempengaruhi tingkat kekasaran setelah proses pengelasan, semakin tinggi kuat arusnya, maka semakin rendah tingkat kekasaran sampel.

## KESIMPULAN

1. Pada uji foto makro semakin besar parameter arus yang diberikan maka semakin besar diameter *nugget weld* yang terbentuk.
2. Pada uji nilai kekasaran semakin besar parameter arus yang diberikan maka nilai nilai kekasaran semakin kecil karena *nugget weld* mengalami perlakuan panas tinggi sehingga membuat *nugget* itu terjadi kematangan yang baik dan memiliki nilai kekasaran permukaan yang rendah. Untuk nilai kekasaran permukaan tertinggi ada berada di sample 1 dengan nilai 153  $\mu\text{m}$  kemudian nilai terendah untuk kekasaran permukaan pada sample 3 arus 7 dengan nilai 101  $\mu\text{m}$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Azzouzi, D., Benkhedda, Y., & Boumeddane, B. (2019). Parametric study of the *nugget* growth in spot welding of 304L stainless steel sheets having equal and unequal thicknesses. *SN Applied Sciences*, 1(6), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0655-5>
- Atlas Steels Australia. (2019). *Mechanical properties of 304 grade stainless steel Grade*. 1–3.
- Azzouzi, D., Benkhedda, Y., & Boumeddane, B. (2019). Parametric study of the *nugget* growth in spot welding of 304L stainless steel sheets having equal and unequal

- thicknesses. *SN Applied Sciences*, 1(6), 1–12. <https://doi.org/10.1007/s42452-019-0655-5>
- Farrahi, G. H., Ahmadi, A., & Reza Kasyzadeh, K. (2020). Simulation of vehicle body spot weld failures due to fatigue by considering road roughness and vehicle velocity. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 105(August), 102168. <https://doi.org/10.1016/j.simpat.2020.102168>
- Kementrian Perindustrian. (2021). Menperin: Industri Otomotif Jadi Sektor Andalan Ekonomi Nasional. *Kemenperin.Go.Id*, 19–21. <https://www.kemenperin.go.id/artikel/22297/Menperin:-Industri-Otomotif-Jadi-Sektor-Andalan-Ekonomi-Nasional>
- Miller. (2010). *HANDBOOK FOR Resistance Spot Welding*.
- Moura, E. De, Silva, R. Da, Carvalho, A. De, & ... (2003). Welding defecets pattern recognition in TOFD signals using linear classifier implemented by neural networks. In *Proc. 3th PanAmerican ...*. Citeseer. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.110.7657&rep=rep1&type=pdf>
- QIAO, W., & CHEN, X. (2012). Study of Welding Heat Influence on Concrete. *World Bridges*. [http://en.cnki.com.cn/Article\\_en/CJFDTotat-GWQL201202018.htm](http://en.cnki.com.cn/Article_en/CJFDTotat-GWQL201202018.htm)
- Silva, A. L., & Fox, G. (n.d.). *Gwyddion user guide*.
- Suwarto, Suparno, & Ashwin, A. (2019). Pengaruh Variasi Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Spotwelding Terhadap Kekuatan Tarik Dari Plat Mild Steel Tebal 1 Milimeter. 276–284.
- Varkey, M. J., Sumesh, A., & Kumar, K. R. (2020). A Computational approach in optimizing process parameters influencing the heat input and Depth of Penetration of Tungsten Inert Gas welding of Austenitic Stainless ... *Materials Today: Proceedings*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S221478532033056X>