

PENGARUH PERBEDAAN BESAR ARUS PADA *SPOT WELDING* MENGGUNAKAN *GTA W* DENGAN MATERIAL *STAINLESS STEEL 304*

Moch Chamim¹, Petrus Heru Sudargo¹, Haikal¹

¹ Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta, Surakarta, Indonesia
Email: mchamim1@gmail.com

ABSTRAK

Las titik merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua logam atau lebih dijepit diantara dua elektroda logam. Arus yang kuat dialirkan melalui elektroda yang terbuat dari tembaga, karena aliran listrik yang harus melalui kedua logam yang dijepit maka pada tempat jepitan akan timbul panas karena adanya resistansi listrik yang menyebabkan logam ditempat tersebut mencair dan kemudian tersambung. Proses penjepitan membutuhkan peralatan yang kompleks karena harus kuat. Sehingga peralatan las titik tidak digunakan oleh industri kecil *sheet metal*. Dengan latar belakang permasalahan tersebut, penelitian ini mencoba mengubah metode pengelasan titik dengan menggunakan model *Tungsten Inert Gas Welding* (*TIG welding*) yang langsung ditekankan diatas material. Variasi arus digunakan 90A, 100A, 110A digunakan untuk menyambung model *single lap joint* pada material *stainless steel grade 304* tebal 2 mm ditahan selama 5 detik. Data yang diambil hasil kekuatan uji tarik dengan menganalisa metalografi makro untuk melihat ikatan material. Hasil pengelasan dengan 90 ampere penetrasi paling dalam dengan kekuatan tarik 408,5 N/mm².

Kata kunci : *TIG welding, spot weld, stainless steel 304, single lap joint*

ABSTRACT

Spot welding is one way of welding electrical resistance where two or more metals are clamped between two metal electrodes. Electric current is flowed through an electrode made of copper, because the electric current must go through the two clamped metals so that the clamps will heat up due to electrical resistance that causes the metal in the place to melt and then connect. The clamping process requires complex equipment because it must be strong. So that point welding equipment is not used by home sheet metal industries. With the background of these problems, this study tries to change the method of point welding by using a TIG welding model that is directly emphasized on the material. Electric cCurrent variations used 90, 100, 110 A are used to connect the single lap joint model to stainless steel grade 304 with 2 mm thick material held for 5 seconds. The data is taken by tensile strength test results by analyzing macro metallography to see the bonding of the material. Welding results with 90 amperes of deepest penetration with a tensile strength of 408.5 N / mm².

Keywords : *TIG welding, Spot weld, Stainless steel 304, lap joint*

1. PENDAHULUAN

Proses pengelasan harus memiliki beberapa faktor yang menentukan keberhasilan dalam pengelasan, dimana perubahan logam yang disambung diharapkan mengalami perubahan sehingga mutu las tersebut dapat dijamin [7]. Di samping untuk penyambungan (*joining*), prosedur pengelasan kelihatannya sangat sederhana, tetapi sebenarnya terdapat banyak masalah-masalah yang harus diatasi dimana pemecahannya

memerlukan berbagai macam pengetahuan [7,8,22,23]. Oleh sebab itu pengelasan menjadi sangat penting dan membutuhkan penanganan yang serius dalam penggunaannya, karena kesalahan dalam proses pengelasan dapat menyebabkan hasil pengelasan buruk yang dapat menyebabkan kerugian yang cukup besar.

Kekuatan hasil pengelasan dipengaruhi oleh beberapa parameter yang ada dalam pengelasan, seperti: tegangan busur, besar arus, besarnya penembusan, polaritas listrik dan kecepatan pengelasan. Untuk kecepatan pengelasan itu sendiri tergantung pada jenis elektroda, diameter inti elektroda, bahan yang dilas, geometri sambungan, ketelitian sambungan dan lain-lainnya. Namun dalam prakteknya, banyak juru las (*welder*) yang tidak memperhatikan hal tersebut sehingga banyak terjadi cacat las dan kekuatan hasil sambungan pada pengelasan menurun.

Salah satu bentuk cara pengelasan resistansi listrik yaitu las titik atau *spot welding*. Las titik merupakan salah satu cara pengelasan resistansi listrik dimana dua logam atau lebih dijepit diantara dua elektroda logam. Arus yang kuat dialirkan melalui elektroda yang terbuat dari tembaga, karena aliran listrik yang harus melalui kedua logam yang dijepit maka pada tempat jepitan akan timbul panas karena adanya resistansi listrik yang menyebabkan logam ditempat tersebut mencair dan kemudian tersambung [6-8,22-23]. Dengan demikian, suatu sambungan las dibentuk antara lembaran logam melalui peleburan dan mengakibatkan terikat kuat antara lembaran tanpa zat tambahan [8,9]. Las titik merupakan metode mutakhir penyambungan yang umumnya digunakan untuk menyambung lembaran logam [15]. Keunggulan dari pengelasan titik dibandingkan dengan pengelasan yang lain yaitu prosesnya cepat sehingga cocok untuk produksi massal, suplai panas yang diberikan cukup akurat dan reguler, sifat mekanik hasil las kompetitif dengan logam induk dan tidak memerlukan kawat las [5].

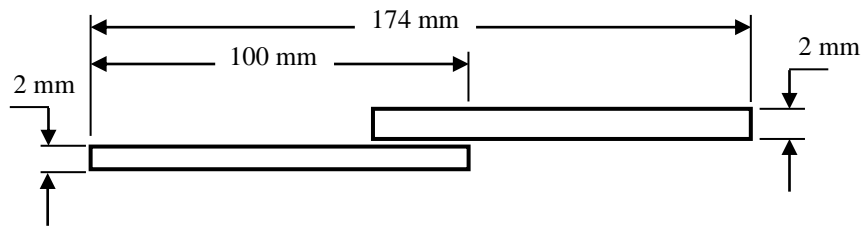
Gas Tungsten Arc Welding (GTAW) atau sering juga disebut *Tungsten Inert Gas (TIG)* merupakan salah satu dari bentuk las busur listrik (*Arc Welding*) yang menggunakan inert gas sebagai pelindung dengan *tungsten* atau *wolfram* sebagai elektroda. Pengelasan ini dikerjakan secara manual maupun otomatis. Elektroda pada *GTAW* termasuk elektroda tidak terumpan (*non consumable*) berfungsi sebagai tempat tumpuan terjadinya busur listrik. *GTAW* mampu menghasilkan pengelasan berkualitas tinggi pada hampir semua jenis logam mampu las [22].

Berdasarkan latar belakang yang telah dijelaskan di atas bahwa menggunakan *RSW (Resistance Welding)* terlalu mahal dan pada arah yang tidak memungkinkan membuat kendala untuk mengelas *spot/titik*, maka dari itu eksperimen yang akan dipakai yaitu *spot welding* menggunakan las *GTAW* tetapi tidak menggunakan bahan tambahan *filler* namun dengan menggunakan panas api dari las *GTAW*, yang terjangkau dan banyak kita jumpai.

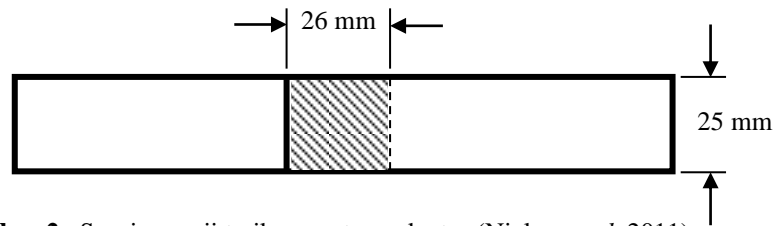
2. BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik dan struktur mikro pada sambungan las titik (*Spot welding*) model *single lap joint* menggunakan *GTAW (Gas Tungsten Arc Welding)* terhadap variasi besar arus (*Ampere*) 90 A, 100A dan 110A ditahan selama 5 detik. Material yang digunakan baja stainless steel 304 tebal 2 mm.

Pengujian kekuatan sambungan tarik geser ini memakai metode sambungan tumpang tunggal (*single lap joint*) dengan ukuran spesimen pengelasan mengacu pada jurnal Nielsen *et al* (2011) seperti ditunjukkan pada Gambar 1. dan Gambar 2. berikut. Uji tarik geser dilakukan menggunakan *Universal Testing Machine* kapasitas 300 KN dengan *loading rate* sebesar 6 mm/min. Tabel 1. Berisi tentang parameter yang akan dilakukan selama penelitian.



Gambar 1. Spesimen uji tarik geser tampak samping (Nielsen *et al*, 2011).



Gambar 2. Spesimen uji tarik geser tampak atas (Nielsen *et al*, 2011).

Tabel 1. Variabel Pada Penelitian

Waktu Penahanan	5 detik		
Arus (Ampere)	90A	100A	110A
Pengujian Tarik	3	3	3
Pengujian Struktur Mikro	1	1	1
Jumlah Spesimen	4	4	4

Tabel 3. Data Hasil Uji Tarik Geser

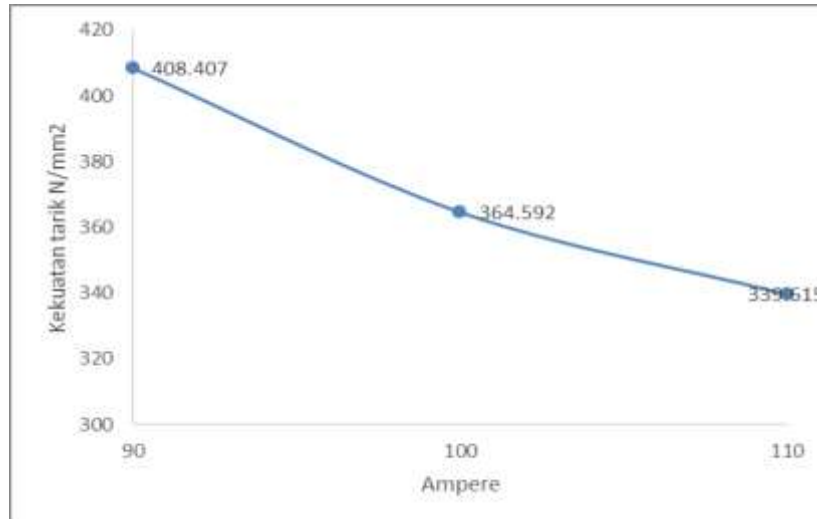
Bahan		Tegangan Maksimal	Tegangan luluh
Besar arus (Ampere)	Spesimen	N/mm^2	N/mm^2
90 A	A	381,179	232,936
	B	397,437	243,125
	C	446,606	269,182
100A	A	291,430	174,532
	B	395,371	282,593
	C	406,976	285,105
110 A	A	307,979	186,045
	B	341,88	202,6
	C	368,987	223,358

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pengujian Tarik Geser

Tabel 3. menggambarkan besar arus 90 A yang dilas *spot* menggunakan GTAW, tegangan minimum yang diperoleh sebesar 381,179 N/mm^2 dan tegangan maksimum yang diperoleh sebesar 446,606 N/mm^2 . Kurva pada Gambar 3. dapat dilihat bahwa

besar arus 100 A yang dilas *spot* menggunakan GTAW, tegangan minimum yang diperoleh sebesar 291,430 N/mm² dan tegangan maksimum yang diperoleh sebesar 406,976 N/mm². Kurva pada gambar 3. dapat dilihat bahwa besar arus 110 A yang dilas *spot* menggunakan GTAW, tegangan maksimum yang diperoleh sebesar 368,987 N/mm² dan Tabel 3. menunjukkan tegangan minimum yang diperoleh sebesar 307,979 N/mm². Tabel 4. Menunjukkan rata-rata seluruh pengujian.



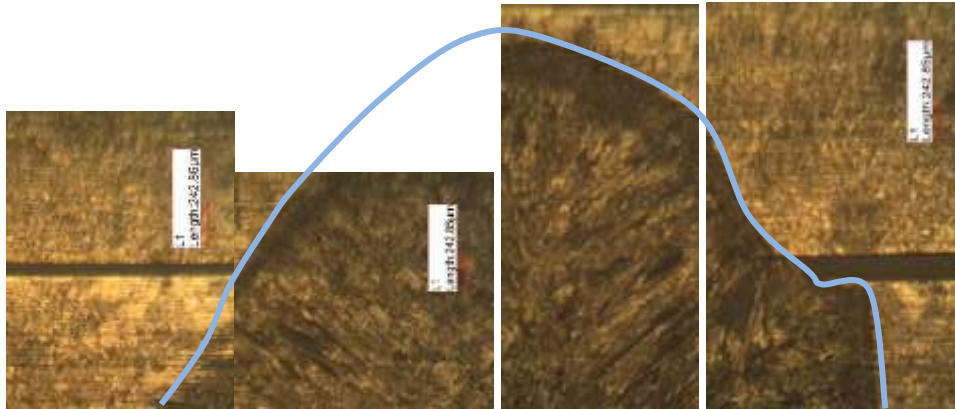
Gambar 3. Hubungan Ampere dengan Kekuatan Tarik

Tabel 4. Tegangan rata-rata

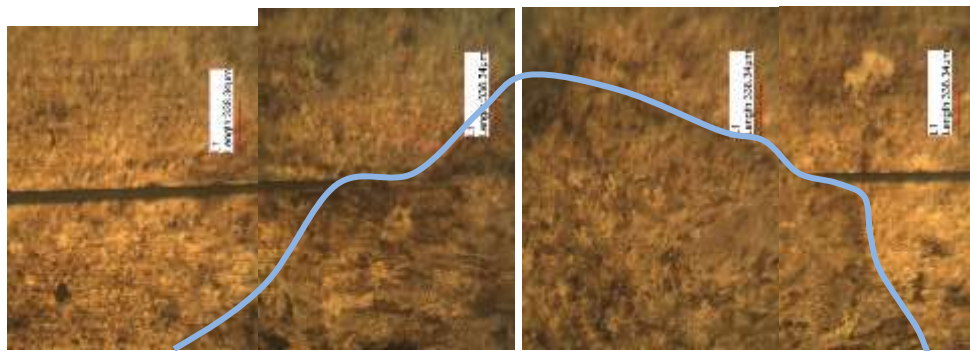
Besar arus (A)	Tegangan maksimal rata-rata (N/mm ²)	Tegangan luluh rata-rata (N/mm ²)
90	408,407	248,414
100	364,592	247,410
110	339,615	204,001

3.2. Pengujian Struktur Mikro

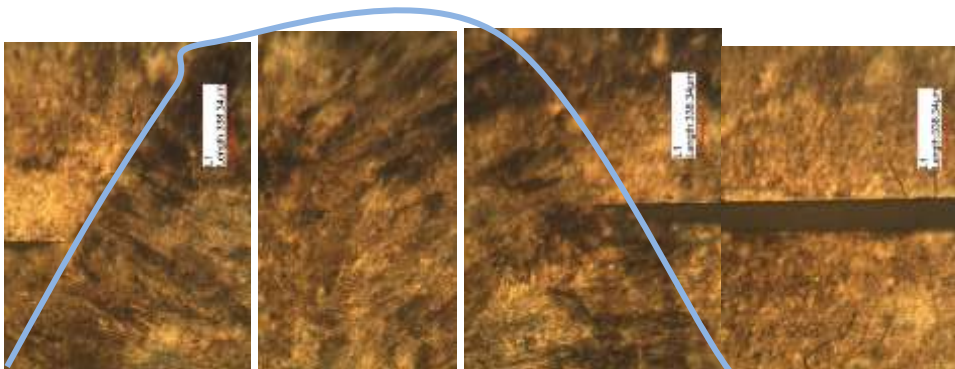
Tujuan dari pengujian struktur mikro yaitu untuk mengetahui struktur material yang tersusun pada material tersebut, namun pada penelitian ini penulis mengamati pada bagian *penetrasi* pengelasan *spot* menggunakan GTAW, jadi pembesaran yang di gunakan hanya menggunakan 5X pembesaran. Terdapat perbedaan yang signifikan dari hasil pengelasan melalui pengamatan mikro struktur. Penetrasi atau kedalaman yang paling tinggi adalah 90A karena panas yang cukup melelehkan kedua material (Gambar 4.). Pengelasan menggunakan 100A dan 110A memiliki lebar las yang besar karena masukkan panas atau panas yang dihasilkan oleh *electrode* sangat besar (Gambar 5. dan Gambar 6.)



Gambar 4. Perbesaran 5X struktur mikro pengelasan 90 A



Gambar 5. Perbesaran 5X struktur mikro pengelasan 100 A



Gambar 6. Perbesaran 5X struktur mikro pengelasan 110 A

4. KESIMPULAN

Pengelasan menggunakan GTAW bisa digunakan untuk mengganti proses *spot weld* secara sederhana. Penentuan ampere dan ketebalan plat akan mempengaruhi hasil yang didapatkan. Waktu penahanan saat proses las memiliki pengaruh juga terhadap besarnya masukkan panas yang diserap oleh material.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih tim riset mengucapkan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LPPM) Akademi Teknologi Warga Surakarta yang telah mendukung pembiayaan dalam proses penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Abadi, M. M. H. dan Pouranvari, M. 2010. *Correlation Between Macro/Micro Structure and Mechanical Properties Of Dissimilar Resistance Spot Welds Of AISI 304 Austenitic Stainless Steel And AISI 1008 Low Carbon Steel*, Scientific paper UDC: 28.477:669.715
- [2] Abson, D.J. dan Pargeter, R.J., 1986. Factors Influencing Strength, Microstructure and Toughness of as Deposited Manual Metal Arc Welds Suitable for C - Mn Steel Fabrications. *International Metal Reviews*, vol.31, No.4, 141- 193.
- [3] Agustriyana, L., Irawan, Y.S., Sugiarto, 2011, Pengaruh Kuat Arus dan Waktu Pengelasan Pada Proses Las Titik (Spot Welding) Terhadap Kekuatan Tarik dan Mikrostruktur Hasil Las Dari Baja Fasa Ganda (Ferrite-Martensite)", *Jurnal Rekayasa Mesin*, Vol.2, p. 175-181.
- [4] Aljufri, 2008. Pengaruh Variasi Sudut Kampuh V Tunggal Dan Kuat Arus Pada Sambungan Logam Aluminium – Mg 5083 Terhadap Kekuatan Tarik Hasil Pengelasan Tig.
- [5] Anis, M., Irsyadi, A., & Ferdian, D. 2009. Studi Lapisan Intermetalik Cu3Sn pada Ujung Elektroda Dalam Pengelasan Titik Baja Galvanis. *Jurnal Teknologi*, 13 (2): 91-95.
- [6] Arifin, S. 1997. *Las Listrik dan Otogen*. Jakarta: Ghalia Indonesia
- [7] B. Bouyousfi, T. Sahraoui, S. Guessasma, K.T. Chaouch, *Materials & Design* 28/2 (2007) 414.
- [8] Cary, B. Howard. 1989. *Modern Welding Technology*, second edition, Prentice Hall International, Inc. Engewood. New Jersey.
- [9] Charde, N. 2012. Effects of Electroda Deformation on Carbon Steel Weld Geometry of Resistance Spot Welding. *Original Research Journal*, 1 (5): 5-12.
- [10] Endartyana, R.F., (2013), "studi perbandingan sifat mekanik pada pengelasan satu sisi dan dua sisi friction stir welding aluminium 5083 kapal Katamaran", Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya.
- [11] Faozi, S. 2015. "Pengaruh Arus Listrik dan Holding Time Terhadap Sifat Fisik-Mekanik Sambungan Spot Tig Welding Material Tak Sejenis Antara Baja dan Paduan Aluminium". Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- [12] Haikal, 2014, "Pengaruh Tegangan Listrik dan Waktu Pengelasan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Sambungan Las Titik (Resistance Spot Welding) Logam Tak Sejenis 3 Lapis 316L, SS400, J1", Tugas Akhir S-1, Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Surakarta, Surakarta.
- [13] Hasanbasoglu, A., Kacar, R., 2006, Resistance Spot Weldability of Dissimilar Materials (AISI 316L-DIN EN 10130-99 Steels), *Journal of Materials and Design*, Vol. 28, p. 1794-1800.
- [14] Hayat, F., 2010, Resistance Spot Weldability of Dissimilar Materials : BH180-AISI304L Steels and BH180-IF7123 Steels, *J. Mater. Sci. Technol.*, Vol. 27, p. 1047-1058.
- [15] Ishak, M., Shah, dkk. 2014. Studi Of Resistance Spot Welding Between AISI 301 Stainless Steel And AISI 1020 Carbon Steel Dissimilar Alloys. *Journal of Mechanical Engineering and Sciences (JMES)*, 6 : 793-806.
- [16] Katulistiwa, Inggil. 2014. Pengaruh besar arus pengelasan dan jenis elektroda las Tungsten Inert Gas (TIG) pada baja karbon rendah terhadap kekuatan tarik dan bending. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- [17] Marashi, P., Pouranvari, M., Amirabdollahian, S., Abedi, A., and Goodarzi, M., 2007, Microstructure and Failure Behavior of Dissimilar Resistance Spot Welds Between Low Carbon Galvanized and Austenitic Stainless Steels, *Journal of Materials Science and Engineering*, Vol. 480, p. 175-180.
- [18] NIELSEN, C.V, FRIIS, K.S, ZHANG, W, AND BAY, N. 2011. Three-Sheet Spot Welding of Advanced High-Strength Steels. *Welding Journal*. Vol. 90, p. 1-9.
- [19] Pouranvari M., 2011, *Effect of Welding Current on the Mechanical Response of Resistance Spot Welds of Unequal Thickness Steel Sheets in Tensile-Shear Loading Condition*, In

- ternational Journal of Multidisciplinary Sciences and Engineering, VOL. 2, NO. 6, ISSN: 2045-7057.
- [20] Shamsul, J.B., and Hisyam, M.M., 2007, Study of Spot Welding of Austenitic Stainless Steel Type 304, Journal of Applied Sciences Research, Vol. 3, p. 1494-1499.
- [21] Sumarji, 2011. Studi Perbandingan Ketahanan Korosi Stainless Steel Tipe SS 304 dan SS 201 Menggunakan Metode U-Bend Test Secara Siklik Dengan Variasi Suhu dan PH. *Jurnal ROTOR*, 4 (1): 1-8
- [22] Wiryo Sumarto H. dan Okumura T. 2000. Teknologi Pengelasan Logam. Jakarta. PT Pradnya Paramita.
- [23] Y.J. Chad, Failure of Spot Weld: A competition between crack mechanics and plastic collapse, Recent Advances in Experimental Mechanics, Gdoutos E.E, Springer, Netherland, 2004, p 245.