

PENGARUH WAKTU PENGELASAN TERHADAP STRUKTUR MIKRO, KEKERASAN DAN KAPASITAS BEBAN TARIK PADA PENGELASAN SPOT TIG SAMBUNGAN DISSIMILAR METAL ANTARA STAINLESS STEEL 430 DAN BAJA KARBON RENDAH

Hadi Prayitno^a, Aris Widyo Nugroho^b, Muh. Budi Nur Rahman^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta
Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia, 55183

^ahadip5550@gmail.com, ^bnugrohoaris@gmail.com, ^cnurrahman_ummy@yahoo.co.id

Abstrak

Proses penyambungan menggunakan metode pengelasan titik (*resistance*) material logam tak sejenis telah banyak dilakukan. Pengelasan jenis ini akan menghasilkan bekas pada kedua sisi material yang telah dilas. Pengelasan jenis *spot* TIG dilakukan guna mengembangkan dari mesin las TIG dan dapat digunakan untuk las titik. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi waktu penekanan terhadap struktur mikro, kekerasan, dan kapasitas beban tarik pada sambungan hasil pengelasan beda material metode *spot* TIG. Material yang digunakan adalah plat *stainless steel 430* dan baja karbon rendah dengan ketebalan 0,8 mm dengan ukuran panjang 10 cm x lebar 3 cm (standard AWS D8.9-97). Penelitian ini menggunakan jenis *overlap* dengan posisi baja karbon rendah dibagian atas. Parameter yang digunakan adalah waktu penekanan yaitu 2, 3, 4, dan 5 detik dengan kuat arus 95 A yang konstan pada setiap variasi waktu. Penelitian ini menggunakan tiga jenis pengujian yaitu pengujian struktur mikro, pengujian kekerasan dan pengujian tarik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada daerah *weld metal* terjadi perubahan ukuran butir dan menjadi lebih kasar serta terdapat fasa ferrite, acicular ferrite, dan martensite. Daerah *weld metal* baja karbon rendah memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu pada variasi waktu 2 detik sebesar ± 354 HV. Nilai kapasitas beban tarik geser tertinggi yaitu pada waktu 4 detik dengan nilai sebesar 4364,09 N. Dari penelitian yang telah dilakukan parameter waktu penekanan sangat berpengaruh pada nilai beban tarik geser, struktur mikro dan kekerasan.

Kata Kunci: Pengelasan *spot* TIG, *Stainless steel 430*, Baja karbon rendah, Struktur mikro, Kekerasan, Kekuatan geser.

Abstract

The connection process using the point welding method (resistance) of non-similar metal material has been widely carried out. This type of welding will produce marks on both sides of the welded material. Welding of TIG spot types is done to develop from TIG welding machines and can be used for spot welding. The purpose of this study was to determine the effect of time variation of emphasis on microstructure, hardness, and tensile load capacity on the joints of the weld results of different TIG spot material methods. The material used is stainless steel plate 430 and low carbon steel with a thickness of 0.8 mm with a length of 10 cm x width 3 cm (standard AWS D8.9-97). This study uses the type of overlap with a low carbon steel position at the top. The parameters used are the pressing time of 2, 3, 4, and 5 seconds with a current strength of 95 A which is constant at each time variation. This study uses three types of testing namely microstructure testing, hardness testing and tensile testing. The results showed that in the weld metal area there was a change in grain size and became coarser and there were ferrite phases, acicular ferrite, and martensite. The low carbon steel metal weld area has the highest hardness value, that is at 2 seconds time variation of ± 354 HV. The highest value of shear pull capacity is at 4 seconds with a value of 4364.09 N. From the research that has been carried out the time parameter, the emphasis is very influential on the value of shear tensile load, microstructure and hardness.

Keywords: TIG spot welding, *Stainless steel 430*, Low carbon steel, Micro structure, Hardness, Shear strength.

1. Pendahuluan.

Penelitian tentang penyambungan material dengan metode las titik sudah banyak dikembangkan pada material sejenis maupun tidak sejenis. Kekurangan dari metode las titik ini yaitu memerlukan dua sisi untuk menekan material sehingga pada permukaan sambungan terdapat bekas hasil pengelasan. Pengelasan titik menggunakan mesin TIG bisa menjadi salah satu solusi untuk mengatasi kekurangan dari las titik metode *resistance* karena pengelasan metode *spot* TIG ini dilakukan dengan cara menembakan panas dari *spot gun* pada salah satu sisi material yang akan disambung. Proses penyambungan terjadi ketika *spot gun* ditekan sehingga panas mengalir dan mencairkan kedua material tersebut.

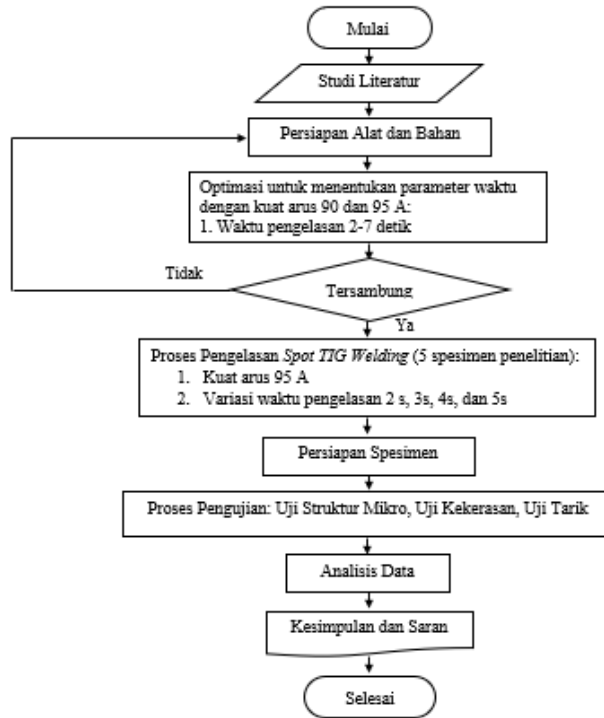
Penelitian tentang pengaruh arus dan waktu pengelasan terhadap sifat mekanik sambungan las titik (*Spot Welding*) logam tak sejenis dilakukan oleh (Hendrawan dan Rusmawan, 2014). Penelitian ini menggunakan material Baja Karbon Rendah dan Baja Tahan Karat Austenit Tipe 316L dengan tebal masing-masing 0,9 mm. Parameter variasi kuat arus yang digunakan yaitu 5000 A, 6000 A, dan 7000 A, Sedangkan variasi waktu adalah 0,4 dt, 0,5 dt, dan 0,6 dt. Hasil pengujian yang diperoleh nilai beban tertinggi pada kuat arus 5000 A dengan waktu 0,6 detik memiliki daya beban sebesar 5,160 kN. Pada kuat arus 6000 A dengan waktu yang sama memiliki daya beban sebesar 5,313 kN. Sedangkan pada kuat arus 7000 A memiliki daya beban sebesar 5,323 kN. Nilai kekerasan yang paling optimal pada daerah logam induk adalah pada variasi kuat arus 7000 A dan waktu 0,6 detik dengan material Baja Karbon Rendah terjadi peningkatan rata-rata nilai kekerasan yaitu 3,47 kali yang lebih besar dibanding nilai kekerasan rata-rata pada Baja Karbon Tahan Karat yaitu 2,06 kali.

Penelitian dengan metode *spot TIG welding* tentang optimasi dan prediksi parameter pengelasan titik dengan mesin TIG pada plat baja *Stainless Steel* AISI 304L, material yang digunakan memiliki tebal 0,6 mm, 0,8 mm, dan 1 mm. Variasi kuat arus yang digunakan pada setiap ketebalan plat berbeda-beda, dimana pada ketebalan plat 0,8 mm dan 1 mm menggunakan kuat arus sebesar 125 A, untuk ketebalan plat 0,6 mm dan 0,8 mm menggunakan kuat arus 150 A, sedangkan untuk ketebalan plat 1 mm menggunakan kuat arus 175 A. Gas pelindung yang digunakan adalah jenis Argon dengan kecepatan 6L/min dan elektroda tungsten yang digunakan tipe EWth2 yang berdiameter 3,25 mm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi kuat arus yang diberikan maka kekuatan tarik gesernya juga meningkat, dimana kekuatan tarik geser tertinggi berada pada variasi kuat arus 175 A dengan nilai sebesar 13200 N (Abbas dkk, 2016).

Selain itu 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 beban tarik geser tertinggi sebesar 869,19 N yaitu pada pengelasan dengan parameter arus 100 A, dan waktu penekanan 8 detik. Nilai kekerasan tertinggi diperoleh pada variasi arus 70 A dan waktu pengelasan 6 detik yaitu sebesar $\pm 241,30$ HV pada daerah *weld metal* baja SS400. Sedangkan struktur mikro menunjukkan pembesaran ukuran butir pada daerah HAZ baja SS400 dan aluminium AA5083 seiring dengan meningkatnya arus dan waktu pengelasan.

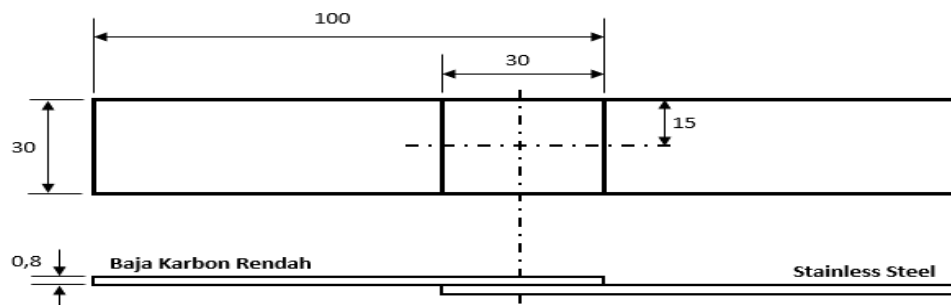
Dari penelitian yang sudah dilakukan masih sebagian besar menggunakan metode *resistance spot welding*, sedangkan untuk penyambungan dengan metode *spot TIG welding* masih jarang yang meneliti. Metode *spot TIG welding* ini masih perlu dilakukan pengembangan penelitian lebih lanjut khususnya pada material tak sejenis supaya didapatkan hasil yang optimal dan bisa diterapkan pada dunia industri seperti metode *resistance spot welding*. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian yang belum pernah dilakukan sebelumnya mengenai sifat fisis dan struktur mikro antara sambungan *stainless steel* 430 dan baja karbon rendah dengan metode *spot TIG welding*.

2. Metode Penelitian.



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Parameter yang digunakan pada penelitian ini yaitu variasi waktu pengelasan 2, 3, 4 dan 5 detik dengan arus konstan yaitu 95 A dan laju aliran gas pelindung 10 L/menit. Pengelasan dilakukan dengan menggunakan mesin las TIG EWM *Tetrix 351* dengan mengganti *nozzle spot gun* jenis *butt weld* sehingga bisa digunakan untuk melakukan pengelasan titik. Pengelasan ini menggunakan cara *overlap* dengan material baja karbon rendah berada di atas seperti ditunjukkan pada Gambar 2 di bawah ini.



Gambar 2. Ukuran spesimen uji menggunakan standar AWS D8.9-97

Ketika proses pengelasan spesimen telah selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan persiapan pada spesimen untuk dilakukan pengujian sambungan lasan. Beberapa persiapan yang dilakukan adalah memotong bagian tengah sambungan las menggunakan gergaji besi, kemudian spesimen di *mounting* dengan menggunakan resin sehingga bisa dilakukan pengujian struktur mikro dan kekerasan. Sedangkan untuk pengujian tarik spesimen dapat langsung dilakukan pengujian. Pengujian struktur mikro dan kekerasan dilakukan di Laboratorium pengukuran, Mikroskop Makro dan Mikro Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta, sedangkan pengujian tarik dilakukan di Laboratorium pengelasan BBLKI Surakarta Jln. Bhayangkara No. 38 Penularan, Laweyan kota Solo 57149.

2.1. Pengujian Struktur Mikro.

Pengujian struktur mikro dilakukan untuk mengamati hasil dari sambungan lasan pada setiap variasi dimana pengamatan tersebut dilakukan pada tiga daerah yaitu logam induk (*base metal*), HAZ (*heat affected zone*), dan bagian logam las (*weld metal*). Beberapa persiapan sebelum melakukan pengujian yaitu memotong spesimen di daerah tengah sambungan las dengan bentuk melintang. Setelah spesimen dipotong kemudian permukaan potongan tersebut diampas secara bertahap hingga halus lalu dilakukan pengetsaan. Campuran etsa yang digunakan untuk pengamatan ini ada dua jenis, yaitu cairan HNO_3 dan aquades untuk baja karbon rendah dan larutan HNO_3 , $FeCl_3$, HCL , dan alcohol untuk *stainless steel 430*. Setelah dilakukan pengestaaan selanjutnya spesimen dikeringkan menggunakan tisu dan setelah kering kemudian dilakukan pengujian struktur mikro dilaboratorium *micro* Teknik Mesin UMY.

2.2. Pengujian Kekerasan.

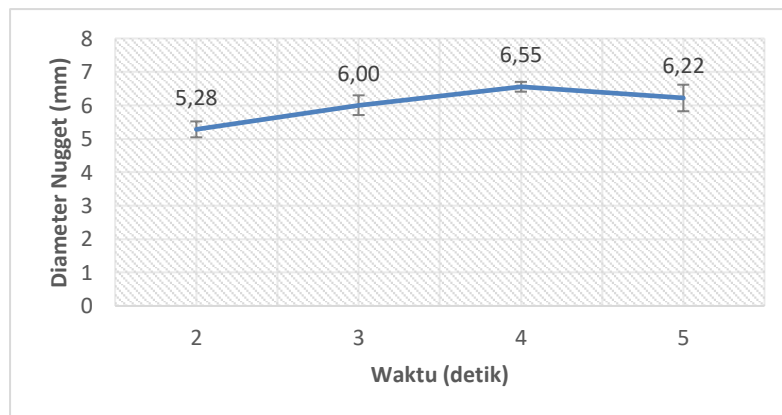
Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material dalam menerima beban terhadap indentor intan yang cukup kecil. Pengujian ini dilakukan pada tiga daerah yaitu logam induk, HAZ dan *weld metal*. Spesimen yang digunakan untuk pengujian ini adalah spesimen yang setelah dipakai untuk pengujian struktur mikro, dimana permukaan spesimen dilakukan pengampelasan ulang menggunakan ampas halus sehingga didapatkan permukaan yang halus dan rata. Setelah permukaan rata dan halus kemudian dilakukan pengujian kekerasan menggunakan mesin merek TIME dengan seri HM-100 yang berada di laboratorium *micro* Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta (UMY).

2.3. Pengujian Tarik.

Pengujian Tarik ini dilakukan karena berfungsi untuk menentukan sifat mekanik dari suatu material, selain untuk mengetahui sifat mekanik pengujian ini juga digunakan untuk mengetahui kekuatan dari sambungan lasan dalam menahan beban tarik yang diberikan. Dari hasil pengujian Tarik ini didapatkan nilai kapasitas beban Tarik hasil sambungan las *spot TIG* pada setiap variasi. Pengujian ini menggunakan alat uji tarik *type Instron 3367* dan dilakukan di Laboratorium Pengelasan BLKI Surakarta.

3. Hasil dan Pembahasan.

Hasil menunjukkan bahwa ukuran diameter *nugget* mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya variasi waktu yang digunakan pada saat pengelasan, akan tetapi pada waktu 4 detik menuju 5 detik diameter *nugget* mengalami penurunan. Dari data yang diperoleh diketahui bahwa ukuran diameter *nugget* rata-rata yaitu sebesar 5,28 mm pada waktu 2 detik, sebesar 6,0 mm pada waktu 3 detik, sebesar 6,55 mm pada waktu 4 detik, akan tetapi pada waktu 5 detik nilai diameter *nugget* mengalami penurunan yaitu sebesar 6,22 mm.

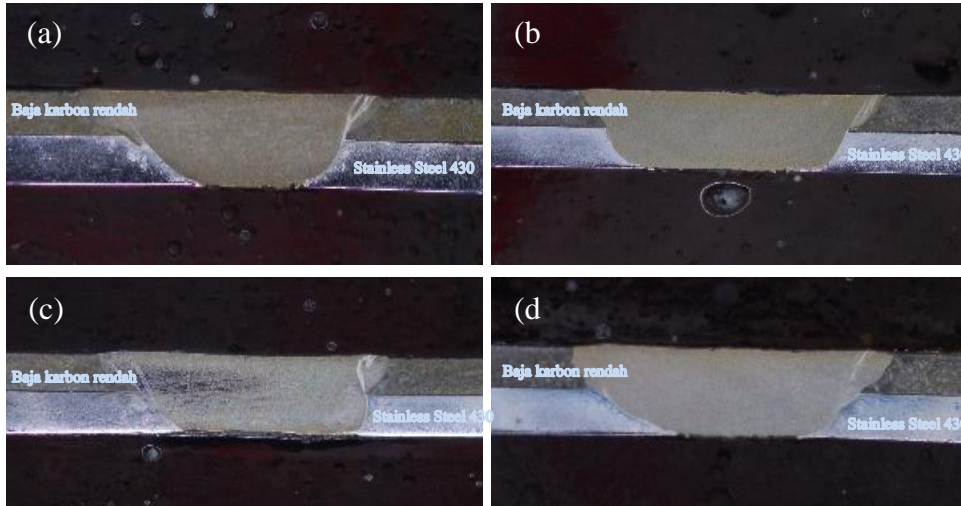


Gambar 3. Grafik perbandingan ukuran diameter *nugget* spesimen uji

3.1. Hasil Pengujian Struktur Makro dan Mikro.

- Hasil foto makro

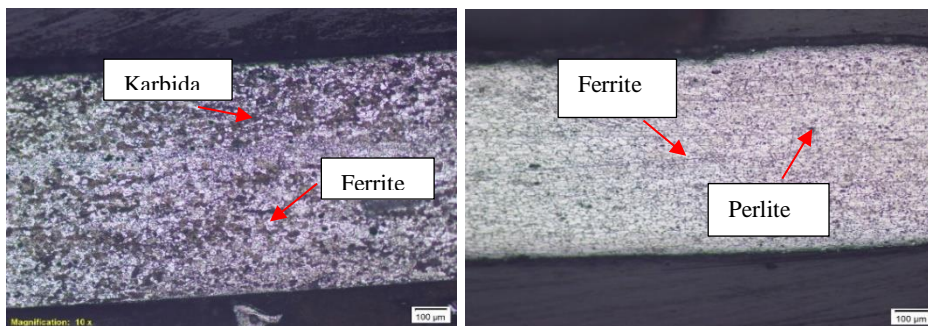
Hasil pengamatan foto makro menunjukkan bahwa pengelasan dengan metode *spot TIG* menggunakan material tak sejenis antara *stainless steel 430* dan baja karbon rendah terlihat cukup bagus, dimana penetrasi yang dihasilkan dari pengelasan melebur dan menembus dari kedua material.



Gambar 4. Hasil struktur makro sambungan lasan *spot TIG dissimilar metal* setiap variasi waktu pengelasan (a) 2 detik, (b) 3 detik, (c) 4 detik, dan (d) 5 detik

- Hasil foto pengujian struktur mikro

Hasil pengamatan menunjukkan foto struktur mikro dari pada daerah logam induk (*base metal*) *stainless steel 430* dan baja karbon rendah. Pada logam induk *stainless steel 430* terdapat struktur mikro jenis ferrite dan karbida, dimana struktur ferrite terbentuk karena terdapat kandungan Cr 17% dari sifatnya dan setelah dilakukan pendinginan atau annealing beberapa struktur karbida terbentuk pada logam induk (Alizadeh dkk, 2014). Sedangkan pada logam induk baja karbon rendah struktur yang terbentuk adalah ferrite dan perlite dimana struktur ferrite (berwarna terang) dan perlite (berwarna gelap). Pada daerah ini didominasi oleh butir ferrite karena mempunyai sifat yang halus dan lunak sedangkan butir perlite mempunyai sifat lebih kasar dan keras (Faozi, 2015).



Gambar 5. Struktur mikro (a) *base metal stainless steel 430* dan (b) *base metal* baja karbon rendah

Hasil pengamatan struktur mikro menunjukkan bahwa pada daerah HAZ *stainless steel 430* mengalami perubahan ukuran butir menjadi lebih besar dibandingkan pada logam induk. Hal ini terjadi karena masukan panas yang diterima pada daerah HAZ semakin besar, selain itu daerah HAZ juga mengalami siklus pemanasan yang cepat sehingga mengakibatkan butiran menjadi lebih besar dan mengakibatkan daerah HAZ menjadi getas (Raharjo & Ariawan, 2005). Sedangkan struktur mikro daerah HAZ baja karbon rendah menunjukkan bahwa daerah ini terdiri dari ferrite dan perlite yang mempunyai butir lebih

besar dibandingkan logam induknya. Ukuran butir meningkat seiring dengan meningkatnya waktu pengelasan yang diberikan, hal ini dikarenakan semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka masukan panas yang terjadi akan besar dan logam yang dekat dengan pengelasan akan terkena masukan panas yang tinggi kemudian mengalami laju pendinginan yang lebih lambat (Faozi, 2015). Gambar 6 menunjukkan foto hasil dari pengujian struktur mikro daerah HAZ pada setiap variasi waktu pengelasan.

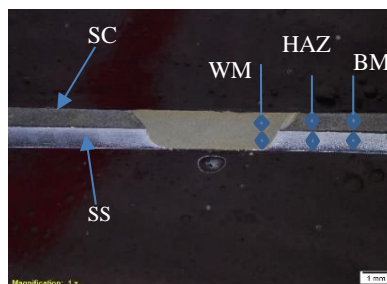
Hasil pengamatan struktur mikro pada daerah *weld metal* menunjukkan bahwa waktu pengelasan berpengaruh terhadap struktur mikro pada bagian sambungan *weld metal*, dimana daerah ini terjadi perubahan struktur mikro pada setiap variasi waktu dimana terdapat struktur ferrite, acicular ferrite, dan martensite. Struktur martensite terbentuk karena proses pendinginan yang cepat setelah proses pengelasan, pendinginan yang cepat ini disebabkan oleh tebal plat yang tipis sehingga panas mudah untuk dilepaskan (Raharjo, 2017). Hasil dari pengamatan struktur mikro daerah *weld metal* ditunjukkan oleh Gambar 6.

Variasi Waktu	HAZ (Heat Affected Zone)		Variasi Waktu	<i>Weld metal</i>
	Stainless Steel 430	Baja Karbon Rendah		
2 detik			2 detik	
3 detik			3 detik	
4 detik			4 detik	
5 detik			5 detik	

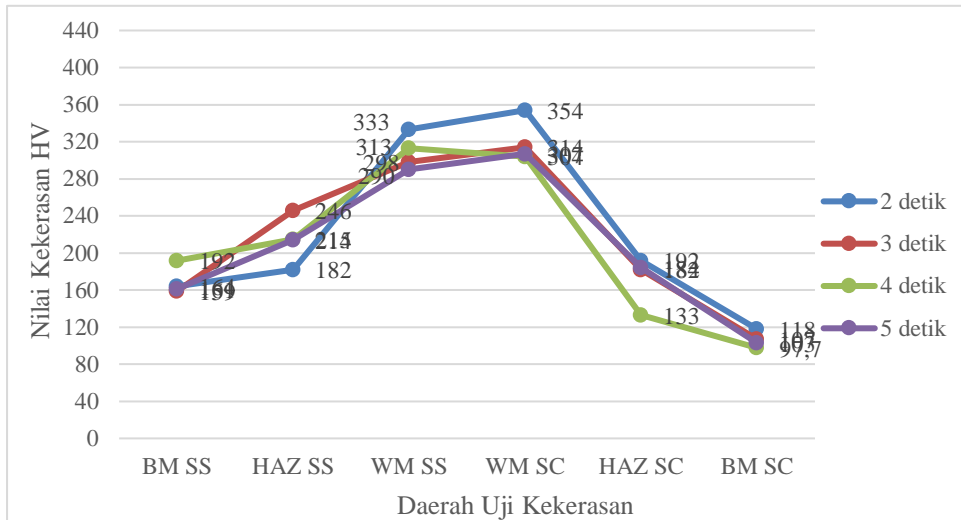
Gambar 6. Foto struktur mikro daerah HAZ dan *weld metal*

3.2. Pengujian Kekerasan.

Pengujian kekerasan mikro ini bertujuan untuk mengetahui nilai distribusi kekerasan pada spesimen lasan, dimana daerah yang akan diuji yaitu terdiri dari logam induk (*base metal*), HAZ, dan *weld metal*. Setiap spesimen uji dilakukan 6x penitikan yang meliputi daerah logam induk (*base metal*), HAZ, dan *weld metal* dengan jarak setiap titik 3 mm (Firmansyah dkk, 2016). Posisi titik indentasi penekanan dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Posisi penitikan indentasi uji kekerasan *micro vickers*

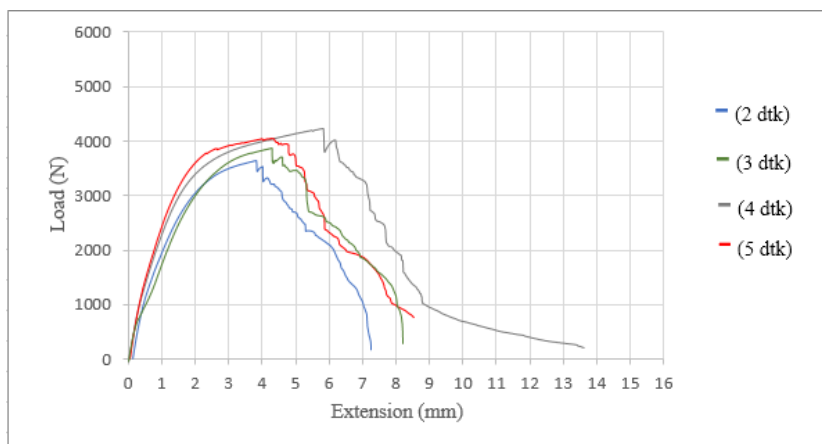


Gambar 8. Grafik hubungan antara nilai kekerasan dan daerah lasan pada material *stainless steel 430* dan baja karbon rendah

Dilihat dari grafik pada Gambar 8 nilai kekerasan tertinggi dari *stainless steel 430* dan baja karbon rendah didapat pada daerah *weld metal*, dimana pada daerah ini mengalami siklus termal dan pendinginan yang cepat. Hal itu sesuai dengan penelitian Hendrawan & Rusmawan (2014) bahwa nilai kekerasan pada daerah *weld metal* lebih tinggi dibandingkan dengan daerah yang lain, hal ini dikarenakan pada daerah *weld metal* mendapatkan masukan panas yang tinggi dan pendinginan yang cepat setelah proses pengelasan. Nilai kekerasan tertinggi daerah *weld metal* berada pada waktu 2 detik, dimana pada daerah *weld metal stainless steel 430* diperoleh nilai kekerasan tertinggi sebesar ±333 HV dan daerah *weld metal* baja karbon rendah diperoleh nilai kekerasan tertinggi sebesar ±354 HV.

3.3. Pengujian Tarik.

Pengujian Tarik ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh variasi waktu pengelasan terhadap *tensile load bearing capacity* (TLBC) atau kapasitas beban pada sambungan las *spot TIG* material tak sejenis antara *stainless steel 430* dan baja karbon rendah. Sedangkan nilai kekuatan geser diperoleh dari perhitungan menggunakan hasil dari beban atau gaya yang didapat dari pengujian.



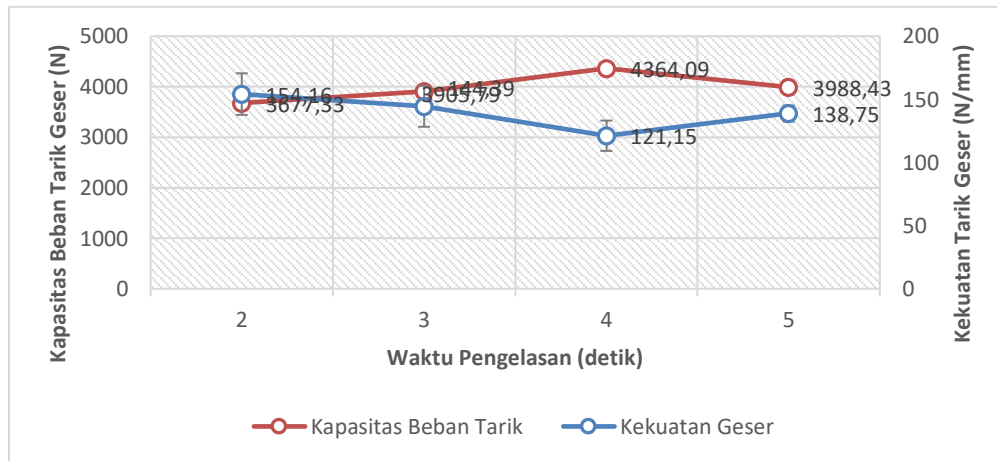
Gambar 9. Grafik hasil pengujian tarik tertinggi tiap variasi waktu pengelasan

Dari Gambar 9 terlihat bahwa nilai beban Tarik tertinggi yaitu pada variasi waktu pengelasan 4 detik. Sedangkan nilai kekuatan geser diperoleh dengan cara melakukan perhitungan yaitu membagi nilai hasil pembebanan yang sudah dirata-rata pada setiap

variasi dengan luas penampang. Luas penampang didapat dari diameter *nugget* hasil sambungan.

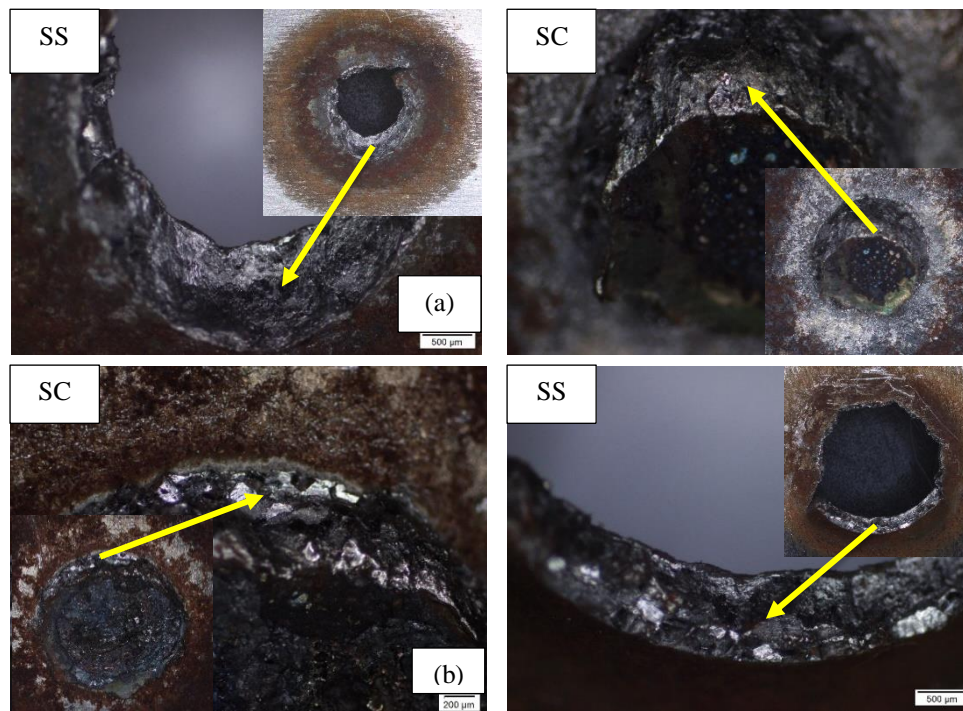
Tabel 1 Beban, Luasan *Nugget*, Kekuatan geser setiap variasi waktu

Variasi	Beban	Luasan <i>Nugget</i> (mm ²)	Luasan <i>Nugget</i> rata-rata (mm ²)	Kekuatan Geser (N/mm ²)	Kekuatan Geser rata2 (N/mm ²)	Stdev
2 detik	3597,46	26,13	24,01	137,65	154,16	16,47
	3709,77	21,75		170,59		
	3724,76	24,15		154,23		
3 detik	3956,64	29,43	27,29	134,43	144,39	16,11
	3913,79	28,83		135,76		
	3846,93	23,60		162,99		
4 detik	4360,64	40,58	36,27	107,45	121,15	12,01
	4288,23	34,02		126,04		
	4443,41	34,19		129,94		
5 detik	4011,47	27,51	28,77	145,81	138,75	6,37
	4107,41	29,98		137,00		
	3846,42	28,83		133,43		



Gambar 10. Pengaruh variasi waktu terhadap kekuatan geser rata-rata dan beban tarik rata-rata.

Dari Gambar 10 hasil uji tarik menunjukkan bahwa nilai beban Tarik geser mengalami peningkatan seiring dengan semakin lamanya waktu pengelasan yang diberikan. Akan tetapi pada waktu 4 detik menuju 5 detik nilai beban Tarik geser mengalami penurunan. Sedangkan nilai kekuatan geser rata-rata mengalami penurunan seiring dengan meningkatnya variasi waktu yang digunakan. Penelitian dari Haikal dan Triyono (2013) memaparkan bahwa pengelasan untuk logam tak sejenis memiliki bentuk *nugget* yang tidak simetris akibat dari perbedaan fisik dan mekanik antar logam. Bentuk *nugget* yang tidak simetris ini akan mengakibatkan menurunnya kekuatan geser sambungan las. Nilai rata-rata kekuatan geser tertinggi didapatkan pada variasi waktu 2 detik sebesar 154,16 N/mm². Sedangkan nilai kapasitas beban tarik tertinggi didapatkan pada variasi waktu 4 detik sebesar 4364,09 N. Mode kegagalan yang didapatkan pada penelitian ini adalah *pullout* pada setiap variasi waktu yang digunakan, dapat dilihat pada Gambar 11 dibawah ini.



Gambar 11. Foto patahan kegagalan *nugget* hasil pengujian tarik pada variasi waktu pengelasan (a) 2 detik (b) 4 detik dengan perbesaran 30x

4. Kesimpulan

Penelitian tentang pengaruh variasi waktu pengelasan dengan arus 95 A terhadap kapasitas beban Tarik, kekerasan dan struktur mikro sambungan las metode *spot TIG welding* antara *stainless steel 430* dan baja karbon rendah telah selesai dilakukan dan dari analisis data didapat hasil sebagai berikut:

1. Pengamatan struktur mikro menunjukkan daerah HAZ *stainless steel 430* mengalami pembesaran ukuran butir, sedangkan pada daerah HAZ baja karbon rendah terdapat struktur *ferrite* dan *perlite* yang mempunyai ukuran lebih besar dibanding pada logam induk. Untuk daerah *weld metal* mengalami perubahan fasa dan membentuk struktur baru dimana fasa baru yang terbentuk adalah *aciucular ferrite* dan *martensite*. Fasa *martensite* terbentuk karena setelah mengalami masukan panas yang tinggi kemudian terjadi pendinginan yang cepat.
2. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah *weld metal* dengan waktu 2 detik, dimana pada daerah *weld metal stainless steel 430* diperoleh nilai kekerasan tertinggi sebesar ± 333 HV dan daerah *weld metal* baja karbon rendah diperoleh nilai kekerasan tertinggi sebesar ± 354 HV.
3. Nilai kapasitas beban tarik meningkat seiring lamanya waktu pengelasan yang digunakan, akan tetapi pada waktu 4 detik menuju 5 detik mengalami penurunan nilai pembebanan Tarik, hal ini berbanding lurus dengan hasil dari nilai diameter *nugget* dimana pada waktu 5 detik nilai diameter *nugget* turun. Nilai pembebanan Tarik tertinggi terdapat pada variasi waktu 4 sebesar 4364,09 N.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan penulis menyarankan agar dilakukan penelitian lebih lanjut pada bagian *interface* antara dua logam yaitu *stainless steel 430* dan baja karbon rendah yang tersambung dan mencari komposisi pada daerah *weld metal* hasil pengelasan dengan menggunakan alat uji SEM & EDS.

Daftar Pustaka

Journal:

- [1] Abbas, MK., Ghazi, SK., Abbas, SK. (2016). Optimization and Prediction of Spot TIG Welding Parameters of Stainless Steel Sheets (AISI304L). *International Journal of Innovative Research in Science, Engginering and Technology*, 18835-18848.
- [2] Alizadeh-Sh, M., Marashi, SPH., Pournvari, M. (2013). Resistance Spot Welding of AISI 430 Ferritic Stainless Steel: Phase Transformations and Mechanical Properties. *Material and Design*, 258-263.
- [3] 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*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- [4] Firmansyah, W., Suryanto, H., Solichin. (2016). Pengaruh Variasi Waktu Penekanan Pengelasan Titik Terhadap Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro pada Sambungan Dissimilar Baja Tahan Karat AISI 304 dengan Baja Karbon Rendah. *JURNAL TEKNIK MESIN* , 1-8.
- [5] Haikal. Triyono. (2013). *Studi Literatur Pengaruh Parameter Pengelasan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik pada Las Titik (Resistance Spot Welding)*, 44-54.
- [6] Hendrawan, MA., dan Rusmawan, DD. (2014). Studi Pengaruh Arus dan Waktu Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Tak Sejenis. *Simposium Nasional Teknologi Terapan*, 6-13.
- [7] Raharjo, WP., dan Ariawan, D. (2005). Pengaruh Welding Time Terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan, Sambungan Lap Baja Tahan Karat Ferritik AISI 430 dengan Metode Resistance Spot Welding. *Mekanika*, 13-23.