

STUDI KUALITAS *REPAIR WELDING* PADA PENGELASAN *METAL INERT GAS (MIG)* MENGGUNAKAN METODE *POST WELD HEAT TREATMENT (PWHT)* PADA *CAST WHEEL ALUMINIUM*

Danang Sudibyo, Budi Harjanto, dan Suharno

Prodi. Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik Kejuruan, FKIP, UNS

Kampus UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Surakarta, Tlp/Fax 0271 718419

Email : danang_sudibyo@ymail.com

ABSTRACT

The purposes of this research are : (1) To find out chemical composition and micro structure before and after welding using MIG method with PWHT on cast wheel aluminium. (2) To determines the hardness number, and the strength impact before and after welding using MIG method with PWHT on cast wheel aluminium. The research was conducted in INLASTEK laboratory Surakarta. The cast wheel aluminium of Honda Ferio was used to be sample on this research. The equipment that used for the chemical composition experiment, micro structure experiment, the hardness number experiment, and the strength impact experiment in succession are : Spectrometer Metal Scan, Olympus Metallurgical Micoscope, Brinell Hardness tester and Charpy tester. Based on the research results, can be conclude : (1) Chemical composition of Cast wheel aluminium was one of alluminium alloy Al-Si, due to Si is the main composition alloy that is 4, 61%. Based on micro structure of base material, Si were spread well around the surface of Al compared with the results after welding process with PWHT. (2) The hardness number on raw material is 42, 693 kgf/mm², after PWHT treatment the hardness number on welding area becomes 29,062 kgf/mm², HAZ area has hardness number are 23,487 kgf/mm². The strength impact number on welding result using MIG with PWHT are 0,0717 joule/mm² and on the raw material are 0,0924 joule/mm². The experiments result indicate that, PWHT can switch over the micro structure, influent to the hardness number and strength impact on cast wheel aluminium. Specimen hardness and strength impact value of raw material is higher than MIG welding whit PWHT specimen.

Keywords: *MIG welding, aluminium aloys, cast wheels aluminium, PWHT*

PENDAHULUAN

Penggunaan paduan aluminium dari tahun ke tahun terus meningkat di dunia industry. Perkembangan dunia industri otomotif saat ini banyak menggunakan material aluminium sebagai bahan utama dalam proses produksi komponen-komponen otomotif salah satunya adalah velg.

Pemakaian kendaraan yang semakin meningkat, membawa dampak

terjadinya peningkatan kerusakan pada komponen kendaraan. Industri otomotif akan mencari solusi untuk mengatasi hal tersebut dengan memproduksi *spare part* sebagai pengganti komponen kendaraan

Velg pada mobil merupakan bagian yang sangat vital yaitu sebagai penumpu ban roda pada mobil. Setiap velg kendaraan memiliki resiko kerusakan baik retak ataupun pecah. Tiap - tiap velg memiliki kapasitas beban yang berbeda-

beda. Kapasitas beban velg yang lebih kecil dari pada bobot mobil akan membahayakan sebab sewaktu-waktu velg bisa pecah saat dalam perjalanan. Untuk mencegah kerusakan lebih parah perlu penggantian velg. Apabila penggantian dinilai lebih mahal, retak yang terjadi pada velg dapat dilakukan pengelasan ulang atau *repair welding*.

Pengelasan secara umum adalah proses penyambungan dengan menggunakan energi panas sehingga menjadi satu dengan atau tanpa tekanan. Logam akan mengalami pengaruh pemanasan akibat pengelasan, dan mengalami perubahan struktur mikro di sekitar daerah pengelasan. Apabila struktur mikro mengalami perubahan maka akan berpengaruh terhadap sifat mekanik logam tersebut.

Perbaikan velg dengan cara pengelasan tidak dapat mencapai kualitas yang sama dengan velg baru. *PWHT* terhadap velg setelah pengelasan menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas velg hasil pengelasan.

Post Weld Heat Treatment (PWHT) merupakan bagian dari proses *heat treatment* yang bertujuan untuk menghilangkan tegangan sisa yang terbentuk setelah proses *welding*. Material terutama aluminium akan mengalami perubahan struktur karena proses pemanasan dan pendinginan. Struktur yang tidak homogen inilah yang menyebabkan tegangan sisa pada material pasca pengelasan (*welding*).

KAJIAN PUSTAKA

Repair Welding

Repair welding merupakan perbaikan dengan menggunakan teknik *welder* (pengelasan). Tujuan dari *repair welding* adalah memperbaiki bentuk suatu konstruksi yang mengalami kerusakan agar

menjadi bentuk yang seperti bentuk asalnya dan memiliki fungsi yang sama sebagai mana logam dasarnya.

Bahan teknik umumnya digunakan karena memiliki sifat-sifat tertentu yang dibutuhkan. Kualitas sifat bahan teknik dibedakan menjadi dua yaitu sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik merupakan sifat yang menunjukkan keadaan fisik suatu benda atau unsur tanpa dipengaruhi beban atau gaya. Sifat mekanik merupakan sifat dari suatu benda yang berkaitan dengan kemampuan benda tersebut dalam menerima beban atau gaya berat.

Cast Wheel Aluminium dan Paduan Aluminium (Aluminium Alloy)

Cast wheel adalah salah satu produk hasil pengecoran logam yang berbentuk silinder atau bulat, adapun yang dimaksud *wheel* dalam hal ini adalah *wheel* pada kendaraan atau biasa disebut velg atau roda. *Cast wheel* aluminium merupakan velg mobil yang proses pembuatannya menggunakan proses *die casting*.

Pada *cast-aluminium alloy*, angka pertama menunjukkan jenis komposisi utama paduan. Angka kedua dan ketiga menunjukkan nomor seri dari paduan tersebut. Angka keempat di belakang decimal menunjukkan bentuk produk, dimana 0 adalah spesifikasi coran, 1 adalah spesifikasi ingot, dan 2 adalah spesifikasi ingot yang lebih spesifik.

Pengelasan MIG

Las *MIG* merupakan proses penyambungan dua material logam atau lebih menjadi satu melalui proses pencairan setempat dengan menggunakan elektroda gulungan (*filler*) berupa kawat yang sama dengan logam dasar (*base material*) dengan menggunakan gas pelindung (*inert gas*). Gas pelindung pada

las MIG digunakan untuk mencegah terjadinya oksidasi pada saat proses pengelasan hingga terjadi pendinginan atau pembekuan (*solidification*) setelah pengelasan. Gas pelindung yang digunakan dalam pengelasan MIG adalah gas argon, gas helium dan gas karbondioksida.

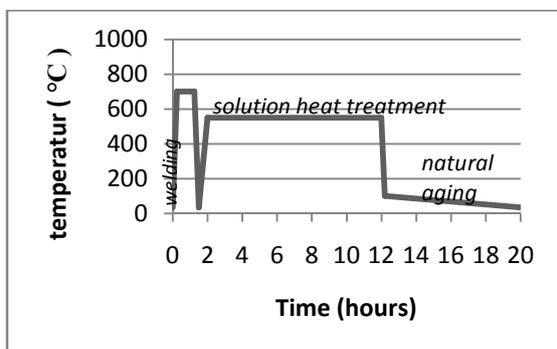


Gambar 1. Las MIG

Perlakuan PWHT

PWHT (*Post Weld Heat Treatment*) mempunyai fungsi untuk menghilangkan tegangan sisa pada lasan yang diakibatkan adanya kontraksi tegangan dimana sambungan pengelasan itu sendiri terdiri dari tegangan multi axial. Hal ini terjadi karena adanya siklus pemanasan dan pendinginan selama pengelasan sehingga rentan akan adanya korosi tegangan.

Tujuan utama dari perlakuan panas adalah untuk mengubah atau mengembalikan sifat mekanis dari sebuah logam. Meningkatkan ketahanan korosi terutama korosi tegangan, menghilangkan tegangan sisa dan juga memperkecil pengaruh terjadinya retak pada daerah lasan.



Gambar 2. Hubungan suhu dengan waktu perlakuan pada material

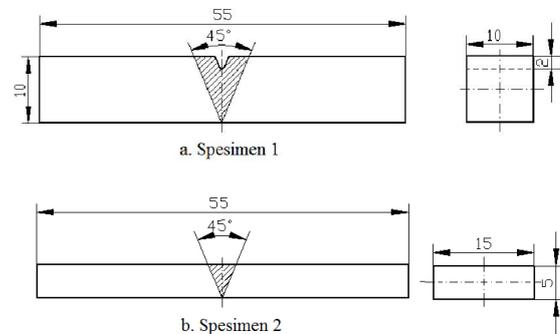
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cast wheel* aluminium original pada mobil Honda Civic Ferio.



Gambar 3. *Cast wheel* Honda Civic Ferio

Proses pengelasan dilakukan pada *cast wheel* aluminium dengan membuat kampuh V sebelum dilakukan pengelasan



Gambar 4. Spesimen uji pengelasan

Pengelasan dilakukan dengan las MIG menggunakan *filler* ER5356 diameter 2 mm, mengatur parameter pengelasan pada arus 100 A, tegangan 20 Volt dengan kecepatan pengelasan 8 cm/min. Arah pengelasan ke arah kanan dengan posisi pengelasan dibawah tangan posisi datar.

Proses PWHT dengan tahapan sebagai berikut:

- a. Proses *solution heat treatment*, yaitu memanaskan spesimen pada temperatur 510° C dengan waktu tahan 10 jam menggunakan oven pemanas listrik. (ASM vol.4)
- b. Proses *quenching*, yaitu mendinginkan dengan cepat spesimen yang telah dipanaskan. Media yang digunakan untuk quenching adalah air dengan

temperatur 65-100° C selama 10 – 20 detik. (ASM vol.4)

- c. Proses *natural aging*, yaitu dibiarkan selama 24 jam dengan suhu kamar.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Analisis Hasil Uji Komposisi Kimia (*Spectrometri*)

Pengujian komposisi bertujuan untuk mengetahui kandungan unsur penyusun material *cast wheel* aluminium. Alat yang digunakan adalah *Spectrometer Metal Scan* di Politeknik Manufacture Ceper, Klaten. Pengujian ini dilakukan pada spesimen *raw material* dan hasil pengelasan *cast wheel* aluminium setelah perlakuan *PWHT*.

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia *Cast Wheel Aluminium*.

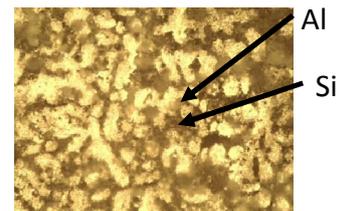
No	Unsur	Jumlah (%)	
		<i>Raw Material</i>	<i>Las MIG</i>
1	Al	94,93	95,44
2	Si	4,61	3,61
3	Fe	<0,0500	<0,0500
4	Cu	<0,0500	<0,0500
5	Mn	<0,0200	0,0246
6	Mg	0,101	0,443
7	Cr	0,0736	0,203
8	Ni	<0,0200	0,0286
9	Zn	<0,0100	<0,0100
10	Sn	<0,0500	<0,0500
11	Ti	0,0336	0,0175
12	Pb	<0,0300	<0,0300
13	Be	<0,0001	<0,0001
14	Ca	0,0067	0,0145
15	Sr	0,0080	0,0005
16	V	<0,0100	0,0292
17	Zr	<0,0030	<0,0030

Jenis aluminium ini merupakan aluminium seri AA4043 menurut standar AA (Aluminium Association). Dari hasil

pengujian komposisi kimia terlihat bahwa adanya perubahan unsur penabahan dan penurunan nilai setelah mengalami proses pengelasan dengan *PWHT*. Perbedaan tersebut disebabkan karena pada hasil las komposisinya tercampur dengan inti elektroda (*filer*) yang mencair.

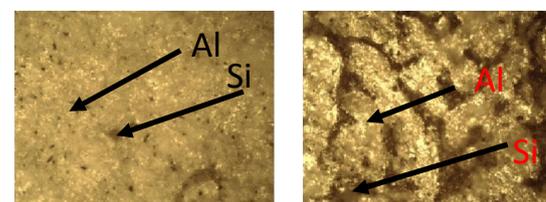
2. Analisis Hasil Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan pengamatan pada spesimen uji dengan mikroskop optik setelah spesimen uji dietsa dengan HF, HNO₃ dan H₂O selama 5-10 detik dengan perbesaran 200x pada permukaan *cast wheel* aluminium dengan pengambilan gambar pada lima titik yaitu, pada bagian *raw material*, antara *raw material* dan *HAZ*, daerah *HAZ*, antara *HAZ* dan las dan daerah las.



Gambar 5. Struktur Mikro Logam Dasar (*Raw material*) 200x

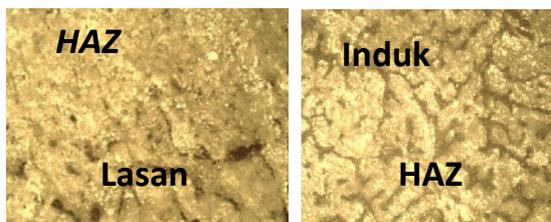
Struktur mikro pada *raw material* dapat dilihat pada Gambar 5. unsur Si tersebar merata pada permukaan Aluminium dan pengaruh penyebaran ini menyebabkan kekerasan permukaan logam lebih tinggi.



(1) Lasan 200x (2) *HAZ* 200x

Gambar 6. Foto Struktur Mikro Bagian Lasan dan *HAZ* dengan perbesaran 200x dan 100x.

Daerah logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Daerah pengaruh panas atau *heat affected zone (HAZ)* adalah logam dasar yang bersebelahan dengan logam las yang selama proses pengelasan mengalami siklus termal pemanasan dan pendinginan cepat sehingga daerah ini yang paling kritis dari sambungan las.



(1) Lasan dan HAZ (2) HAZ dan Induk 100x

Gambar 7. Foto Struktur Mikro Bagian HAZ, lasan dan logam induk dengan perbesaran 100x.

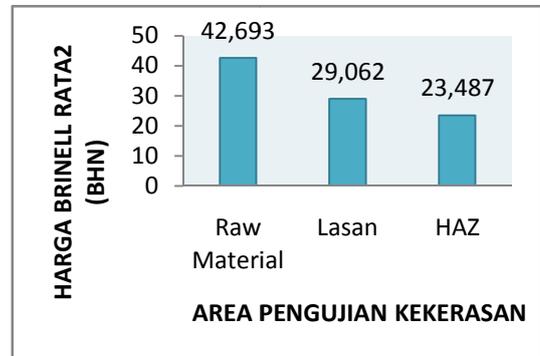
Logam induk merupakan daerah logam dasar dimana panas dan suhu pengelasan tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur dan sifat., strukturnya tidak berbeda jauh dengan raw material.

3. Analisis Hasil Uji Kekerasan

Uji kekerasan dilakukan dengan pengujian *brinell*. Data uji kekerasan diperoleh dari penekanan indenter berbentuk bola dengan diameter 2,5 mm pada alat uji ke spesimen *cast wheel* aluminium. Spesimen uji mengalami penekanan dengan beban 62,5 kg dalam waktu 12 detik sehingga menghasilkan diameter injakan indenter tersebut.

Terjadi penurunan kualitas kekerasan setelah mengalami pengelasan dan *PWHT*. Penurunan kualitas kekerasan juga berkaitan dengan perubahan unsur pada uji struktur mikro, dimana unsur Si

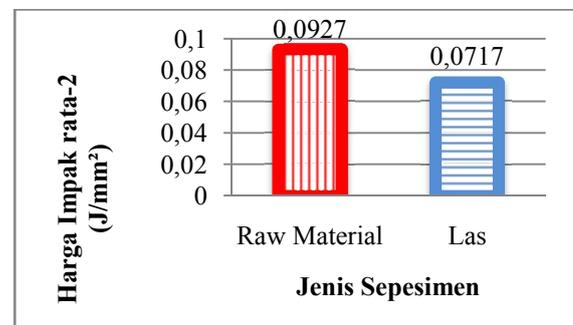
mengalami penurunan dan unsur Al mengalami peningkatan di banding *raw material* dimana semakin kecil unsur Si maka akan semakin kecil pula tingkat kekerasan sebuah material.



Gambar 8. Histogram Nilai Rata-rata Hasil Uji Kekerasan *Brinell*

Analisis Hasil Uji Impak

Pengujian impak ini menunjukkan data berupa sudut kenaikan pendulum (α) setelah menabrak spesimen, adapun data tersebut ditunjukkan pada histogram berikut.



Gambar 9. Histogram Nilai Kekuatan Impak.

Ketangguhan impak hasil pengelasan dapat ditingkatkan dengan *PWHT* pada spesimen. Material akan mengalami perubahan struktur akibat pengelasan, struktur yang tidak homogen tersebut akan menyimpan banyak tegangan sisa yang membuat material memiliki sifat yang lebih keras tetapi ketangguhannya kurang. Tegangan sisa pada daerah lasan dapat berkurang karena pengaruh *PWHT*, sehingga ketangguhan impak setelah

pengelasan tidak jauh berbeda dengan ketangguhan impak raw material.

KESIMPULAN

1. *Cast wheel* aluminium yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi utama Al, Si, dan Mg. *Cast wheel* tersebut terbuat dari bahan aluminium *cast alloy* jenis AA.4043.
2. Tingkat kekerasan pada *raw material* adalah 42,693 kgf/mm², pada daerah las setelah *PWHT* memiliki tingkat kekerasan 29,062 kgf/mm², sedangkan pada daerah *HAZ* memiliki tingkat kekerasan 23,487 kgf/mm².
3. Tingkat ketangguhan impak pada hasil pengelasan setelah *PWHT* adalah 0,0717 Joule/mm² mengalami penurunan dibandingkan dengan *raw material* sebesar 0,0927 Joule/mm².

DAFTAR PUSTAKA

- Abdillah, F. (2010). Thesis : *Perlakuan Panas Paduan Al-Si pada Prototipe Piston Berbasis Material Piston Bekas*. Universitas Diponegoro.
- Ambiyar., Arwizet., Erizon, N., Purwantono., Pinat, T. (2008). *Teknik Pembentukan Pelat Jilid 3*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Apelian, D. (2009). *Aluminum Cast Alloys: Enabling Tools for Improved Performance*. North American Die Casting Association.
- ASM International (2012), *Aluminium and Aluminium Alloy*.
- ASME (2001). *ASME Code for Pressure Piping B31.1*.
- Atmaja, G.R. (2011). *Analisis Sifat Mekanik Penambahan Unsur Cu pada Coran Aluminium*. Universitas Hasanuddin.
- AWS (2006). *Structural Welding Code—Steel D1.1/D1.1*.
- Budiarsa, I. N. (2008). *Pengaruh Besar Arus Pengelasan dan Kecepatan Volume Alir Gas pada Proses Las GMAW Terhadap Ketangguhan Aluminium 5083*. Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakram, 2 (2), 112-116.
- Djarmiko, R.D. (2008). *Teori Pengelasan Logam*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Duniawan, A. & Iman, M.N. (2012). *Pengaruh PWHT Terhadap Sifat Mekanik Sambungan Las Tak Sejenis Austenitic Stainless Steel dan Baja Karbon*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Yogyakarta.
- George, Y. Liu. (2009). *Effect of Ageing Heat Treatment on the Hardness and Tensile Properties of Aluminum A356.2 Casting Alloy*. McMaster University.
- Krishnaa, P. Murali. & Ramanaiahb, N. (2012) *Effect of Post-Weld Heat Treatment on the Mechanical Properties of Friction Stir Welds, of Dissimilar Aluminum Alloys*. International Journal of Engineering Science and Technology.
- Surdia,T., & Saito, S., (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta: Pradnya Paramita.
- Suhariyanto. (2003). *Perbaikan Sifat Mekanik Paduan Aluminium (A356.0) dengan Menambahkan TiC*. Jurnal Teknik Mesin, 3 (1), 20-24.

- Sunaryo, H. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Surono, B. & Novri, M. (2011). *Perubahan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Al-Mg-Si Akibat Variasi Temperatur Pemanasan*. Bina Teknika, 7 (2), 93-105.
- Tim Fakultas teknik UNY. (2010). *Diklat Las MIG Teknik Pengelasan*. Universitas Negeri Yogyakarta.
- Widharto, S. (2007). *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.