

Pengaruh Variasi Waktu Pengelasan Titik (*Spot Welding*) Terhadap Sifat Mekanis Pada Sambungan Dissimilar *Stainless Steel* AISI 304 dengan Baja Karbon Tinggi SK 5

Erwin Ari Pradana^a, Muh. Budi Nur Rahman^b, Aris Widyo Nugroho^c

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Jalan Lingkar Selatan Tamantirto, Kasihan, Bantul, DI Yogyakarta, Indonesia

55183^a erwinaripradana98@gmail.com, nurrahman@yahoo.com,

nugrohoaris@gmail.com

Abstract

Pengelasan *resistance spot welding* (RSW) adalah salah satu metode penyambungan material logam dengan cara permukaan pelat yang disambung ditekan diantara elektroda dan pada saat yang sama arus dialirkan sehingga permukaan logam menjadi panas dan mencair. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kemampuan sambungan las terhadap struktur mikro, kekuatan tarik dan kekerasan dari hasil sambungan lasan. Penelitian menggunakan parameter variasi waktu pengelasan yaitu 2 detik, 3 detik dan 4 detik dengan tegangan konstan 2,02 V. sedangkan material yang digunakan adalah *stainless steel* 304 dan baja karbon tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan yang digunakan menyebabkan diameter *nugget* semakin meningkat. Sedangkan dari hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin lama waktu yang digunakan kekuatan tarik geser mengalami peningkatan, akan tetapi di variasi waktu 3 detik ke 4 detik kekuatan beban tarik mengalami penurunan. Kapasitas beban tarik geser tertinggi yaitu sebesar 5260 N.

Kata Kunci : spot welding, SS 304, baja karbon tinggi SK 5, waktu pengelasan.

Spot resistance welding (RSW) welding is a method of connecting metal material by means of plates which are connected between electrodes and at the same time a current is flowed so that the surface of the metal becomes hot and melts. Related research to study the compatibility of connections to microstructure, tensile strength and defense from weld connection results. The research uses welding time variation parameters that are 2 seconds, 3 seconds and 4 seconds with a constant voltage of 2.02 V. while the material used is stainless steel 304 and high carbon steel. The results showed that the longer the welding time used, it increased the diameter of the nugget. While the results of the tensile test show the increase in the time used the shear tensile strength increases, but at a time variation of 3 seconds to 4 seconds the tensile load strength increases. The highest amount of shear drag load is 5260 N.

Keywords: spot welding, SS 304, high carbon steel SK 5, welding time.

1. PENDAHULUAN

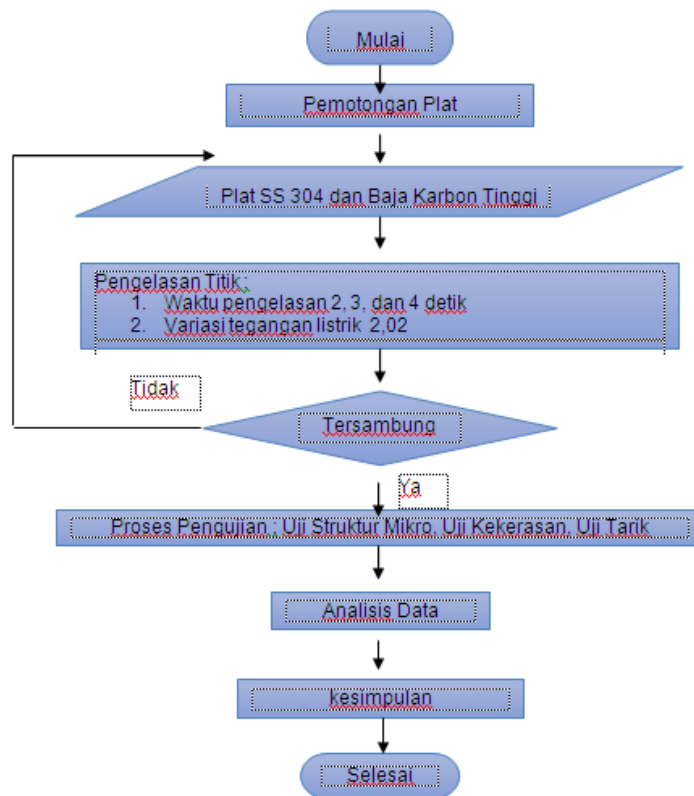
Las titik merupakan metode penyambungan yang umumnya digunakan untuk menyambung lembaran logam (Ishak M, 2014). Penyambungan dilakukan dengan cara permukaan pelat yang disambung ditekan diantara elektroda dan pada saat yang sama arus dialirkan sehingga permukaan logam menjadi panas dan mencair karena adanya resistansi listrik (Wiyono, 2012)..Las titik banyak digunakan di dunia industri, diantaranya digunakan dalam pembuatan *body* pada industri kereta api dan pembuatan *body* mobil. Las titik dipilih pada pembuatan *body* karena las titik memiliki kelebihan yaitu mudah di operasikan,sambungannya rapi, proses yang cepat (Mustakim, 2014).

Pada pengelasan titik (*spot welding*) banyak sekali faktor-faktor yang menyebabkan baik buruknya kualitas dari sebuah lasan, diantaranya yaitu besar arus yang digunakan, waktu pengelasan, jenis elektroda yang dipakai, jenis spesimen. Untuk mengetahui pengaruh tersebut maka dibutuhkan penelitian tentang pengaruh variasi waktu pengelasan terhadap kekuatan tarik,kekerasan dan struktur mikro.

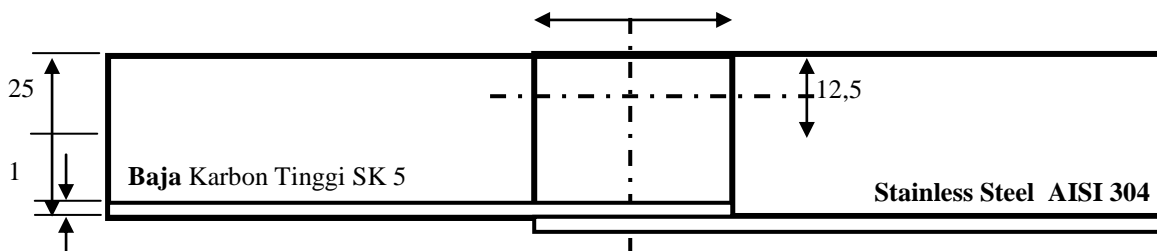
Salah satu teknik pengelasan yang dikembangkan saat ini adalah teknik penyambungan dua jenis logam tidak sejenis atau *dissimilar metal*. Sambungan logam tidak sejenis merupakan penyambungan dua jenis logam yang berbeda sifatnya dengan cara dilas. Penyambungan logam tidak sejenis ini bertujuan untuk meringankan bobot kendaraan sehingga dapat mengefisienkan pemakaian bahan bakar dalam suatu kendaraan (Hendrawan dan Rusmawan, 2014). Pengelesan dengan logam tidak sejenis dapat lebih rumit dari pada pengelasan logam sejenis karena siklus termal yang berbeda dialami masing-masing logam (Subrammanian, 2013). Ada beberapa jenis pengelasan logam tidak sejenis , dan jenis yang paling umum adalah penggabungan baja tahan karat dengan baja karbon (Alenius, 2006). Penyambungan baja karbon dengan baja tahan karat merupakan cara ekonomis dalam penghematan material yang cukup luas digunakan dalam industri otomotif.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa parameter waktu pengelasan merupakan hal penting dalam menentukan karakteristik material yang baik dan bagus, penelitian *spot welding* sudah pernah dilakukan oleh beberapa peneliti seperti Wahyu dkk (2016) yang melakukan penelitian spot welding dengan mevariasikan waktu pengelasan, penelitian lainnya juga dilakukan oleh (Lisa dkk, 2011) yang meneliti *spot welding* dengan mevariasikan kuat arus dan waktu pengelasan, Mustakim (2017) melakukan penelitian penelitian pengaruh arus dan waktu *spot welding* terhadap sifat mekanik sambungan *dissimilar*, Fachruddin dkk (2017) melakukan penelitian pengaruh variasi arus listrik pengelasan titik dengan variasi arus pengelasan,

2. METODE PENELITIAN



Pada penelitian material yang digunakan adalah *stainless steel* AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5, dimana ketebalan masing-masing 1 mm dengan baja karbon tinggi SK 5 sisi bagian atas. Penelitian menggunakan variasi waktu 2, 3, dan 4 detik dimana parameter yang lain konstan seperti tegangan yang digunakan yaitu 2.02 V pada setiap variasi spesimen dengan ukuran dimensi dapat dilihat pada gambar 1. dibawah ini.



Gambar 1. Susunan plat sambungan specimen

Setelah proses pengelasan selesai dilakukan, selanjutnya dilakukan persiapan pada spesimen untuk dilakukan pengujian pada hasil sambungan lasan. Beberapa persiapan yang dilakukan adalah memotong spesimen dibelah menjadi dua pada bagian tengah menggunakan gergaji. Kemudian spesimen di mounting menggunakan resin sehingga dapat dilakukan pengujian struktur mikro dan kekerasan. Sedangkan untuk pengujian tarik 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 bahan Universitas Gadjah Mada.

2.1 Pengujian Struktur Mikro

Pengujian struktur merupakan pengamatan metalografi pada setiap variasi waktu specimen hasil pengelasan, dimana pengamatan ini dilakukan untuk melihat bagian-bagian hasil lasan diantaranya adalah logam las (*weld metal*), HAZ (*Head Affected Zone*) dan logam induk (*base metal*). Sebelum dilakukan pengamatan mikro yang dilakukan adalah memotong specimen secara melintang terlebih dahulu pada daerah tengah sambungan lasan, kemudian dilakukan pengampalsan, poles dan dietsa. cairan etsa yang digunakan untuk pengamatan ini ada dua, yaitu dengan komposisi HCl 75% dan HNO₃ 25% untuk baja *Stainless Steel* AISI 304 dan HNO₃ 90% dan aquades 10% untuk baja karbon tinggi SK 5. Setelah dilakukan pengetsaan kemudian specimen dibilas dan dikeringkan menggunakan tissue, setelah kering dilakukan pengujian struktur mikro di Laboratorium micro Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.2 Pengujian Kekerasan

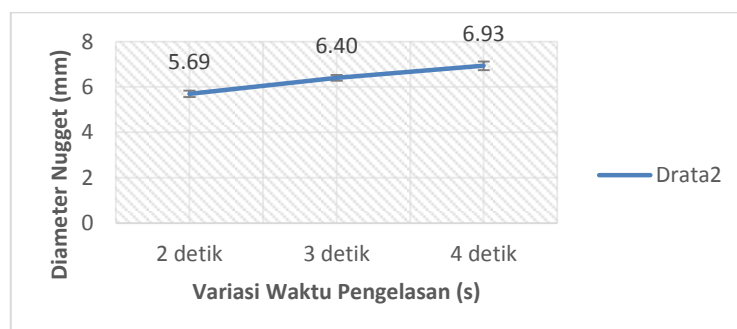
Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material dalam menerima beban terhadap indentor intan yang kecil. dimana daerah yang diuji yaitu terdiri dari *weld metal*, HAZ, logam induk (*base metal*). Penitikan pada specimen uji dilakukan 18x yang meliputi daerah weld metal, HAZ, dan logam induk (*base metal*) dengan jarak antara titik 1mm. specimen yang digunakan untuk pengujian ini adalah specimen yang setelah dipakai untuk pengujian struktur mikro. Dimana permukaan specimen dilakukan pengamplasan ulang menggunakan amplas halus maka didapatkan permukaan yang halus dan rata. Kemudian dilakukan pengujian kekerasan menggunakan mesin merek TIME dengan seri HM-100 di Laboratorium Micro Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.

2.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk menentukan sidat mekanik suatu material, pengujian ini juga digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari sambungan lasan dalam menahan beban tarik yang diberikan. Dari hasil uji tarik ini didapatkan nilai kapasitas beban tarik hasil sambungan las *resistance spot welding* pada setiap variasi. Pengujian tarik dilakukan dengan menggunakan *universal testing machine* (UTM) di laboratorium bahan Universitas Gadjah Mada.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penegelasan menunjukkan bahwa diameter *nugget* mengalami peningkatan seiring meningkatnya variasi waktu pengelasan yang digunakan. Dari hasil yang diperoleh diketahui bahwa ukuran diameter *nugget* rata-rata yaitu sebesar 5,69 mm pada waktu 2 detik, sebesar 6,40 mm pada waktu 3 detik dan sebesar 6,93 pada waktu 4 detik.

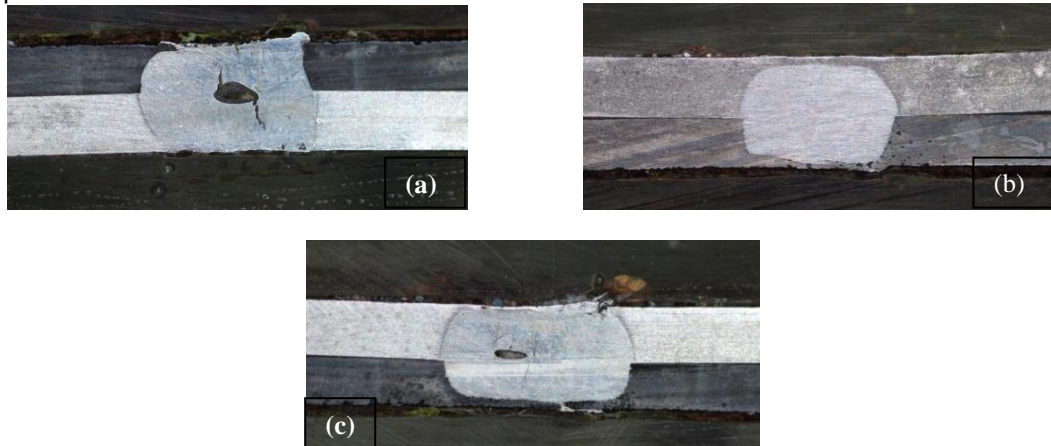


Gambar 3. Ukuran diameter *nugget* setiap variasi waktu pengelasan.

3.1 Hasil pengujian struktur mikro

- Hasil foto makro

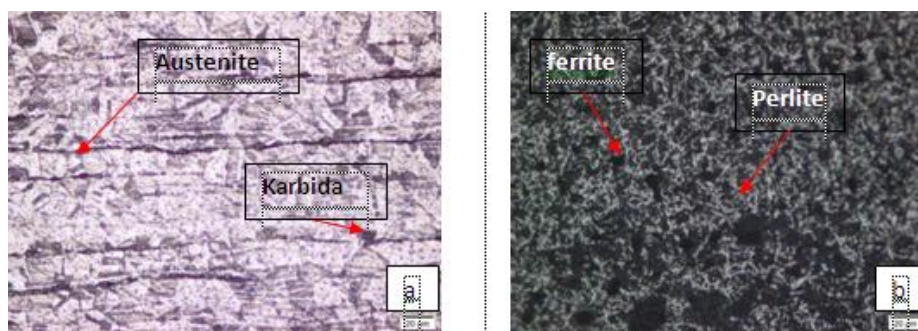
Hasil pengamatan foto makro menunjukkan bahwa sambungan las antara *stainless steel* 304 dengan baja karbon tinggi terlihat bagus, dimana penetrasi yang dihasilkan dari pengelasan melebur menjadi satu, namun ada beberapa spesimen terdapat cacat lubang pada daerah *weld metal*.



Gambar 4. Hasil foto makro sambungan lasan *resistance spot welding dissimilar metal* setiap variasi waktu pengelasan (a) 2 detik, (b) 3 detik, dan (c) 4 detik.

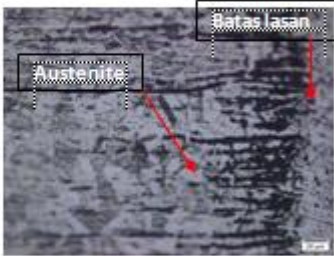

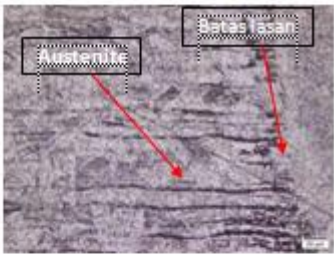

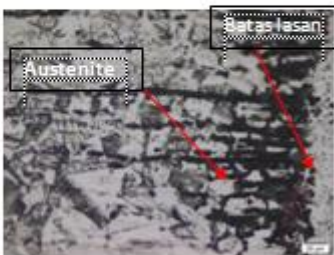

- Hasil foto pengujian struktur mikro

Hasil pengamatan menunjukkan foto struktur mikro pada logam induk *Stainless Steel* AISI 304 terdapat struktur mikro jenis *austenite* dan *karbida*. Sedangkan pada logam induk baja karbon tinggi SK 5 terdapat struktur mikro *ferrite* dan *perlite* dimana struktur *ferrite*(berwarna terang) dan *perlite*(berwarna gelap). Pada daerah ini didominasi *ferrite* karena mempunyai sifat yang halus dan lunak sedangkan butir *perlite* mempunyai sifat lebih kasar dan keras (Faozi, 2015).



Gambar 5. Struktur mikro *base metal stainless steel* AISI 304 dan *base metal* baja karbon tinggi SK 5

Sedangkan struktur mikro daerah HAZ baja karbon tinggi SK 5 menunjukkan bahwa daerah ini terdiri dari *ferrite* dan *perlite* yang mempunyai butiran lebih besar dibandingkan logam induknya.

Variasi Waktu	HAZ (<i>Heat Affected Zone</i>)	
	<i>Stainless Steel 304</i>	Baja Karbon Tinggi
2 detik		
3 detik		
4 detik		

Gambar 6. Struktur mikro daerah HAZ *Stainless Steel* AISI 304 dan HAZ baja karbon tinggi SK 5

Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa waktu pengelasan berpengaruh terhadap struktur mikro pada bagian *weld metal* metode *spot welding* antara *stainless steel* AISI 304 dengan baja karbon tinggi SK 5, dimana daerah ini terjadi perubahan struktur mikro pada setiap variasi yang didominasi oleh (*austenite dan perlite*).

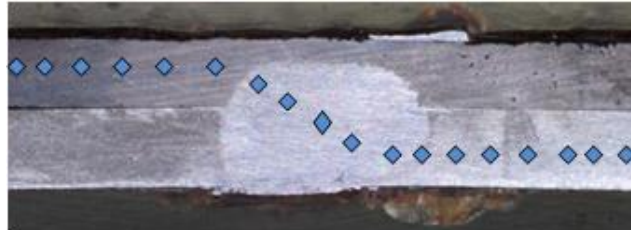


Gambar 7. Struktur *weld metal*

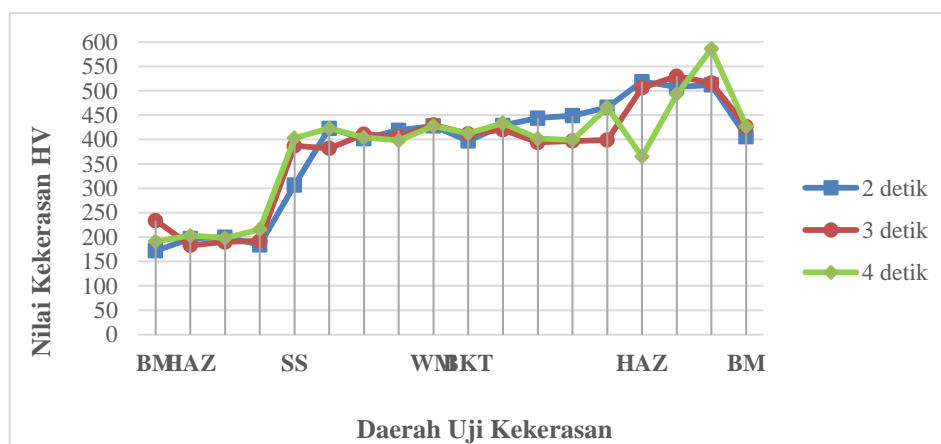
Hasil pengamatan mikro menunjukkan bahwa pada daerah *weld metal* didominasi oleh struktur *austenite* dan *perlite*.

3.2 Pengujian kekerasan

Pengujian kekerasan ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu material dalam menerima beban terhadap indentor intan yang kecil. dimana daerah yang diuji yaitu terdiri dari *weld metal*, HAZ, logam induk (*base metal*). Penitikan pada spesimen uji dilakukan 18x yang meliputi daerah weld metal, HAZ, dan logam induk (*base metal*) dengan jarak antara titik 1mm. Posisi titik indentasi penekanan dapat dilihat pada gambar 8.



Gambar 8. Posisi penitikan indentasi uji kekerasan vickers



Gambar 9. Nilai kekerasan *spot welding*

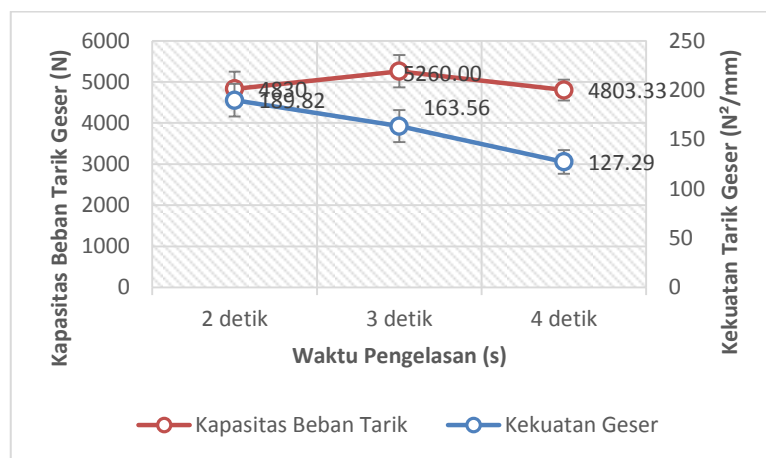
Dilihat dari grafik pada Gambar 9 nilai kekerasan hasil las pada daerah *weld metal* menunjukkan nilai yang konstan, akan tetapi pada daerah HAZ baja SS304 cenderung mengalami penurunan nilai kekerasan, begitu juga pada daerah *base metal* SS304 memiliki nilai kekerasan yang lebih kecil dibanding pada daerah HAZ. Hasil penelitian Faozi (2015) menyatakan bahwa penurunan nilai kekerasan disebabkan semakin besarnya kuat arus dan waktu yang digunakan maka masukan panas akan menjadi besar dan pendinginn yang terjadi berjalan pelan. kekerasan tertinggi terdapat pada baja karbon tinggi di daerah HAZ yaitu sebesar ± 586 HV.

3.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik dilakukan untuk menentukan sidat mekanik suatu material, pengujian ini juga digunakan untuk mengetahui kekuatan tarik dari sambungan lasan dalam menahan beban tarik yang diberikan. Dari hasil uji tarik ini didapatkan nilai kapasitas beban tarik hasil sambungan las *resistance spot welding* pada setiap variasi. Sedangkan nilai kekuta geser diperoleh dari perhitungan menggunakan hasil dari beban atau gaya yang didapat dari pemgujian.



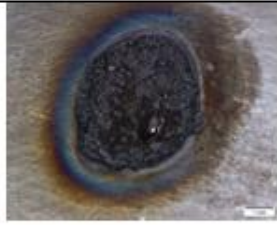



Tabel 1. Pembebanan tarik rata-rata setiap variasi waktu

Waktu	Luasan	Kaps beban (N)	Rata-Rata	Kekuatan Geser	Rata-Rata	Kegagalan Uji Tarik
2 detik	26,86	4410	4830 ±420	164,16	184,90 ±19,28	Pullout (SC)
	25,65	4830		188,27		Pullout (SC)
	25,95	5250		202,28		Pullout (SC)
3 detik	32,15	4860	5260 ±395,09	151,15	160,58 ±13,97	Pullout (SC)
	34,23	5270		153,96		Pullout (SC)
	31,99	5650		176,64		Pullout (SC)
4 detik	37,19	4520	4803,33 ±251,46	121,53	129,98 ±9,89	Pullout (SC)
	34,71	4890		140,86		Pullout (SC)
	39,20	5000		127,55		Pullout (SC)



Gambar 10. Nilai uji tarik *stainless steel* AISI 304 dan baja karbon tinggi SK 5

Gambar 10. hasil uji tarik menunjukkan perbandingan antara kekuatan geser rata-rata dengan beban maksimum rata-rata. Dari hasil uji tarik menunjukkan bahwa kekuatan beban tarik mengalami peningkatan seiring dengan semakin lamanya waktu penekanan yang diberikan, akan tetapi di variasi waktu 3 detik ke 4 detik. akan tetapi kekuatan geser mengalami penurunan.

		Mode kegagalan uji tarik	
		<i>Stainless Steel</i> AISI 304	Baja Karbon Tinggi SK 5
Variasi waktu	2 detik		
	3 detik		
	4 detik		

Gambar 11. mode kegagalan uji tarik

4. KESIMPULAN

Penelitian tentang pengaruh variasi waktu pengelasan terhadap sifat mekanis pada sambungan las Dissimilar *Stainless Steel* AISI 304 dapat disimpulkan bahwa:

1. Terdapat beberapa struktur yang berbeda antara *weld metal*, HAZ dan *base metal*. Semakin lama waktu pengelasan yang digunakan, maka butiran struktur mikro akan semakin besar. Pada penelitian ini butiran struktur mikro terbesar pada variasi waktu 4 detik.
2. Nilai kekerasan tertinggi terdapat pada daerah HAZ baja karbon tinggi SK 5 dengan variasi waktu 4 detik sebesar 586 HV. yang berarti semakin lama waktu pengelasan yang digunakan maka nilai kekerasan semakin meningkat
3. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin lama waktu pengelasan yang diberikan semakin tinggi juga nilai kapasitas beban tarik, namun nilai kekuatan geser menjadi menurun. kapasitas beban tarik tertinggi terdapat pada variasi 3 detik dengan nilai pembebanan sebesar 5230 N.

DAFTAR PUSTAKA

Journal:

Alenius, M., Pohaje, P., Somervuori, M., & Hannine, H, 2007. Exploring the Mechanical Properties of Spot Welded Dissimilar Joints for stainless and Galvanized Steel. *Welding Journal*, 1, 305: 313.

Fachruddin, Heru dan Solichin. (2016). Pengaruh Variasi Arus Listrik Pengelasan titik (*Spot Welding*) Terhadap Kekuatan Geser, Kekerasan dan Struktur Mikro Pada Sambungan Dissimilar Baja Stainless Steel 304 dengan Baja Karbon Rendah ST 41. *Jurnal Teknik Mesin*, 1 (02). 3-11.

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*. Surakarta: Universitas Sebelas Maret.

Hendrawan Alfatih M & Rusmawan Dwi D. 2014. Studi Pengaruh Arus Dan Waktu Pengelasan Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Titik (Spot Welding) Logam Tak Sejenis. *Jurnal Teknologi*, 2 :6-13.

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.

Mustakim, Kartikasari, R., & Permana, B. W. (2014). Pengaruh Arus dan Waktu Spot Welding Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Dissimilar AISI 1003 dengan AISI 1025. *Jurnal Teknik Mesin*, 1 , 968-972.

Subrammanian, A & Jabaraj, B.D. 2013. Reseach on Resistance Spot Welding of Stainless Steel – An Overview. *International journal of scientific & Engineering Reseach*, 4 (12): 1741-1750.

Wahyu, F., Heru S., & 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 Tinggi. *Jurnal Teknik Mesin* 24 (02). 1-8.

Wiyono, T. 2012. Penentuan Pengelasan Dissimilar Alluminium dan Pelat Baja Karbon Rendah dengan Variasi Waktu Pengelasan dan Arus Listrik. *Journal Foundry*, 2 (1): 19-23