

PENGARUH VARIASI ARUS DAN WAKTU PENGELASAN MATERIAL ALUMINIUM TERHADAP KAPASITAS BEBAN SAMBUNGAN SPOT TIG WELDING

Akbar Ginanjar Putera¹, Aris Widyo Nugroho², Muhammad Budi Nur Rahman³
 UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA
 Jl. Brawijaya, Kasihan, Tamantirto, Kasihan, Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta
 e-mail: anjarsaputra61@gmail.com

INTISARI

Penelitian mengenai pengelasan RSW telah banyak dilakukan dengan material sejenis khususnya material aluminium dengan memvariasikan arus dan waktu pengelasannya. Kualitas dan kekuatan pada las titik di definisikan oleh ukuran diameter nugget dan nilai uji tariknya. Sedangkan pengelasan dengan jenis STW belum terdapatnya penelitian menggunakan material aluminium. Mengingat pengelasan jenis STW dikategorikan sebagai pengelasan metode jenis baru maka perlu dilakukan penelitian penyambungan dengan material aluminium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh variasi arus dan waktu pengelasan terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, dan nilai kapasitas beban tarik (TLBC).

Pada penelitian ini penyambungan menggunakan Spot TIG welding dengan material aluminium AA 1100 dengan dimensi spesimen yaitu panjang 10 cm dan lebar 3 cm dengan ketebalan 0,9 mm (Standard AWS D8.9-97). Kemudian penyambungan menggunakan model jenis lap joint (tumpang). Spesimen yang akan di uji sebanyak 40 buah. Parameter arus yang digunakan yaitu 120 A, 125 A, 130 A, 135 A dengan waktu pengelasan 3 detik dan 4 detik. Pada penelitian ini dilakukan pengujian struktur mikro, kekerasan, dan uji tarik-geser.

Hasil yang didapatkan dengan pengelasan jenis STW pada aluminium lebih baik dibandingkan dengan RSW dilihat dari hasil pembentukan diameter nugget maupun kekuatan nilai uji tariknya. Untuk pengamatan mikro menunjukkan bahwa terjadi perubahan butiran dimana partikel hitam berubah bentuk dari bentuk butiran besar menjadi kecil disetiap variasi arus maupun waktu pengelasan. Nilai kekerasan tertinggi pada bagian weld metal dengan nilai 38,1 HV pada arus 120 A waktu 3 detik, nilai kekerasan pada bagian HAZ yaitu 26,5 HV. Nilai kapasitas beban tarik tertinggi terdapat pada arus 130 A dengan waktu 4 detik sebesar 1355,51 N sedangkan nilai kapasitas beban tarik terendah terdapat pada arus 120 A dengan waktu 3 detik dengan nilai sebesar 854,61N. untuk kekuatan geser pada arus 120 A dengan waktu 3 detik sebesar 45,18 N/mm² sedangkan kekuatan geser pada arus 120 A dengan waktu 4 detik mendapatkan nilai sebesar 40,47 N/mm²

Kata kunci : *Spot TIG welding*, aluminium, struktur mikro, kekerasan, kapasitas beban tarik-geser

ABSTRACT

Research on RSW welding has been carried out with similar materials, especially aluminum material by varying the current and welding time. The quality and strength of point welds are defined by the size of the nugget diameter and the tensile test value. While welding with STW type there is no research using aluminum material. Considering that STW type welding is categorized as a new type welding method, it is necessary to conduct a connection study with aluminum material. The research objective is to know the effect of current variation and welding time to micro structure, hardness value, and the value of tensile load capacity.

In this research, welding using Spot TIG welding with aluminium AA 1100 material with space dimension was length 10 cm and wide 3 cm with thickness 0,9 mm (Standard AWS D8.9-97) then connection using lap joint model. Specimen that tested was 40 pieces. Current parameters that used were 120 A, 125 A, 130 A, 135 A with welding time is 3 seconds and 4 seconds. At this research microstructure, hardness value, and the value of tensile load capacity testing were carried out.

The results obtained by welding the type of STW on aluminum are better than RSW seen from the results of the formation of the nugget diameter and the strength of the tensile test value. For micro observation result shows that there is grain change where back particle changes from big grain into small grain in every current variation or welding time. The highest hardness value at weld metal with value is 38,1 HV at current of 120 A time 3 seconds, the hardness value at HAZ part is 26, 5 HV. The highest value of tensile load capacity is in 130 A current with time 4 seconds about 1355,51 N whereas the lowest value of tensile load capacity is at 120 A current with time 3 seconds with value about 854,61N. For shear strength of at 120 A current with time 3 seconds about 45, 18 N/mm² whereas shear strength at 120 A current with time 4 seconds gets value about 40,47 N/mm².

Key words: *Spot TIG welding, aluminium, Microstructure, Hardness, Tensile load capacity*

1. PENDAHULUAN

Pengelasan adalah sebuah ikatan karena adanya proses metalurgi pada sambungan logam paduan yang dilakukan dalam keadaan cair. Dari pengertian tersebut dapat dijabarkan lebih lanjut bahwa pengertian las adalah sebuah sambungan dari beberapa logam dengan menggunakan energi panas. Dewasa ini jenis pengelasan semakin banyak dengan adanya kemajuan teknologi, baik proses pengelasan yang menggunakan bahan tambah atau filler maupun yang tanpa menggunakan bahan tambah (Ahmadi, 2016)

Pada industri kendaraan bermotor proses pengelasan yang digunakan salah satunya adalah jenis Resistance Spot Welding (RSW). RSW merupakan metode pengelasan yang menggunakan resistansi listrik dimana dua permukaan plat yang akan disambung ditekan satu sama lain oleh dua buah elektroda. Metode jenis RSW ini banyak digunakan untuk penyambungan material plat yang ketebalannya di bawah 3 mm (Wiriyosumarto, 2004)

Penelitian pada pengelasan jenis RSW telah banyak dilakukan diantaranya Baskoro (2015) yang meneliti Pengaruh Waktu Dan Kuat Arus pada Pengelasan Resistance Spot Welding Terhadap Tegangan Tarik Geser menggunakan material aluminium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kapasitas beban dan kekuatan geser pada aluminium menggunakan spot welding. Kemudian Maryanto (2013) yang meneliti tentang pengaruh variasi debit gas argon dan parameter pengelasan terhadap kekuatan geser sambungan aluminium paduan pada las titik. Tujuan dari penelitian tersebut untuk mendeskripsikan dengan analisa grafik dan statistik pengaruh variasi arus, waktu, dan debit gas argon serta membandingkan data hasil dari keduanya. Lalu Waluyo (2013) meneliti sifat fisis, mekanis, dan efisiensi panas yang dilakukan pada pengelasan Aluminium. Tujuan dari penelitian tersebut adalah untuk mengetahui kualitas pengelasan titik yang terbaik dengan cara memvariasikan tebal material, arus dan voltase serta waktu penekanan pada saat proses pengelasan. Dan Valco (2016) meneliti pengaruh parameter pengelasan spot welding terhadap kekuatan geser pada aluminium. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh parameter arus dan waktu terhadap proses pengelasan spot welding untuk mengetahui kekuatan gesernya.

Kualitas dan kekuatan suatu produk dari proses RSW ini di definisikan oleh ukuran diameter nugget dan nilai uji tariknya. Kualitas dari produk hasil proses RSW ini dipengaruhi oleh suatu parameter parameter yang berpengaruh terhadap kualitas proses RSW ini diantaranya adalah arus listrik, waktu pengelasan, dan gaya tekan dari elektroda. Jika dalam pemilihan parameter tidak benar maka akan terjadi sebuah kegagalan dalam suatu proses RSW yang dilakukan. Cacat yang biasanya ditimbulkan jika pemilihan parameter proses RSW tidak tepat adalah diameter nugget standar, penetrasi welding yang kurang, serta timbulnya lubang pada daerah welding (Karmiadji, 2018).

Proses penyambungan pada bagian bodi mobil menggunakan metode penyambungan yang salah satunya adalah metode RSW. Pada umumnya bahan bodi mobil terbuat dari material baja. Material baja sendiri memiliki kelebihan yaitu mudah dibentuk namun berat serta rentan terhadap karat. Permasalahan yang sering terjadi pada bagian bodi mobil adalah sambungan antar panel pintu, lantai, serta atap mobil yang rentan terkena korosi. Pada era saat ini industri otomotif sedang mengembangkan bahan aluminium sebagai material pada bodi mobil. aluminium dinilai sebagai material yang lebih ringan, tidak rentan terhadap karat, lebih efisien dalam pemakaian bahan bakar karena dapat mengurangi bobot dari kendaraan itu sendiri (www.medcom.id).

Jika metode RSW memerlukan dua sisi untuk menyambungkan plat maka berbeda halnya dengan metode Spot TIG welding (STW) dimana pada proses pengelasan jenis ini hanya memerlukan satu sisi dari logam induknya.. STW merupakan modifikasi dari proses pengelasan TIG konvensional dimana STW ini menggunakan gas argon sebagai pelindung dari bagian yang akan di las agar tidak terkontaminasi dengan udara di sekitar sehingga hasil yang diharapkan dapat lebih baik.

Pada pengelasan jenis STW ini terdapat beberapa yang pernah melakukan penelitian, diantaranya adalah Faozi (2015) yang meneliti tentang variasi arus pengelasan dan waktu penekanan dengan material tak sejenis yaitu Baja SS 400 dan Aluminium AA 5083. hasil penelitian tersebut adalah untuk menunjukkan bahwa dengan meningkatkannya arus dan

waktu pengelasan mengakibatkan kapasitas beban tarik-geser meningkat dan nilai kekerasan menurun. Kemudian Abbass (2016) meneliti pengaruh parameter arus, waktu pengelasan, beban geser, dan diameter nugget. Material yang digunakan adalah baja AISI 304L. Penelitian ini menunjukkan bahwa hasil gaya geser maksimal akan meningkat seiring dengan meningkatnya arus dan waktu penekanan, kemudian akan terjadi penurunan kembali pada arus yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama. Sementara itu Aji (2015) melakukan penelitian pada sambungan material tidak sejenis antara baja SS400 dengan paduan Aluminium 5083 pengelasan spot TIG dengan memvariasikan kuat arus dan gas pelindung untuk mencari tahu pengaruhnya terhadap sifat fisik dan mekanik. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini adalah gas pelindung dengan bahan campuran memiliki nilai kapasitas beban tarik tertinggi. Dan Dika (2019) meneliti tentang pengaruh variasi arus listrik terhadap kekuatan geser, kekerasan, serta struktur mikro sambungan spot TIG welding antara baja karbon rendah dan aluminium.

Pengelasan aluminium merupakan pengelasan yang cukup sulit. Aluminium memiliki karakteristik yang berbeda dengan baja. Material aluminium lebih reaktif terhadap panas. Nilai resistansi aluminium juga lebih tinggi dan konduktivitas panas serta ekspansi thermal aluminium juga lebih tinggi, sehingga panas yang berlebih akan menyebabkan deformasi serta daerah terpengaruh panasnya luas. Pengelasan pada aluminium umumnya menggunakan pengelasan jenis GTAW/TIG (Gas Tungsten Arc Welding) (Prasetyo, 2016).

Berdasarkan cakupan diatas dalam pengelasan jenis RSW telah banyak dilakukan penelitian menggunakan material sejenis (similar) dengan mem-variasikan arus dan waktu pengelasan namun pada pengelasan jenis STW belum terdapat penelitian yang dilakukan pada material sejenis namun telah dilakukan penelitian beda jenis (disimilar). Terkait hal itu peneliti ingin melakukan penelitian tentang sambungan menggunakan material sejenis dengan metode STW sehingga hasil yang didapatkan dapat mengetahui kualitas terbaik dari proses menggunakan STW khususnya dengan material aluminium. Penyambungan dengan jenis STW bisa menjadi metode pengelasan alternatif baru terutama pada penyambungan plat tipis. Oleh karena itu penelitian tentang pengaruh variasi kuat arus menggunakan metode spot TIG welding terhadap kapasitas beban tarik-geser, kekerasan dan struktur mikro perlu dilakukan terutama pada material sejenis. dan juga mengingat saat ini industri otomotif sedang mengembangkan bodi mobil berbahan aluminium sehingga dari keduanya tersebut dapat dilakukan suatu penelitian

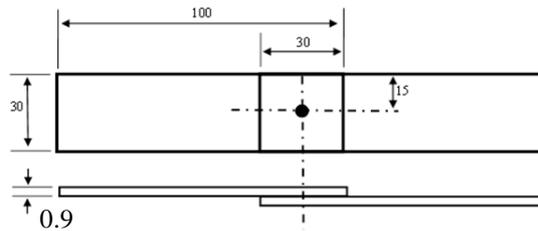
2. Metode Penelitian

2.1 Prosedur Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah plat aluminium (1100) dengan aluminium (1100) dengan tebal yang sama yaitu 0,9 mm lalu plat dipotong sesuai dimensi standar AWS D8.9-97 (*Automotive Spot Weld Testing*) dengan ukuran panjang 100 mm dan lebar 30 mm.

Tabel 2.1 Standard AWS D8.9-97 (*Automotive Spot weld testing*)

Sheet Thickness (mm)	L ^a (mm)	W ^a (mm)	WS ^b (mm)	A ^b (mm)	B ^b (mm)
0,60-0,89	100	30	30	15	27,5
0,90-1,29	120	40	40	20	30
1,30-3,00	140	50	50	25	32,5



Gambar 1 Ukuran standar dimensi AWS D8.9-97

Setelah melakukan proses pemotongan plat selanjutnya dilakukan proses pengelasan dengan menggunakan mesin spot TIG tipe EWM 351 Tetrax. Variasi arus yang digunakan adalah 120 A, 125A, 130 A, dan 135 A dengan waktu pengelasan 3 detik dan 4 detik. Tiap masing-masing variasi arus dan waktu pengelasan dibuat sebanyak 5 spesimen sehingga total spesimen yang dilas sebanyak 40 spesimen. Adapun rincian banyak spesimen sebagai berikut 24 spesimen untuk pengujian tarik-geser, 8 spesimen untuk pengujian struktur mikro dan uji kekerasan dan 8 spesimen lainnya sebagai cadangan apabila pada saat proses pengujian mengalami kegagalan.

Pengujian struktur makro dan mikro dilakukan setelah proses pengelasan selesai. Untuk melakukan pengujian struktur makro dan mikro maka spesimen perlu dilakukan proses mounting dengan cara memotong spesimen lalu dimasukkan ke dalam resin. Setelah proses mounting selesai maka selanjutnya adalah melakukan proses etching (etsa). Tujuan dari proses ini adalah untuk mudah mengamati struktur makro maupun mikro pada spesimen. Adapun etsa yang dipakai untuk material aluminium adalah HNO_3 (2,5ml), HCL (2,5 ml), Methanol (2,5 ml) dan HF (1 tetes) serta alkohol untuk membersihkan permukaan setelah proses etsa. Pengamatan struktur mikro dilakukan pada daerah base metal, HAZ (Heat affected Zone), dan weld metal menggunakan mikroskop tipe olympus U-MSSP4 dengan menggunakan perbesaran 10x dan 50x.

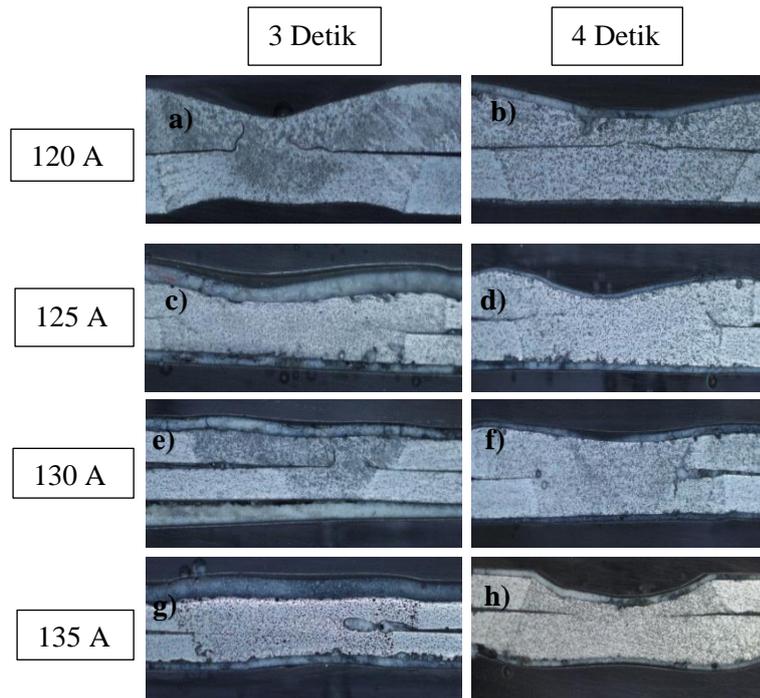
Pengujian kekerasan dilakukan setelah proses pengujian makro dan mikro. Pengujian kekerasan dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekerasan pada daerah yang terpengaruh oleh panas pada saat proses pengelasan. pengujian kekerasan yang diambil sebanyak 9 titik yaitu : base metal atas kiri, batas kiri HAZ-BM, HAZ kiri, WM, HAZ kanan, batas kanan HAZ-BM, Haz butiran besar, HAZ butiran kecil, base metal bawah kanan. Pengujian kekerasan dilakukan dengan pemberian beban sebesar 100 gf (0,9807 N) dengan waktu penekanan selama 15 detik.

Pengujian tarik-geser dilakukan dengan 3 spesimen pada setiap variasi arus dan waktu pengelasan. proses pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik Universal Testing Machine (UTM) Instron 3367. Proses pengujian tarik-geser ini dilakukan dengan cara memberikan beban tarik-geser terhadap sambungan spesimen uji secara konstan. Pengujian tarik-geser untuk mengetahui nilai kekuatan dari suatu sambungan terhadap gaya statis yang diberikan.

3. Hasil dan pembahasan

3.1 pengujian struktur mikro

Pengujian struktur mikro ini bertujuan untuk mencari tahu bagaimana pengaruh kuat arus terhadap perubahan fasa yang terjadi terutama pada bagian weldmetal dan HAZ. Pengujian ini meliputi pengujian makro dan mikro dimana pengujian makro bertujuan untuk melihat bagaimana hasil dari sambungan pada tiap variasi kuat arus pengelasan dan waktu pengelasan sedangkan pengujian mikro untuk melihat pengaruh distribusi panas yang disebabkan heat input pada daerah weldmetal dan HAZ pada tiap variasi kuat arus pengelasan.



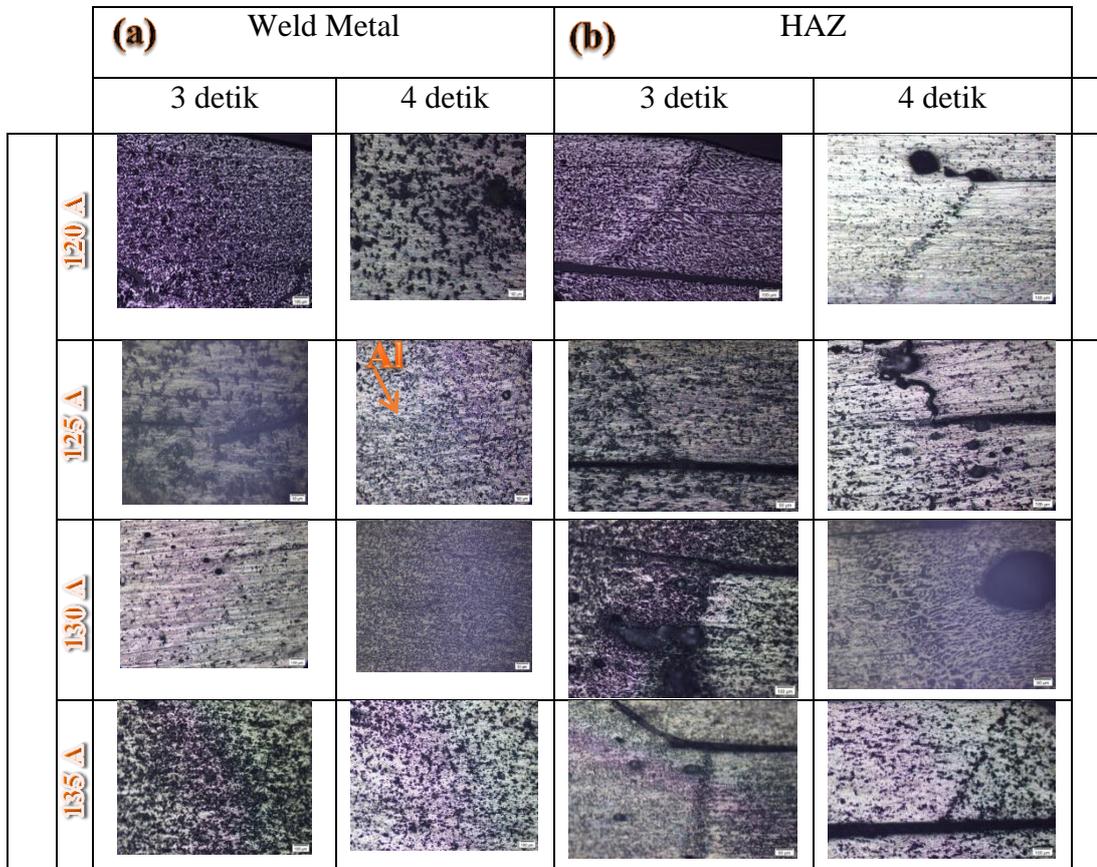
Gambar 2 Hasil struktur makro sambungan lasan spot TIG Alumunium tiap variasi kuat arus pengelasan (a). 120 A, (b). 125 A, (c). 130 A, dan (d).135 A dengan waktu 3 detik dan (e) 120 A, (f) 125 A, (g) 130 A, dan (h) 135 A dengan waktu 4 detik

Gambar 3.1 menerangkan bahwa hasil makro pada pengelasan spot TIG bahan alumunium menunjukkan hasil las yang baik terutama pada arus 130 A dan 135 A pada waktu 3 detik dan 4 detik terlihat bahwa penetrasi yang terjadi terlihat sampai menembus pada material yang satunya. Terlihat juga bahwa daerah HAZ memiliki ukuran yang lebar. Hal ini disebabkan oleh bahan alumunium merupakan bahan material yang lunak serta daya hantar panas yang tinggi. HAZ merupakan daerah yang terkena panas akibat terjadinya proses pengelasan tetapi tidak mengalami deformasi.



Gambar 3 Base metal pada Aluminium AA 1100

Aluminium murni tidak memiliki kandungan unsur apapun selain aluminium itu sendiri. Menurut *ASM Hand Book Metallography and Microstructures*, partikel hitam yang terdispersi secara merata pada matriks aluminium. Semakin banyak butiran yang menyatu maka semakin sulit pergerakan dislokasi yang terjadi yang nantinya akan mengakibatkan peningkatan dan kekerasan logam.



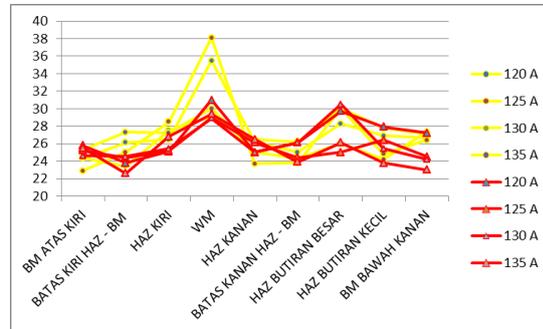
Gambar 4. Struktur Mikro pada (a) Daerah Weld Metal, (b) daerah HAZ

Pengaruh kuat arus terhadap struktur mikro pada bagian weld metal sambungan spot TIG antara aluminium dengan aluminium menunjukkan bahwa ada perubahan struktur mikro dimana pada setiap variasi yang didominasi oleh partikel hitam serta butiran besar. Pada daerah weld metal dengan waktu 3 detik di setiap variasi arusnya mengalami perubahan bentuk struktur yaitu terdapatnya butiran butiran besar dan $FeAl_3$. Sedangkan pada daerah weld metal dengan waktu 4 detik di setiap variasi arusnya terdapat perubahan bentuk struktur yaitu butiran butiran menjadi kecil. Menurut Fathoni (2018) terdapatnya cacat las (porositas), diakibatkan terperangkapnya oksigen dan mengakibatkan lubang pada logam las. Pada daerah HAZ terlihat bahwa perubahan besarnya butiran dari logam induk ke logam las yaitu semakin besar. Hal itu disebabkan karena panas yang terjadi pada saat proses pengelasan sehingga terjadinya massa transisi yang terjadi di daerah HAZ. Semakin kuat arus maka akan menimbulkan batas butir yang akan menimbulkan konsentrasi tegangan pada ujung kelompok penumpukan diskolasi karena pengaruh panas dari luar dan cukup untuk memicu sumber di butir butir di sekitarnya. Terlihat juga pada bagian beberapa daerah HAZ terdapat porositas. Hal tersebut kemungkinan diakibatkan oleh terkontaminasinya logam las dengan bentuk gas yang terperangkap di dalam.

3.2 Pengujian kekerasan

Pengujian Kekerasan ini menggunakan metode *Vickers* dimana tujuan dari pengujian ini adalah mencari tahu pengaruh kuat arus pengelasan terhadap nilai kekerasan pada daerah weldmetal, heat affected zone (HAZ), base metal atau logam induk, serta butiran besar dan kecil agar dapat melihat hubungan kuat arus pengelasan dengan distribusi panas yang terjadi pada material setelah dilakukannya pengelasan spot TIG antara aluminium dengan

aluminium. Pengujian kekerasan pada penelitian ini menggunakan pembebanan sebesar 100 gf dan waktu penekanan selama 15 detik.

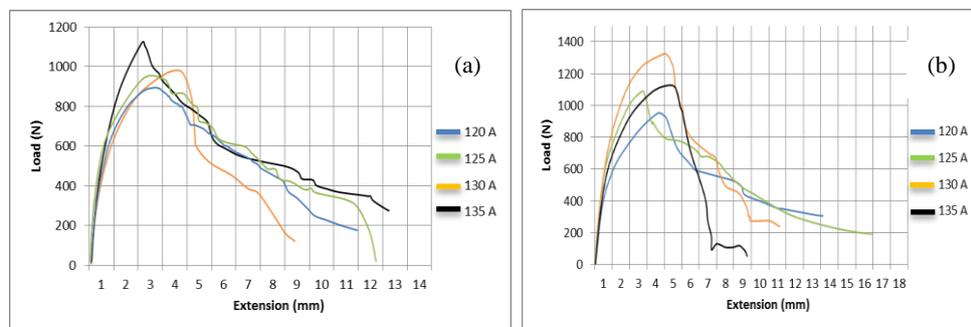


Gambar 5. Grafik perbandingan nilai kekerasan tiap variasi arus dengan waktu 3 detik dan 4 detik

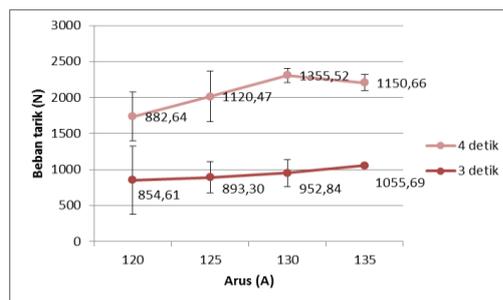
Pada gambar 5 menunjukkan bahwa nilai kekerasan dari variasi arus dengan waktu 3 detik dan 4 detik pada semua logam induk relatif sama, hal ini dikarenakan pada logam induk tidak terkena heat input. Untuk nilai kekerasan pada daerah HAZ dan weld metal mengalami nilai kekerasan yang meningkat. Pada daerah HAZ nilai kekerasan meningkat dikarenakan daerah tersebut terkena panas pada saat proses pengelasan. dilihat pada grafik hasil nilai kekerasan daerah HAZ antara waktu 3 detik dengan 4 detik relatif sama. Hal ini menunjukkan bahwa pengaruh waktu pengelasan terhadap nilai kekerasan pada daerah HAZ memiliki nilai kekerasan yang tidak begitu jauh atau relative sama. Pada daerah weld metal antara waktu 3 detik dengan 4 detik mengalami perbedaan. Pada nilai kekerasan daerah weld metal waktu 3 detik mendapatkan nilai kekerasan yang tinggi. Hal ini disebabkan pada daerah weld metal terdapat butiran butiran besar ($FeAl_3$ besar) yang menyebabkan daerah weld metal mengalami kenaikan nilai kekerasan. Dalam hal ini arus yang digunakan dengan waktu 3 detik belum terlalu melebur bagian logam sehingga bahan menjadi getas pada daerah weld metalnya. Sedangkan nilai kekerasan daerah weld metal waktu 4 detik mendapatkan nilai kekerasan yang relative sama karena pada daerah weld metal terjadi penetrasi yang dalam yang membuat butiran butirannya menjadi kecil. Nilai kekerasan tertinggi pada daerah weld metal dengan variasi arus 125 A dengan waktu 3 detik sebesar 38,1 HV dan untuk nilai kekerasan tertinggi pada bagian weld metal dengan arus 120A dengan waktu 4 detik sebesar 31 HV.

3.3 Pengujian tarik-geser

Pengujian tarik-geser ini dilakukan pada hasil pengelasan spot TIG material sejenis antara aluminium dengan aluminium. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui pengaruh variasi kuat arus pengelasan terhadap kemampuan sambungan lasan terhadap gaya tarik, terutama pada tensile load bearing capacity (TLBC) atau kapasitas beban yang dapat diterima pada sambungan lasan.



Gambar 6. Kurva hasil pengujian beban tarik pada sambungan STW dengan variasi arus dan waktu pengelasan (a) 3 detik, (b) 4 detik



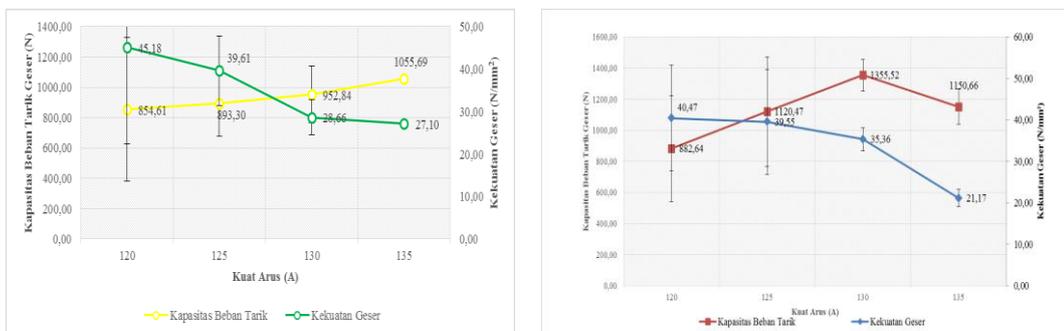
Gambar 7 Grafik perbandingan kapasitas beban tarik antara waktu 3 detik dan 4 detik

Pada gambar 6 (a) menunjukkan hasil kekuatan nilai beban tarik dengan variasi arus 120 A, 125 A, 130 A, 135 A dengan waktu 3 detik. Pada arus 120 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 800 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 854,61 N dimana tensile strength ini adalah nilai akhir sebelum terjadinya patahan. Pada arus 125 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 820,11 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 893,30 N. Arus 130 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 860,10 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 952,84 N. dan pada arus 135 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 1000 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 1055,69 N. Dari kurva hasil uji tarik dapat diperoleh keterangan bahwa sambungan yang didapatkan bersifat ulet. Keuletan dapat terbaca dari besarnya daerah elastis dan plastisnya, serta patahan yang terjadi pada sambungan material tersebut serta dari persentase elongasinya. Bentuk kegagalan yang terjadi sama dengan pada gambar 2.6 (d) dimana kegagalan yang terjadi berupa pull out failure

Pada gambar 6 (b) menunjukkan hasil kekuatan nilai beban tarik dengan variasi arus 120 A, 125 A, 130 A, 135 A dengan waktu 4 detik. Pada arus 120 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 810,10 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 882,64 N dimana tensile strength ini adalah nilai akhir sebelum terjadinya patahan. Pada arus 125 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 1000 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 1120,47 N. Arus 130 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 1249,67 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 1355,52 N. dan pada arus 135 A titik menunjukkan perubahan dari deformasi elastis ke deformasi plastis berada pada nilai 1000 N. Ultimate tensile strength dicapai pada saat nilai mencapai 1150,66 N. Dari kurva hasil uji tarik dapat diperoleh keterangan bahwa sambungan yang didapatkan bersifat ulet. Keuletan dapat terbaca dari besarnya daerah elastis dan plastisnya, serta patahan yang terjadi pada sambungan material tersebut.

Gambar 7 Menunjukkan bahwa nilai dari kemampuan sambungan dalam menerima beban tarik atau *tensile load bearing capacity* (TLBC) semakin meningkat dengan kenaikan kuat arus pengelasan. Terlihat pada waktu 3 detik kuat arus semakin meningkat maka kekuatan beban tarik semakin meningkat juga. Pada arus 120 A dengan waktu 3 detik mendapatkan nilai uji tarik dengan nilai 854,61 N pada arus ke 125 A waktu 3 detik mendapatkan nilai sebesar 893,30 N pada arus 130 A waktu 3 detik mendapatkan nilai 952,84 N dan pada arus 135 A waktu 3 detik mendapatkan nilai sebesar 1055,69 N. Dari hasil penelitian yang didapat dari variasi arus 120 A, 125 A, 130A, 135 A dengan waktu 3 detik menunjukkan nilai kekuatan tarik yang semakin meningkat. Sedangkan variasi arus dengan waktu 4 detik pada arus 120 A mendapatkan nilai sebesar 882, 64 N, pada arus 125 A waktu 4 detik mendapatkan nilai sebesar 1120,47 N, pada arus 130 A waktu 4 detik mendapatkan 1355,52 N, dan pada arus 135 waktu 4 detik mendapatkan nilai sebesar 1150,66 N. Dari hasil yang didapat pada arus 135 A dengan waktu 4 detik terjadi penurunan kekuatan dikarenakan arus yang tinggi serta waktu lamanya proses pengelasan, arus yang tinggi menyebabkan heat input yang besar sehingga material aluminium mengalami distorsi dan lamanya waktu pengelasan

membuat material menerima heat input yang lama karena material jenis aluminium memiliki daya hantar panas yang tinggi sehingga membuat struktur dari material aluminium mengalami kerusakan. Sementara penelitian yang pernah dilakukan oleh Faozi (2015) pengelasan dengan jenis STW menggunakan material Aluminium seri 5083 dengan Stainless steel didapatkan hasil pengujian tarik tertinggi sebesar 869,19 N.

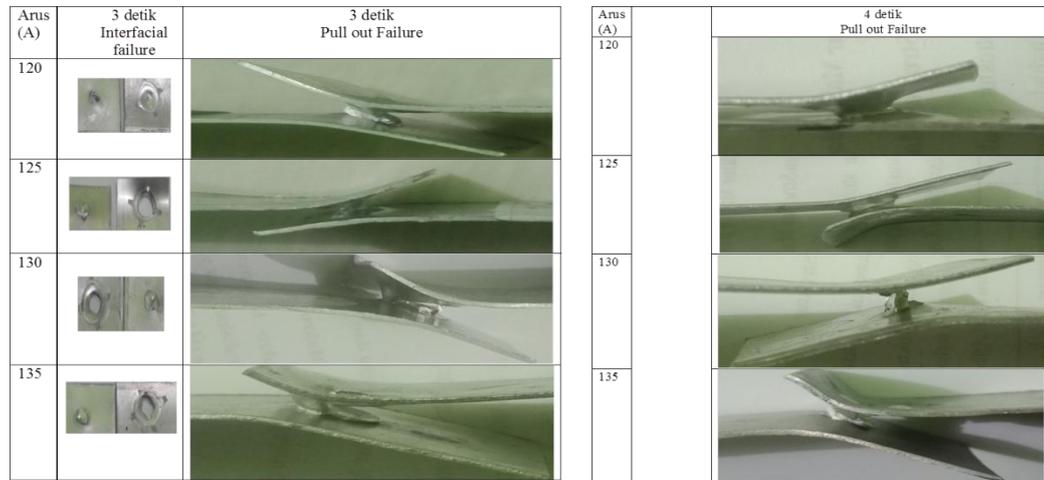


Gambar 8 Grafik hubungan antara kapasitas beban tarik dan kekuatan geser terhadap Variasi arus dengan waktu 3 detik dan 4 detik

Dari grafik terlihat bahwa kekuatan tarik-geser menunjukkan bahwa dengan pengaruh kenaikan kuat arus pada semua variasi akan menyebabkan penurunan kekuatan tarik geser. Hal ini dikarenakan arus pengelasan yang semakin besar akan menghasilkan kekuatan tarik geser yang rendah dan menambah kerapuhan (Arifin, 1997). Amin (2017) mengatakan bahwa penurunan ini dapat disebabkan karena apabila panas melebihi titik lebur dari material maka hasil pengelasan akan rusak. Terlihat nilai kekuatan tarik geser pada waktu 3 detik dengan arus 120 A mendapatkan nilai kekuatan geser sebesar 45,18 N/mm². dan pada waktu 4 detik dengan arus 120 A mendapatkan nilai sebesar 40,47 N/mm². Valco (2016) meneliti pengaruh parameter pengelasan spot welding terhadap kekuatan geser pada aluminium hasil kekuatan geser yang didapatkan sebesar 14,194 N/mm². Abbass (2016) mengatakan bahwa gaya geser maksimal akan meningkat seiring meningkatnya arus dan waktu penekanan, kemudian akan turun lagi pada arus yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama.

Kegagalan pada las titik dibagi menjadi 2 tipe yaitu Interfacial failure (IF) dan Pull out failure (PF). Interfacial failure merupakan kegagalan dalam pengelasan titik dimana terjadi kerusakan atau keretakan pada zona fusi. Pull out failure merupakan kegagalan dimana terjadi kerusakan pada daerah sekitar zona fusi sehingga plat mengalami kerusakan yaitu plat sobek. Pull out failure merupakan tipe kegagalan yang diharapkan oleh engineer karena memiliki kemampuan menahan beban geser lebih besar dibandingkan Interfacial failure. (haikal, 2013)

Kegagalan yang terjadi pada pengujian tarik-geser pada penelitian ini ada yang jenis interfacial failure maupun pull out failure namun yang lebih mendominasi yang ber jenis pull out failure. jenis kegagalan pada setiap variasi tiap spesimen dapat dilihat pada gambar



Gambar 9. jenis kegagalan dengan tipe *pull out failure*

4, Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian tentang pengaruh variasi arus dan waktu pengelasan dengan material aluminium menggunakan spot TIG welding maka Pengelasan pada STW dapat dilakukan pada material aluminium, hasil yang didapatkan juga lebih baik dibandingkan menggunakan pengelasan jenis RSW. Pengelasan jenis STW juga lebih mudah dalam pengerjaannya dibandingkan dengan RSW karena hanya menggunakan satu sisi dari logam yang akan dilas. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini yaitu :

1. Pengaruh variasi arus dengan waktu 3 detik dan 4 detik terhadap struktur makro dan mikro material aluminium dengan spot TIG menunjukkan hasil bahwa semakin besar arus dan lama waktu pengelasan membuat besar butirnya menjadi kecil sehingga sifat mekanik yang dimiliki semakin besar.
2. Pengaruh variasi arus dan waktu pengelasan terhadap nilai kekerasan tertinggi terdapat pada bagian weld metal dengan variasi arus 125 A dengan waktu 3 detik mendapatkan nilai kekerasan sebesar 38,1 HV dan pada variasi arus 120 A dengan waktu 4 detik mendapatkan nilai kekerasan sebesar 31 HV.
3. Pengaruh variasi arus dengan waktu pengelasan 3 detik dan 4 detik terhadap hasil kekuatan uji tarik-geser menunjukkan bahwa variasi arus dengan arus 135 A dengan waktu 3 detik mendapatkan nilai beban tarik sebesar 1055,69 N sedangkan untuk variasi arus 130 A dengan waktu 4 detik mendapatkan nilai beban tarik sebesar 1355,51 N. sedangkan untuk nilai kekuatan geser didapatkan hasil kekuatan geser tertinggi pada variasi arus 120 A dengan waktu 3 detik dengan nilai kekuatan geser sebesar 45,18 N/mm² dan untuk hasil kekuatan geser tertinggi pada variasi arus 120 A dengan waktu 4 detik mendapatkan nilai kekuatan geser sebesar 40,47 N/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Abbass, M.K. dkk, 2016. Optimization and prediction of Spot Tig welding parameters of stainless steel sheets (AISI 304L). *International journal of innovative. Research in science engineering and technology*, 5 (11): 18835-18848
- Ahmadi, 2016. Pengertian pengelasan. Available online at <https://www.pengelasan.net/pengelasan/adalah/>. Diakses pada tanggal 10 Juli 2018
- Aji, 2015 Pengaruh sifat fisik dan mekanik terhadap sambungan beda jenis antara SS 400 dengan paduan aluminium 5083 dengan spot TIG welding. Skripsi. Teknik mesin UMS
- ASM., 1989, *Metallurgy and Microstructures*, ASM Handbook Committee, Metal Park, Ohio
- Ariffin, 1997. *Las listrik dan otogen*. Jakarta. Ghalia Indonesia
- Baskoro, 2015, Pengaruh Waktu Dan Kuat Arus pada Pengelasan Resistance Spot Welding Terhadap Tegangan Tarik Geser menggunakan material aluminium. Skripsi. Teknik mesin UI
- Fathoni, 2018. Studi sifat mekanis pengelasan GTAW dengan sambungan butt joint antara material aluminium, kuningan, dan tembaga. Skripsi. Teknik mesin UMS
- 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. Teknik mesin UNS
- Haikal, 2013 Studi literatur pengaruh parameter pengelasan terhadap sifat fisik dan sifat mekanik pada las titik resistance spot welding. Skripsi Teknik mesin UMS
- Karmiadi, D, I., 2018. Analisis pengelasan spot welding pada material SPC dan SCGA kendaraan MPV, pp 665-678
- Maryanto, 2013. Pengaruh variasi debit gas argon dan parameter pengelasan terhadap kekuatan geser sambungan aluminium paduan pada las titik. Skripsi. Teknik mesin UMS
- Ruuki, 2007 *Resistance welding manual*, Rautarukki Corporation, Finlandia
- Valco (2016) meneliti pengaruh parameter pengelasan spot welding terhadap kekuatan geser pada aluminium. Skripsi Teknik mesin Universitas Negeri Padang
- Waluyo, 2013. Pengaruh tebal plat aluminium dan lama penekanan pada pengelasan titik terhadap sifat fisis mekanik dan efisiensi panas. Skripsi. IST AKPRIND
- Wiryo sumarto, H. 2004. *Teknologi pengelasan logam*, PT Pradya Paramita, Jakarta
- www.Medcom.id, 2014. Pengembangan bodi berbahan aluminium. Available online at <https://www.google.com/amp/s/www.medcom.id/amp/mobil-berbodi-alumunium> Diakses pada tanggal 22 Juni 2014