

## PENGARUH VARIASI ARUS DAN WAKTU TERHADAP SIFAT FISIK- MEKANIK PADA SAMBUNGAN *SPOT TIG WELDING SIMILAR* BAJA GALVANIS

Rivaldy Mochammad Kartika<sup>1</sup>, Aris Widyo Nugroho<sup>2</sup>, Muh. Budi Nur Rahman<sup>3</sup>  
Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta  
Jl. Brawijaya Tamantirto, Kasihan, Bantul, Yogyakarta, Indonesia, 55183  
[rivaldykartika14@gmail.com](mailto:rivaldykartika14@gmail.com)

### INTISARI

Pengaruh kuat arus dan lama waktu pengelasan merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas dari sambungan. Pada *Spot TIG welding* proses pengelasan dilakukan pada satu sisi saja sehingga memungkinkan dilakukan pada daerah yang sulit untuk dijangkau dengan metode *resistance spot welding*. Tujuan dari penelitian untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan waktu pengelasan terhadap struktur mikro, nilai kekerasan (*Vickers*) dan nilai kapasitas dukung beban tarik.

Proses penyambungan *spot TIG welding* menggunakan plat galvanis dengan dimensi spesimen panjang 100 mm dan lebar 30 mm dengan tebal plat sebesar 0,8 mm, kemudian plat disambung secara tumpang (*lap joint*) dengan jumlah tiap parameter 5 spesimen uji. Parameter arus listrik yang digunakan yaitu 100A, 110A, 120A dan 130A dengan waktu pengelasan 3 dan 4 detik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian, struktur mikro, kekerasan (*Vickers*) dan uji tarik-geser.

Hasil pengamatan mikro menunjukkan bahwa terdapat unsur ferrit dan perlit pada baja galvanis, seiring meningkat arus dan waktu pengelasan perlit semakin meningkat. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weldmetal* yaitu 184 HV pada arus 130A 4 detik dan nilai kekerasan terendah yaitu 136 HV pada arus 100A 3 detik. Nilai kapasitas beban tarik tertinggi terdapat pada arus 130A 4 detik sebesar 4585,69 N dan nilai kapasitas beban tarik terendah terdapat pada arus 100A, 3 detik sebesar 1170,61 N. Peningkatan arus dan waktu dapat menaikkan diameter *nugget* pada daerah *weldmetal*.

**Kata Kunci:** galvanis, kapasitas beban tarik-geser, kekerasan *Vickers*, *spot TIG welding*, struktur mikro.

## ABSTRACT

*The use of electric current and welding time factors that determine the quality of the joining. In spot TIG welding the welding process is carried out on one side only so that it is possible to do welding in areas that are difficult to reach with the resistance spot welding method. The purpose of this study is to determine the effect of current variations and welding time on the microstructure, hardness value and tensile load carrying capacity.*

*Spot TIG welding process uses galvanized with specimen dimensions of 100 mm length and 30 mm width with thickness of each plate of 0.8 mm then the plates are joined together (lap joint) with of each parameter that is 5 specimens. Electric current parameters used are 100A, 110A, 120A and 130A with welding time of 3 seconds and 4 seconds. In this study microstructure, hardness (vickers) and tensile load bearing capacity.*

*Micrograph observations show that there are elements of ferrite and pearlite in galvanized steel, as the current increases and the perlite welding time increases. The highest hardness value is in the weld metal area of 184 HV at a current of 130A 4 seconds and the lowest hardness value is 136 HV at 100A current of 3 seconds. The highest value of the tensile load capacity is at 130 A 4 seconds current of 4585.69 N and the lowest tensile load capacity value is at 110 A 3 seconds current of 1170.61 N. Increasing current and time can increase the diameter of the nugget in the weld metal area.*

**Keywords:** *spot TIG welding, galvanized, microstructure, hardness, tensile load capacity.*

## 1. PENDAHULUAN

Pengelasan merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari pertumbuhan industri karena memegang peranan utama dalam rekayasa dan manufaktur mesin. Pada era industri teknik pengelasan telah banyak dipergunakan secara luas pada proses penyambungan di konstruksi bangunan baja dan konstruksi mesin. Luasnya penggunaan teknologi ini disebabkan karena pengembangan dengan teknik pengelasan menghasilkan konstruksi yang ringan dan sederhana dalam prosesnya.

Salah satu teknik pengelasan yang dilakukan yaitu pengelasan titik atau biasa disebut *resistance spot welding* (RSW). Metode pengelasan ini dilakukan dengan cara mengalirkan arus listrik pada permukaan logam plat yang akan disambung sehingga permukaan tersebut menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik. Keunggulan dari pengelasan titik dibanding dengan pengelasan lain yaitu prosesnya cepat sehingga cocok untuk produksi massal, suplai panas yang diberikan cukup akurat dan regular, sifat mekanik hasil las kompetitif dengan logam induk dan tidak memerlukan kawat las (Anis dkk, 2009).

Handra dan Syafr (2013), juga telah melakukan penelitian tentang studi kekuatan sambungan plat pada pengelasan titik yang ditinjau dari kekuatan tarik dan geser. Penelitian ini menggunakan plat hitam dan plat galvanis dengan ketebalan 1,2 mm sebagai spesimen uji serta parameter yang divariasikan hanya pada waktu penekanannya (2 detik, 2,5 detik, 3 detik dan 3,5 detik). Arus pengelasan yang digunakan sebesar 26 A. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan, kekuatan dan diameter *nugget* sambungan yang dihasilkan semakin besar pula, dimana nilai kekuatan tarik rata-rata terbesar dari sambungan plat hitam sebesar  $167,30 \text{ N/mm}^2$  dan galvanis sebesar  $145,56 \text{ N/mm}^2$ .

Amin (2017) meneliti tentang pengaruh arus listrik terhadap sifat fisik dan mekanik pada sambungan *spot welding dissimilar* logam *satinless steel* dan baja karbon rendah, hasil pengujian tarik tertinggi terdapat pada arus 70 A sebesar  $190,920 \text{ kN/mm}^2$ . Pengamatan mikro menunjukkan bahwa pada daerah HAZ di dominasi oleh unsur perlit dengan ukuran butir yang halus dan homogeny.

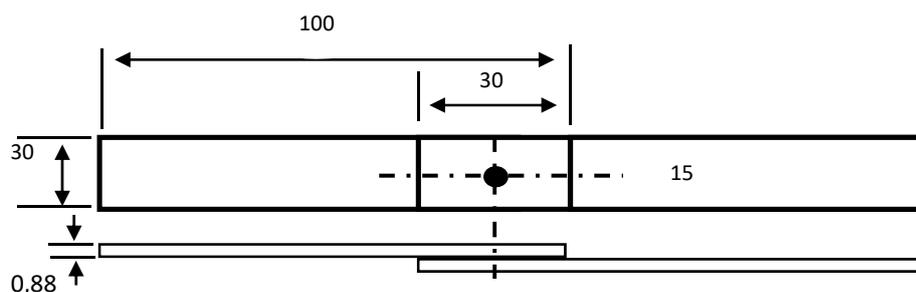
Penelitian untuk jenis *spot TIG welding* telah dilakukan oleh Faozi (2015) meneliti tentang pengaruh variasi parameter arus listrik dan waktu pengelasan terhadap sifat fisik dan mekanik sambungan las *spot TIG* material tak sejenis baja SS400 dan paduan aluminium AA5083 dengan tebal masing-masing 1,2 mm dan 2,5 mm. Variasi arus pengelasan yang digunakan adalah 70A, 80A, 90A, 100A, dan variasi waktu penekanannya 6 detik, 7 detik, 8 detik. Setelah dilakukan pengujian hasil lasan, didapat nilai *Tensile Load Bearing Capacity* (TLBC) rata-rata tertinggi sebesar 869,19 N yaitu pada pengelasan dengan parameter arus 100 A, dan waktu penekanan 8 detik. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada arus 70 A dan waktu pengelasan 6 detik yaitu sebesar  $\pm 241,30 \text{ HV}$ .

Bedasarkan penelitian *resistance spot welding* yang telah banyak dilakukan tetapi pada penelitian *spot TIG welding*, terutama *similar* baja galvanis belum ada dilakukan penelitian. Baja galvanis merupakan salah satu baja yang banyak digunakan dibidang otomotif seperti akir-akhir ini banyak digunakan untuk mengcustom motor seperti pada bagian tangki motor, spakbor depan belakang dan bagian body lainnya, oleh karena itu penelitian *spot TIG welding* menjadi penelitian yang sangat perlu dilakukan karena penggunaan alat yang lebih ringkas dengan satu elektroda dibanding dengan RSW yang menggunakan dua elektroda sehingga sangat membatasi ruang gerak *welder*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Prosedur Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu plat baja galvanis dengan ketebalan plat 0,8 mm kemudian plat tersebut dipotong dengan standar AWS D8.9-97 dengan dimensi panjang 100 mm dan lebar 30 mm, setelah itu dibuat titik tengah untuk daerah yang akan dilas dengan ukuran 30 mm x 30 mm.



**Gambar 1.** Dimensi spesimen AWS D8.9-97

Setelah dilakukan proses pemotongan bahan langkah selanjutnya yaitu proses pengelasan dengan menggunakan mesin *spot TIG welding* dengan tipe EWM 351 Tetrix. Arus yang digunakan pada masing-masing spesimen yaitu 100 A, 110 A, 120 A, dan 130 A sedangkan waktu pengelasan selama 3 dan 4 detik, pada masing-masing arus dan waktu pengelasan dibuat 5 spesimen uji, sehingga jumlah keseluruhan dilas 32 spesimen dengan rincian: 24 spesimen untuk pengujian tarik geser pada masing-masing arus dan waktu, 8 spesimen untuk pengujian struktur mikro dan kekerasan *vickers*.

Pengujian struktur mikro dan makro dilakukan setelah spesimen dilas, dengan memotong spesimen uji pada bagian las sepanjang 30 mm x 30 mm kemudian dicetak pada resin (*mounting*) setelah proses *mounting* selesai selanjutnya dilakukan proses etsa dengan tujuan agar struktur mikro pada spesimen uji dapat terlihat. Proses etsa menggunakan larutan kimia pada masing-masing spesimen uji dengan digunakan larutan kimia campuran 1 : 3 yaitu 1 bagian  $\text{NH}_3\text{OH}$  dan 3 bagian aquades. Pengamatan

struktur mikro dilakukan pada bagian *basemetal*, HAZ dan *weld metal*, pengamatan dilakukan dengan menggunakan mikroskop tipe Olympus U-MSSP4.

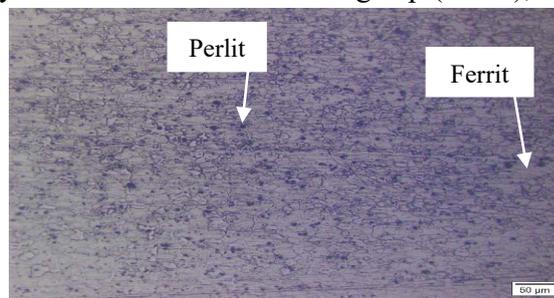
Pengujian kekerasan dilakukan setelah proses pengujian struktur makro dan mikro selesai, pengujian kekerasan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada daerah yang terpengaruh panas. Daerah logam yang diambil untuk uji kekerasan (*Vickers*) yaitu sebanyak 9 titik diantaranya *base metal* galvanis, HAZ butiran kecil kiri, HAZ butiran besar kiri, *weld metal* diambil 3 titik (kiri, tengah dan kanan), HAZ butiran besar kanan dan HAZ butiran kecil kiri. Pengujian kekerasan dilakukan dengan pemberian beban sebesar 200 gf dengan waktu penekanan 5 detik.

Pengujian tarik-geser dilakukan dengan 3 spesimen uji pada setiap variasi arus dan waktu pengelasan, proses pengujian Tarik menggunakan mesin uji Tarik *Universal Testing Machine* (UTM) Instron 3367, proses pengujian dilakukan dengan cara memberikan beban tarik-geser terhadap sambungan spesimen uji secara konstan dengan waktu 5mm/menit. Pengujian tarik ini dilakukan untuk mengetahui nilai ketahanan material terhadap gaya statis yang diberikan secara perlahan dan konstan.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Pengujian struktur mikro

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan pada daerah *base metal* baja galvanis menunjukkan terdapat unsur ferrit dan perlit, namun struktur itu di dominasi oleh ferrit berwarna butiran putih yang memiliki karakteristik yang halus dan ulet sedangkan perit hanya ada sedikit dan berwarna gelap (hitam), seperti pada gambar 2.

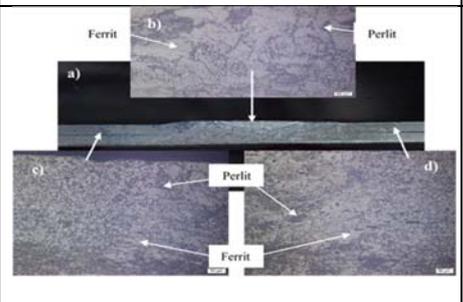
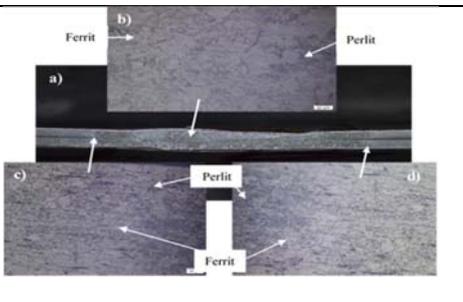
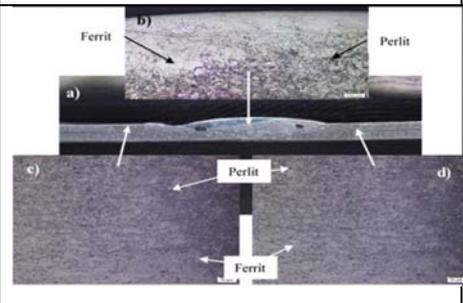
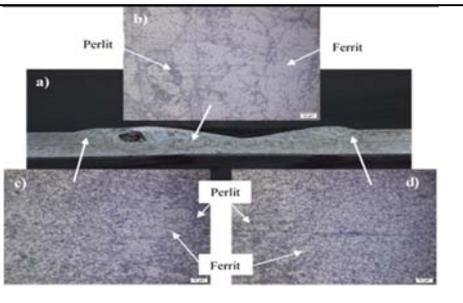
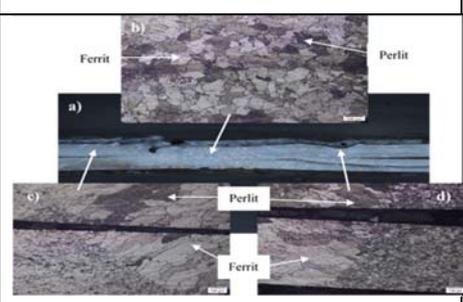
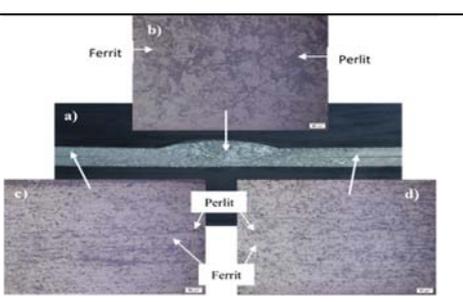
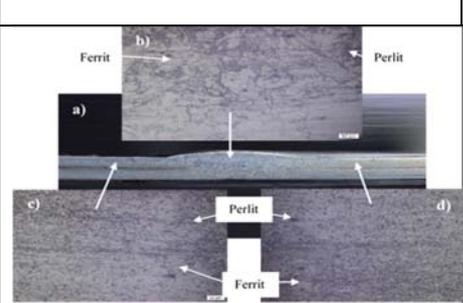
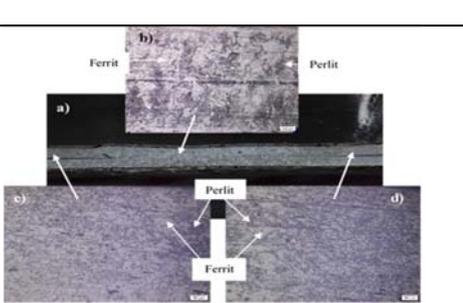


**Gambar 2.** Struktur mikro *base metal* baja galvanis

Berdasarkan pengamatan foto struktur mikro pada Gambar 3 menunjukkan terjadi perubahan struktur mikro pada daerah yang mengalami perlakuan panas akibat proses pengelasan. Daerah HAZ yang berdekatan dengan *weld metal* mengalami pemuaiian sehingga bentuk strukturnya membesar (Fachruddin dkk, 2016), apabila masukan panas semakin besar maka akan mengakibatkan luasan HAZ semakin besar dan merubah struktur mikro menjadi butiran yang kasar, sedangkan pada daerah *weld metal* memiliki struktur mikro mengalami pemuaiian juga tetapi bentuknya sudah tidak beraturan diakibatkan oleh tekanan pada saat pengelasan dan masih di dominasi oleh unsur ferrit.

Parameter kuat arus dan waktu pengelasan sangat berpengaruh pada struktur mikro daerah *weld metal*, semakin tinggi kuat arus yang diberikan maka unsur perlit semakin banyak sehingga menyebabkan kekerasan dan kekuatan tarik-geser meningkat. Struktur mikro dari tiap variasi dapat dilihat di Gambar 3 menunjukkan perubahan struktur mikro antara daerah *Base metal*, HAZ dengan *weld metal*. Daerah HAZ strukturnya masih beraturan tetapi ukurannya membesar dikarenakan masukan panas dari pengelasan, sedangkan daerah *weld metal* strukturnya tidak beraturan dan ukurannya membesar karena diakibatkan tekana dari pengelasan.

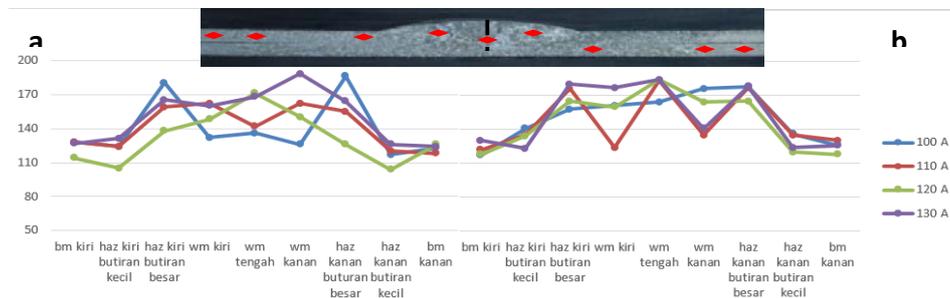
Variasi kuat arus dan waktu pengelasan yang diberikan memberi perubahan pada unsur perlit, dimana setiap kuat arus naik unsur perlit pada daerah *weld metal* mengalami kenaikan atau semakin banyak.

Arus (A)	3 detik	4 detik
100		
110		
120		
130		

**Gambar 3.** a) struktur makro, b) *weld metal*, c) HAZ kiri d) HAZ kanan

### 3.2 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan (*Vickers*) dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui perbedaan nilai kekerasan pada material logam seperti pada daerah *base metal* dan beberapa bagian yang terkena pengaruh panas pada saat proses pengelasan seperti pada daerah HAZ (*Heat Affected Zone*) dan pada daerah *weld metal*. Pada pengujian kekerasan ini pembebanan yang digunakan sebesar 200 gf dan waktu penekanan selama 5 detik.

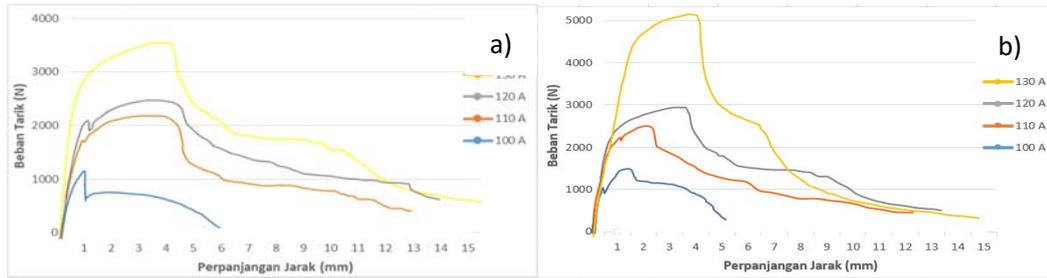


**Gambar 4.** Hasil Uji Kekerasan (*Vickers*) a) 3 detik dan b) 4 detik

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan bahwa nilai kekerasan tertinggi dengan waktu 3 detik terdapat pada *weld metal* dengan arus 130 A yang diambil tiga titik (kiri, tengah dan kanan) dengan nilai kekerasan 160 HV, 168 HV dan 188 HV. Daerah HAZ diambil dua titik yaitu daerah HAZ butiran besar yang merupakan daerah berdekatan dengan *weld metal* dengan nilai kekerasan 180 HV dan 186 HV pada arus 100 A sehingga nilai kekerasannya tidak jauh beda dengan *weld metal*, sedangkan daerah HAZ butiran kecil merupakan daerah yang berdekatan dengan *base metal* dengan nilai kekerasan 131 HV dan 126 HV pada arus 130 A sehingga kekerasannya hampir sama dengan *base metal*. Untuk kekerasan tertinggi pada waktu pengelasan 4 detik pada daerah *weld metal* terdapat pada arus 130 A dengan nilai kekerasan 177 HV, 184 HV dan 141 HV, untuk daerah HAZ butiran besar kekerasan paling tinggi pada arus 130 A dengan nilai kekerasan 180 HV dan 178 HV, sedangkan untuk daerah HAZ butiran kecil kekerasan tertinggi pada arus 100 A dengan nilai kekerasan 141 HV dan 136 HV. Dimana semakin besar arus pengelasan dan waktu pengelasan nilai kekerasan semakin keras diakarenakan masukan panas yang lebih besar sehingga penyambungan semakin kuat (Prasetya dkk, 2017) sedangkan untuk daerah HAZ butiran besar lebih kuat dibanding dengan daerah HAZ butiran kecil dikarenakan daerah pada HAZ butiran besar berdekatan dengan *weld metal* yang mengalami pengkasaran butiran akibat pengaruh dari panas pengelasan (Faozi, 2015).

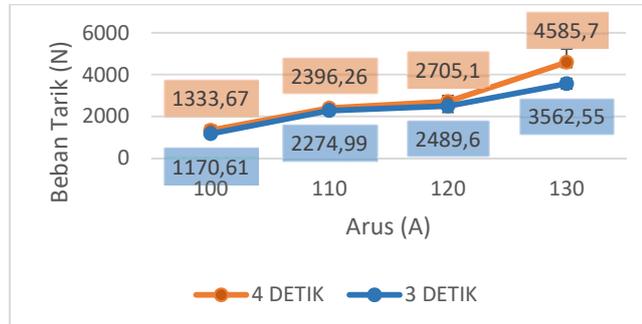
### 3.3 Pengujian tarik-geser

Pengujian tarik geser bertujuan untuk mengetahui nilai kekuatan dan keuletan pada material logam. Pengujian ini terjadi dengan memberikan pembebanan secara konstan pada spesimen uji, beban yang diberikan merupakan kombinasi dari gaya tarik dan gaya geser atau bisa disebut dengan gaya beban dukung tarik-geser (TLBC).



Gambar 5. a) 3 detik dan b) 4 detik

Pengujian tarik pada Gambar 5 menunjukkan nilai kapasitas beban tarik-geser mengalami peningkatan setiap kenaikan arus. Seperti penelitian yang telah dilakukan Amin (2017) menunjukkan bahwa peningkatan arus akan berdampak pada kenaikan kekuatan tarik, sedangkan menurut Anrial dan Hendri (2012) semakin lama waktu pengelasan maka semakin besar tegangan tarik yang dihasilkan. Hal ini disebabkan waktu merupakan parameter yang sangat penting pada proses pengelasan. Semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka hasil sambungan las yang terjadi akan semakin kuat, karena waktu yang lama akan membuat penetrasi pengelasan semakin dalam dan *nugget* yang terbentuk semakin besar.



Gambar 6. Grafik perbandingan kapasitas beban tarik terhadap variasi arus dan waktu pengelasan

Hasil pengujian tarik-geser yang telah dilakukan dapat dilihat bahwa kekuatan beban tarik pada spesimen uji dengan waktu pengelasan 3 detik pada arus 100 A, 110 A, 120 A dan 130 A masing-masing memiliki nilai rata-rata sebesar 1170,61 N, 2274,99 N, 2489,6 N dan 3562,55 N sedangkan pada waktu pengelasan 4 detik diperoleh hasil kekuatan beban tarik pada masing-masing arus 100 A, 110 A, 120 A dan 130 A memiliki nilai rata-rata sebesar 1333,67 N, 2396, 26 N, 2705,1 N dan 4585,7 N. dengan demikian nilai rata-rata pada *tensile load bearing capacity* (TLBC) tertinggi terdapat pada arus 130 A dengan waktu pengelasan 4 detik

sedangkan nilai TLBC terendah terdapat pada arus 100 A dengan waktu pengelasan 3 detik.

Setelah dilakukan proses pengujian tarik-geser maka akan diperoleh kegagalan pada sambungan las, mode kegagalan sambungan yang diperoleh, adapun jenis kegagalannya yaitu *pull-out failure* merupakan salah satu jenis kegagalan las titik yang menunjukkan adanya nilai beban tarik pada sambungan las tersebut. *Pull out failure* merupakan tipe kegagalan yang dibutuhkan dalam *design of manufacture*, hal ini dikarenakan tipe *Pull out failure* memiliki deformasi plastik yang tinggi (Haikal dan Triyono, 2013).



**Gambar 7.** Mode kegagalan sambungan las jenis *pull-out failure*.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa dan pembahasan mengenai pengaruh variasi arus dan waktu pengelasan pada sambungan *spot TIG welding* material baja galvanis dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Peningkatan arus dan waktu pengelasan mengakibatkan ukuran butir pada daerah *weld metal* dan HAZ menjadi lebih besar dan kasar akibat dari pengaruh panas. Struktur baja galvanis terdiri dari unsur ferrit dan perlit, pada daerah *weld metal* usur perlit meningkat dibandingkan daerah *weld metal* dan HAZ.
2. Peningkatan arus pengelasan mengakibatkan meningkatnya nilai kekerasan pada *weld metal*, tetapi tidak untuk waktu pengelasannya. Nilai kekerasan *base metal* yaitu  $\pm 127$  HV nilai kekerasan *weld metal* dengan waktu 3 detik yaitu  $\pm 160$  HV - 188 HV sedangkan pada waktu pengelasan 4 detik  $\pm 141$  HV - 184 HV. Waktu pengelasan 3 detik pada daerah HAZ butiran kecil yaitu  $\pm 104$  HV - 131 HV, HAZ butiran besar  $\pm 126$  HV - 186 HV, sedangkan untuk waktu 4 detik nilai kekerasan daerah HAZ butiran  $\pm 120$  HV - 141 HV, HAZ butiran besar  $\pm 158$  HV - 180 HV.
3. Peningkatan arus dan waktu pengelasan dapat menaikkan kapasitas beban tarik dari hasil uji tarik-geser pada sambungan las. Kapasaitas beban tarik pada

waktu pengelasan 4 detik dengan arus 130 A sebesar 4585,7 N, sedangkan nilai tertinggi pada waktu 3 detik terdapat pada arus 130 A sebesar 3562,55 N.

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa pengelasan *spot TIG welding* material baja galvanis dapat tersambung dengan optimal pada arus 130 A dengan waktu pengelasan 4 detik. Sehingga pengelasan *spot TIG* dengan material baja galvanis ini bisa dikembangkan lebih lanjut.

## Daftar Pustaka

### Journal :

- Abbass, Ghazi, & Abbass. 2016. Optimization and predication of spot TIG welding parameters of stainless steel sheets (AISI 304L). *International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology*, Vol, 5, Issue 11, November 2016.
- Amin, A. 2017. Pengaruh Variasi Arus Listrik terhadap Kekuatan Tarik dan Struktur Mikro Sambungan Las Titik (*Spot Welding*) Logam Dissimilar Stainless Steel dan Baja Karbon Rendah. *Jurnal Teknik Mesin UNISKA*, Vol. 02, NO. 1 p.63-67.
- Anis, M., Irsyadi. A., Ferdian. D. 2009. Studi Lapisan Intermetalik  $Cu_3Sn$  pada Ujung Elektroda dalam Pengelasan Titik Baja Galvanis. *Jurnal Teknologi Universitas Indonesia. Vol. 2, No. 13 p 91-95*.
- Anrinal dan hendri, 2012. pengaruh variasi waktu penekanan terhadap kekuatan tarik hasil *Resistance Spot welding*. Institut Teknologi Padang. *Jurnal teknik Mesin vol.1, No. 2, p 6-9*.
- Fachruddin, Suryanto & Solichin, 2016. pengelasan *Resistance Spot welding* terhadap kekuatan geser, kekerasan dan struktur mikro pada sambungan *dissimilar* baja *stainless steel* AISI 304 dan baja karbon rendah ST 41. *Jurnal Teknik Mesin Universitas Negeri Malang, Vol. 1, No. 2, p 5-11*.
- Faozi, 2015. Pengaruh variasi parameter arus listrik dan waktu pengelasan terhadap sifat fisik dan mekanik sambungan las *spot TIG* material tak sejenis baja SS400 dan paduan aluminium AA5083. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Haikal dan Triyono. 2013. Studi literature pengaruh parameter pengelasan terhadap sifat fisik dan mekanik pad alas titik (*Resistance Spot welding*). *Jurnal Teknik Mesin UNDIP, Vol. 15, No. 2, p 44-45*.
- Handra.N dan Syafra.F.F. 2013. Studi Kekuatan Sambungan Plat pada Spot Welding Ditinjau dari Kekuatan Tarik dan Geser. *Jurnal Mechanical Vol. 4, No 1, 52-57*.
- Prasetya, Rusiyanto & Pramono, 2017. Pengaruh debit gas pelindung dan tegangan listrik tingkat kekerasan dan struktur mikro sambungan las GMAW pada baja karbon sedang EMS-45. *Jurnal Kompetensi Teknik Vol.8, No.2*.
- Raharjo dan Ariawan. 2005. Pengaruh welding terhadap struktur mikro dan kekerasan sambungan lap baja tahan karat feritik AISI 430 dengan metode *resistance Spot Welding*. *Jurnal Teknik Mesin UNS, Vol. 3, No. 3. p 19-21*.