

KAJI BANDING KUALITAS REPAIRWELDING DENGAN METODE PENGELASAN OKSI ASETILIN, TIG, DAN MIG DENGAN PERLAKUAN PWHT PADA CASTWHEEL ALUMINIUM

Dita Febriana Nur Wikani, Budi Harjanto, Suharno

Program Studi Pendidikan Teknik Mesin
JPTK FKIP Universitas Sebelas Maret

Alamat Korespondensi : Kampus V UNS Pabelan JL. Ahmad Yani 200, Kartasura,
Sukoharjo, Tlp/Fax 0271 718419
Email :ditawikani@gmail.com

ABSTRACT

Repair welding is a method to repair the fractures in cast wheel aluminium. The repair welding process will produce residual stress which decrease mechanical characteristics such as strength, hardness, etc. PWHT is a heat treatment which is conducted after welding process with purpose to decrease the residual stress. The purposes of this study were to determine the comparison of chemical composition, microstructure, hardness value, and impact toughness of cast wheel aluminium on the result of repair welding with Oxy Acetylene, TIG and MIG welding method with PWHT treatment and raw material specimen. Welding that conducted were Oxy Acetylene, TIG and MIG then followed by PWHT treatment. Test were performed on the study were chemical composition test, microstructure, hardness and toughness. The data obtained from the study were processed using descriptive analysis technique. The result of test showed that the cast wheel aluminium used in this study is aluminium alloy AA4643 series. The percentage of Si elements affect the microstructure of the specimen where the higher the percentage of Si element increasingly clear distinction between the grains of aluminium with Si. The highest average hardness value is in raw material specimen of 42,693 BHN. On specimen which experience welding with PWHT treatment the highest average hardness value in specimen that had Oxy Acetylene welding of 34,624 BHN in the weld area and 31,818 BHN in the HAZ area. The lowest hardness value contained in the TIG specimen at 28,384 BHN on the welding area and in the HAZ area contained in the specimen which experience MIG welding process with average hardness value of 23,677 BHN. The average highest toughness number contained in TIG specimen with 0,12776 joule/mm², while the lowest toughness number contained in MIG specimen with 0,072 J/mm².

Keywords: cast wheel aluminium, Oxy acetylene welding, TIG welding, MIG welding, PWHT

PENDAHULUAN

Perkembangan dunia otomotif menunjukkan peningkatan dari tahun ke tahun. Hal ini turut mempengaruhi meningkatnya kebutuhan akan suku cadang kendaraan yang sebagian besar terbuat dari besi dan aluminium.

Salah satu komponen otomotif yang sering menggunakan aluminium sebagai bahannya adalah velg mobil. Velg merupakan komponen kendaraan yang pada saat digunakan akan mengalami beban berulang (beban dinamis/fluktuatif), dimana jika fluktuasi tegangan ini cukup

besar dan berulang-ulang, maka akan mengakibatkan kerusakan baik itu kerusakan ringan berupa retak maupun kerusakan parah seperti patah.

Velg yang mengalami kerusakan ringan dapat diperbaiki dengan proses pengelasan. Menurut cara kerjanya proses pengelasan ada beberapa macam yaitu las lumer atau cair, las tekan, dan pematrian. Las cair atau lumer adalah pengelasan dimana sambungan dipanaskan sampai mencair dengan sumber panas dari busur listrik dan semburan api gas yang terbakar, seperti las TIG, MIG, Oksi Asetilin dan lainnya. Las Oksi Asetilin (Las *Oxy-Acetylene*) menggunakan nyala gas asetilin untuk melekatkan aluminium. Las MIG (*Metal Inert Gas*) menggunakan elektroda gulungan (*filler metal*) yang sama dengan logam dasarnya (*base metal*) dan menggunakan gas pelindung (*inert gas*) untuk melekatkan aluminium. Las TIG (*Tungsten Inert Gas*) menggunakan busur dengan pelindung gas mulia (gas argon) untuk melekatkan logam aluminium.

Proses perlakuan panas merupakan kombinasi dari operasi pemanasan dan pendinginan dengan kecepatan tertentu yang dilakukan terhadap material dalam keadaan padat sebagai suatu upaya untuk memperoleh sifat-sifat tertentu. *Post weld heat treatment (PWHT)* adalah salah satu jenis perlakuan panas yang paling banyak digunakan dari pembebasan tegangan sisa pada benda yang mengalami proses pengelasan. Prinsip kerja dari *PWHT* ini adalah saat temperatur dinaikkan, tegangan tarik dan modulus elastisitas benda menurun. Satu titik pemanasan tercapai ketika tegangan tarik tidak lagi menampung tegangan sisa dan terjadi

suatu deformasi plastis yang terjadi pada benda tersebut.

KAJIAN PUSTAKA

Aluminium

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi yang baik (Samsudi Rahardjo dan Solichan, 2008). Dalam keadaan murni (99,9%) aluminium memiliki titik cair $660,2^{\circ}\text{C}$ dan massa jenis $26,989\text{ g/cm}^3$. Menurut jenis pepadunya, aluminium dapat dikategorikan menjadi 7 jenis yaitu Al Murni, Al-Cu, Al-Mn, Al-Si, Al-Mg, Al-Si-Mg, dan Al-Zn. Sedangkan menurut bisa atau tidaknya paduan aluminium diperlakukan panas dibedakan menjadi 2, yakni paduan aluminium *heat-treatable* dan paduan aluminium *non heat-treatable*. Yang termasuk ke dalam paduan aluminium *heat-treatable* adalah paduan aluminium Al-Cu, Al-Si-Mg, dan Al-Zn dan yang termasuk ke dalam paduan aluminium *non heat-treatable* adalah Al murni, Al-Mn, dan Al-Mg. Sedangkan paduan Al-Si terdiri dari paduan *non heat treatable* dan *heat-treatable* (Kaufman, 2000).

Repair Welding

Repair welding merupakan suatu jenis perbaikan dengan menggunakan teknik 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.

Pengelasan (Welding)

Pengelasan dapat diartikan sebagai suatu proses penyambungan plat atau logam menjadi satu akibat panas dengan atau tanpa tekanan. Pengelasan dilakukan dengan cara logam yang akan disambung dipanaskan terlebih dahulu hingga meleleh, kemudian baru disambung

dengan bantuan perekat (*filler*). *Filler* merupakan hal penting yang harus diperhatikan ketika melakukan pengelasan.

Pengelasan Oksi Asetilin

Pengelasan dengan gas Oksi-Asetilin dilakukan dengan cara membakar bahan bakar gas C_2H_2 (Asetilin) dengan O_2 (Oksigen) sehingga menimbulkan nyala api dengan suhu yang dapat mencairkan logam induk dan logam pengisi (Ambiyar, Arwizet, Erizon, N, Purwantono, Pinat T, 2008). Penggunaan nyala api dalam las oksi asetilin memegang peranan penting untuk memperoleh keberhasilan mengelas karena penggunaan nyala api yang salah dari yang semestinya digunakan dapat mengakibatkan kerusakan pada bahan yang dilas atau mutu pengelasan yang diperoleh kurang baik. Berdasarkan perbandingan gas oksigen dan gas asetilen yang dicampur dalam pembakar, nyala api las dapat dibedakan menjadi tiga macam, yaitu nyala api netral, nyala api karburasi, nyala api oksidasi.

Pengelasan TIG/GTAW

Pengelasan TIG/GTAW proses pengelasan dimana busur nyala listrik ditimbulkan oleh elektroda tungsten (elektroda tak terumpan) dengan benda kerja logam. Daerah pengelasan dilindungi oleh gas lindung (gas tidak aktif) agar tidak terkontaminasi oleh udara luar. Sebagai gas pelindung biasanya dipakai Helium (He), Argon (Ar), atau campuran keduanya. Elektroda yang digunakan terbuat dari wolfram murni atau paduan antara wolfram dan torium. Pada proses pengelasan TIG logam pengisi dimasukkan ke dalam daerah arus busur sehingga mencair dan terbawa ke logam induk dan peleburan logam terjadi karena panas yang dihasilkan oleh busur listrik antara elektroda dengan logam

induk. Sumber listrik yang digunakan untuk pengelasan TIG berupalistrik DC atau listrik AC. Namun, penggunaan arus AC lebih direkomendasikan.

Pengelasan MIG/GMAW

Dalam las MIG, kawat las pengisi yang juga berfungsi sebagai elektroda diumpankan secara terus menerus. Busur listrik terjadi antara kawat pengisi dan logam induk. Gas pelindung yang digunakan adalah gas Argon, helium atau campuran dari keduanya. Kawat pengisi dalam las MIG biasanya diumpankan secara otomatis, sedangkan alat pembakarnya digerakkan dengan tangan. Sumber arus proses pengelasan MIG menggunakan arus searah (DC) dan elektroda menggunakan kawat positif.

Perlakuan PWHT (*Post Weld Heat Treatment*)

Proses pengelasan umumnya melibatkan proses pelumeran dan pendinginan yang terus berulang, dan hasil dari siklus yang melibatkan panas ini adalah distorsi pada benda kerja pengelasan yang bebas bergerak atau terjadinya tegangan sisa pada benda yang dicekam dengan klem. Tegangan sisa adalah tegangan tekan atau tegangan tarik yang terdapat di bagian dalam material tanpa adanya pembebanan dari luar (*external load*) baik yang berbentuk gaya ataupun perubahan temperatur (Ari Wibowo, 2007).

Post weld heat treatment (PWHT) adalah salah satu jenis perlakuan panas yang paling banyak digunakan dari pembebasan tegangan sisa pada benda yang mengalami proses pengelasan. Prinsip kerja dari *PWHT* ini adalah saat temperatur dinaikkan, tegangan tarik dan modulus elastisitas benda menurun. Satu titik pemanasan tercapai ketika tegangan tarik tidak lagi menampung tegangan sisa

dan terjadi suatu deformasi plastis yang terjadi pada benda tersebut. *Post weld heat treatment* terdiri dari pemanasan bagian-bagian (atau keseluruhan) benda yang dilas ke dalam suatu temperatur yang tinggi (tergantung dari material) dan mengalami *holding* selama beberapa waktu, sementara itu tegangan sisa dikurangi (Zhili Feng, 2005). Selain menghilangkan tegangan sisa, PWHT juga bertujuan untuk mengembalikan sifat logam lasan agar *uniform* dengan logam induknya.

Uji Komposisi

Uji komposisi merupakan pengujian yang berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah suatu kandungan yang terdapat pada suatu logam, baik logam ferro maupun logam non ferro. Proses pengujian komposisi berlangsung dengan pembakaran bahan menggunakan elektroda dimana terjadi suhu rekristalisasi, dari suhu rekristalisasi terjadi penguraian unsur yang masing-masing beda warnanya. Sedangkan untuk penentuan kadar berdasar sensor perbedaan warna.

Uji Struktur Mikro

Tujuan dari pengamatan struktur mikro adalah untuk mempelajari hubungan antara sifat-sifat bahan dengan struktur dan cacat pada bahan serta memperkirakan sifat bahan jika hubungan tersebut sudah diketahui. Alat untuk mengamati struktur mikro diantaranya mikroskop cahaya, mikroskop metalografi, mikroskop *electron*, mikroskop *field on*, mikroskop *field emission* dan mikroskop *sinar-X*.

Uji Kekerasan

Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Kekerasan dapat didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk

menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan). Pengujian kekerasan dengan metode Brinell bertujuan untuk menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap bola baja (indentor) yang ditekan pada permukaan material uji tersebut (spesi-men). Untuk mengetahui hasil uji kekerasan dengan cara ini dapat dihitung dengan rumus

$$HB = \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

Dimana D = diameter bola, d = *diameter impression* (diameter tapak tekan).

Uji Impak

Dasar pengujian impak ini adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Metode Charpy merupakan pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal, dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. Metode Izod adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah tarikan (ASM Handbook Vol. 8, 2000).

METODE PENELITIAN

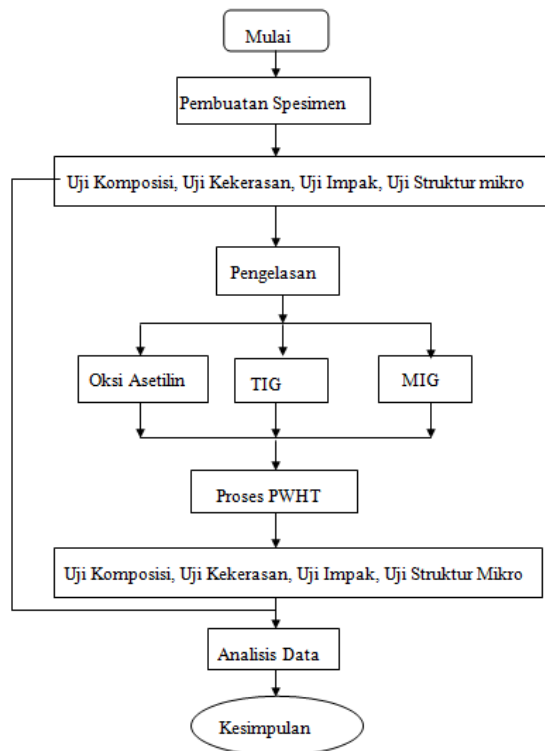
Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga bulan Desember 2013. Pembuatan dan pengelasan spesimen dilaksanakan di laboratorium las INLASTEK Surakarta. Pengujian komposisi kimia dan struktur mikro dilaksanakan laboratorium Polman Ceper Klaten. Sedangkan pengujian kekerasan dan pengujian impak dilaksanakan di laboratorium bahan Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret Surakarta.

Rancangan/Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen. Hasil pengujian dituangkan dalam lembar observasi.

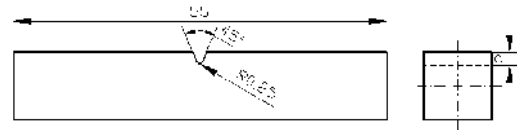
Prosedur Penelitian



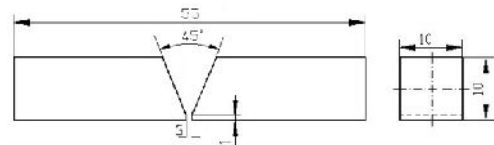
Gambar 1. Prosedur Penelitian

Dalam penelitian ini *cast wheel* aluminium yang digunakan adalah *cast wheel* berbahan aluminium. Las Oksi Asetilin menggunakan *filler* E 5356 dengan diameter 2mm, nyala api karburasi dengan tekanan oksigen dan asetilin 0,5 kg/cm², kecepatan pengelasan 8-10 cm tiap menit. Las TIG menggunakan filler ER 5356 dengan diameter 1,6 mm, kuat arus (I) pada bagian *root* 90-100 ampere dan pada bagian *filler cap* sebesar 100-150 ampere, voltase 17-25 V, menggunakan gas pelindung argon dengan kecepatan alir 12 L/menit, kecepatan pengelasan 4-7 cm tiap menit. Untuk las MIG menggunakan *filler* ER 5356 dengan diameter 2 mm, arus DC, kuat arus (I) pada *root* 70-100 ampere dan pada *filler cap* 90-120 ampere,

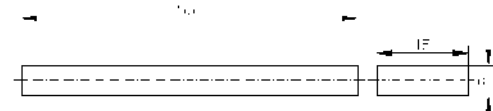
tegangan 20-30 volt, kecepatan pengelasan 8-10 cm tiap menit. Sedangkan dimensi benda kerjanya dapat digambarkan sebagai berikut.



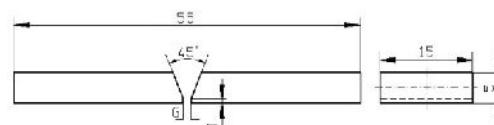
Gambar 2. Spesimen *raw material* untuk Uji Impak.



Gambar 3. Bentuk Kampuh Las Spesimen Uji Impak



Gambar 4. Spesimen *Raw material* Uji Kekerasan



Gambar 5. Bentuk Kampuh Las Spesimen Uji Kekerasan

Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif. Data-data yang diperoleh dari penelitian, selanjutnya akan dianalisis dengan cara mendeskripsikan hasil pengamatan dari penelitian yang telah dilakukan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Hasil Uji Komposisi Kimia

Pengujian komposisi kimia memiliki tujuan untuk mengetahui kandungan unsur penyusun dari *cast wheel* aluminium yang digunakan dalam penelitian ini baik yang masih berupa *raw material* maupun yang telah mengalami pengelasan dengan perlakuan PWHT.

Dari hasil pengujian komposisi kimia unsur utama penyusun *raw material* cast wheel aluminium adalah Aluminium (Al) 94,93%, Silicon (Si) 4,61% dan Iron (Fe) <0,050% , Cu <0,050% dan Mg 0,101%. Menurut standar AA (Aluminium Association) jenis aluminium ini merupakan aluminium seri AA4643 dengan unsur tambahan utama silikon antara 3,6-4,6%, besi (Fe) kurang dari 0,050%, Cukurang dari 0,050% dan Mg antara 0,10-0,30% (ASM Handbook Vol. 2,1992).

Tabel 1. Hasil Uji Komposisi Kimia

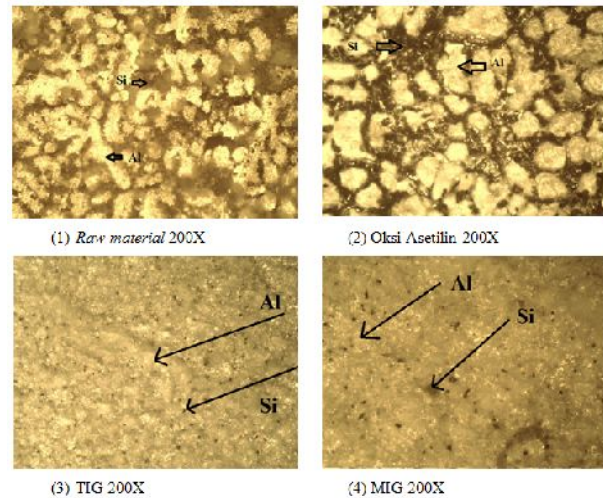
Unsur	Metode pengelasan			
	Tanpa Las (%)	Gas (%)	TIG (%)	MIG (%)
Al	94,93	90,76	97,60	95,44
Si	4,61	6,74	1,21	3,61
Fe	<0,0500	1,01	<0,0500	<0,0500
Cu	<0,0500	0,409	<0,0500	<0,0500
Mn	<0,0200	0,275	0,0427	0,0246
Mg	0,101	0,106	0,566	0,443
Cr	0,0736	0,0917	0,301	0,203
Ni	<0,0200	0,0214	0,0260	0,0286
Zn	<0,0100	0,409	<0,0100	<0,0100
Sn	<0,0500	<0,0500	<0,0500	<0,0500
Ti	0,0336	0,0142	0,0347	0,0175
Pb	<0,0300	<0,0300	<0,0300	<0,0300
Be	<0,0001	<0,0001	0,0001	<0,0001
Ca	0,0067	0,0078	0,0154	0,0145
Sr	0,0080	<0,0005	0,0014	0,0005
V	<0,0100	0,0825	0,0124	0,0292
Zr	<0,0030	<0,0030	<0,0030	<0,0030

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan antara unsur penyusun *raw material* dengan spesimen yang telah mengalami pengelasan dengan perlakuan PWHT. Hal ini disebabkan oleh pengaruh penggunaan *filler* yang dipakai saat proses pengelasan.

Analisis Hasil Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan pada permukaan spesimen cast wheel aluminium yang telah dietsa dengan *hydrofluoride acid* (HF) 10 ml, *nitrid acid* (HNO₃) 1 ml, dan air 200 ml selama 5-10

detik dengan mikroskop optik dengan perbesaran 200X.



Gambar 6. Struktur Mikro *Raw material* dan Daerah Las Oksi Asetilin, TIG, dan MIG dengan Perlakuan PWHT

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa struktur mikro antara spesimen *raw material* dengan spesimen yang telah mengalami pengelasan dengan PWHT memiliki perbedaan. Hal ini tidak lepas dari prosentase Aluminium dan Silikon yang menyusun dari spesimen-spesimen tersebut. Semakin besar prosentase Si makin jelas perbedaan struktur mikro antara Aluminium dan Silikon.

Analisis Hasil Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan dalam penelitian ini menggunakan metode *Brinell*. Alat yang digunakan adalah *Electronical Brinell Tester HB-3000C* dengan menggunakan indenter D: 2,5 mm, beban 62,5 kg dan *loading duration* 12 detik. Data yang diperoleh dari pengujian ini berupa diameter tapak tekan yang kemudian akan diolah menjadi harga *brinell* (BHN). Pengujian dilakukan pada spesimen baik yang masih berupa *raw material* maupun spesimen yang telah mengalami proses pengelasan oksi asetilin, TIG, dan MIG dengan perlakuan PWHT. Pada pengujian kekerasan ini penekanan

indentor dilakukan pada tiga titik pada masing-masing spesimen yang menghasilkan diameter tapak tekan dan kemudian diukur dengan menggunakan *linen tester lope*. Tabel 2 merupakan hasil uji kekerasan pada spesimen *raw material*, sedangkan tabel 3 merupakan hasil dari uji kekerasan pada spesimen yang mengalami pengelasan Oksi Asetilin, TIG, dan MIG dengan perlakuan PWHT.

Tabel 2. Hasil Uji Kekerasan pada Spesimen *Raw material*

Jenis Spec.	No	Diameter	Harga Brin nel	Harga Brin nel
	Spe c.	Tapak Tek an d (mm)	(BHN)	Rata-rata (BHN)
<i>raw materials</i>	1	1,33	41,473	42,693
	2	1,32	42,249	
	3	1,29	44,357	

Tabel 3. Hasil Uji Kekerasan Spesimen Las Oksi Asetilin, TIG, dan MIG dengan Perlakuan PWHT

Jenis Spec.	No. Spe	Diameter Indentor D (mm)	Diameter Tapak Tekan d (mm)			Harga Brin nel (BHN)			Harga Brin nel Rata-rata (BHN)		
			Las	HAZ	Base material	Las	HAZ	Base material	Las	HAZ	Base material
Las	1	2,5	1,46	1,54		33,837	30,011				
Oksi Asetilin	2	2,5	1,53	1,54	1,46	30,454	30,011	33,837	34,624	31,818	33,837
	3	2,5	1,36	1,43		39,581	35,433				
TIG	1	2,5	1,51	1,53		31,374	30,454				
	2	2,5	1,55	1,57	1,50	29,570	28,717	31,847	28,384	28,889	31,847
	3	2,5	1,69	1,60		24,209	27,487				
MIG	1	2,5	1,51	1,61		30,011	25,972				
	2	2,5	1,62	1,65	1,36	26,722	19,455	39,581	29,214	23,677	39,581
	3	2,5	1,52	1,65		30,908	25,609				

Berdasarkan tabel 2 dan 3 di atas dapat disimpulkan bahwa nilai kekerasan antara spesimen *raw material* dengan spesimen yang mengalami pengelasan memiliki perbedaan. Spesimen *raw material* memiliki nilai kekerasan yang paling tinggi. Sedangkan spesimen yang mengalami pengelasan dengan perlakuan PWHT memiliki nilai kekerasan di bawah *raw material*. Walaupun spesimen Oksi Asetilin memiliki kandungan Si yang lebih ting-

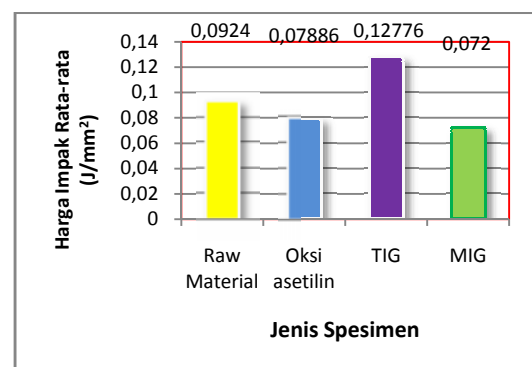
gi daripada spesimen *raw material*, nilai kekerasan spesimen Oksi Asetilin di bawah spesimen *raw material*. Hal ini disebabkan struktur mikronya di mana persebaran Si yang tidak merata dan naiknya prosentase Fe yang menyebabkan nilai kekerasannya menurun. Untuk spesimen TIG dan MIG menurunnya nilai kekerasan disebabkan karena turunnya prosentase Si.

Analisis Hasil Uji Impak

Dalam pengujian impak charpy yang dilakukan dalam penelitian ini, data yang diperoleh berupa sudut kenaikan pendulum (β) setelah menabrak spesimen. Tabel 4. Nilai Usaha yang Diserap dan Harga Impak Spesimen

Jenis Spe.	No. Spe.	Sudut u. (°)	Sudut β (°)	Usaha (J)	Usaha Rata-rata (J)	Luas Spe. (mm ²)	Harga Impak (J/mm ²)	Harga Impak Rata-rata (J/mm ²)
<i>Raw material</i>	1	90	85	6,9	7,42	80	0,0857	0,0924
	2	90	85	6,9		80	0,0857	
	3	90	84	8,2		80	0,1025	
	4	90	84	8,2		80	0,1025	
	5	90	85	6,9		80	0,0857	
Oksi asetilin	1	90	86	5,5	6,32	80	0,0687	0,07886
	2	90	86	5,5		80	0,0687	
	3	90	85	6,9		80	0,0857	
	4	90	84	8,2		80	0,1025	
	5	90	86	5,5		80	0,0687	
TIG	1	90	84	8,2	10,38	80	0,1025	0,12776
	2	90	83	9,6		80	0,1200	
	3	90	84	8,2		80	0,1025	
	4	90	82	10,9		80	0,1363	
	5	90	79	15,0		80	0,1875	
MIG	1	90	86	5,5	8,78	80	0,0687	0,072
	2	90	85	6,9		80	0,0857	
	3	90	87	4,1		80	0,0512	
	4	90	85	6,9		80	0,0857	
	5	90	86	5,5		80	0,0687	

Apabila digambarkan dalam histogram maka hasilnya akan seperti berikut:



Dari tabel maupun histogram dapat dilihat bahwa spesimen yang mengalami pengelasan TIG dengan perlakuan PWHT memiliki nilai kekuatan im-

pak yang paling tinggi yaitu 0,12776 J/mm². Sedangkan spesimen yang memiliki nilai kekuatan impak terendah terdapat pada spesimen MIG dengan nilai kekuatan impak 0,072 J/mm².

Nilai kekuatan impak spesimen TIG lebih tinggi daripada *raw material*, hal ini disebabkan adanya pelepasan tegangan sisa pada saat perlakuan PWHT. Selain itu naiknya nilai kekuatan impak juga dipengaruhi karena meningkatnya unsur Mg dari yang semula 0,101 menjadi 0,566 % (George Y. Liu, 2009).

SIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian komposisi kimia pada *cast wheel* aluminium yang mengalami proses pengelasan oksi asetilin, TIG, dan MIG dapat disimpulkan bahwa *cast wheel* aluminium merupakan paduan aluminium Al-Si yang merupakan jenis aluminium seri AA4643. Spesimen yang mengalami pengelasan TIG mampu diperlakukan panas karena memiliki kandungan Mg lebih dari 0,5% (Fuad Abdillah, 2010).
2. Prosentase unsur Si pada *cast wheel* aluminium akan memengaruhi ukuran butiran aluminium dan silikon. Pada *cast wheel* yang mengalami proses pengelasan Oksi Asetilin dengan perlakuan PWHT yang memiliki unsur Si sebesar 6,74% terlihat perbedaan yang jelas antara butiran aluminium dan silikon sehingga mudah dibedakan. Pada *cast wheel* yang mengalami proses pengelasan TIG dan MIG perbedaan antara unsur aluminium dan silikon tidak terlihat jelas karena rendahnya unsur silikon yang terdapat di dalam *cast wheel* tersebut.
3. Spesimen yang memiliki nilai kekerasan paling tinggi adalah spesimen *raw material* dengan nilai kekerasan sebesar 42,693 BHN. Nilai kekerasan pada spesimen aluminium yang mengalami proses pengelasan oksi asetilin, TIG, dan MIG semuanya menurun. Spesimen Oksi-asetilin memiliki nilai kekerasan paling tinggi yaitu 34,624 BHN pada daerah lasan dan 31,818 BHN pada daerah HAZ. Nilai kekerasan paling rendah pada daerah lasan terdapat pada spesimen yang mengalami proses pengelasan TIG yaitu 28,384 BHN. Pada daerah HAZ yang memiliki nilai kekerasan terendah adalah spesimen yang mengalami proses pengelasan MIG dengan nilai kekerasan 23,677 BHN. Pada *base material* spesimen yang mengalami proses pengelasan MIG memiliki nilai kekerasan tertinggi yaitu 39,808 BHN, dan yang terendah adalah spesimen yang mengalami proses pengelasan TIG yaitu 31,888 BHN. Penyebab turunnya nilai kekerasan pada spesimen Oksi asetilin adalah tidak meratanya unsur Si pada matrik aluminium dan naiknya prosentase Fe. Sedangkan pada spesimen yang mengalami proses pengelasan TIG dan MIG penurunan nilai kekerasan disebabkan oleh turunnya prosentase unsur Si.
4. Nilai ketangguhan rata-rata tertinggi terdapat pada spesimen *cast wheel* aluminium yang mengalami proses pengelasan TIG dengan perlakuan PWHT yaitu 0,12776 joule/mm². Sedangkan untuk nilai ketangguhan terendah diperoleh dari pengujian impak spesimen yang mengalami proses pengelasan MIG dengan perlakuan PWHT yaitu 0,072 J/mm². Nilai ketangguhan spesimen yang

mengalami proses pengelasan TIG lebih tinggi dari spesimen *raw material* yang nilai ketangguhannya 0,0924 joule/mm². Hal ini disebabkan adanya perlakuan PWHT yang mengurangi tegangan sisa sehingga mampu memperbaiki nilai ketangguhan dari spesimen yang mengalami proses pengelasan TIG.

5. *Repair welding* dengan menggunakan *filler* ER5356 diikuti perlakuan PWHT pada spesimen *cast wheel* aluminium yang mengalami proses pengelasan Oksi asetilin, TIG, dan MIG tidak mampu mengembalikan sifat mekanik spesimen *cast wheel* aluminium, kecuali nilai ketangguhan spesimen TIG.

SARAN

1. Untuk mendapatkan kekuatan impak atau ketangguhan yang lebih tinggi daripada *cast wheel* aluminium yang berupa *raw material* disarankan menggunakan metode pengelasan TIG diikuti dengan perlakuan PWHT.
2. *Repair welding* pada *cast wheel* aluminium AA 4643 diikuti perlakuan PWHT dengan menggunakan *filler* ER5356 tidak disarankan karena tidak mampu mengembalikan nilai kekerasan *cast wheel* aluminium seperti logam induknya.
3. *Repair welding* pada *cast wheel* aluminium tipe 4XXX series untuk penelitian yang lebih lanjut disarankan menggunakan *filler* dengan tipe ER4043 atau ER4047 yang memiliki prosentase Si berturut-turut 6% dan 12% untuk meningkatkan nilai kekerasan *cast wheel* aluminium.

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.
- ASM International. (1992). *ASM Handbook Volume 2 Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-Purpose Materials*. Detroit: ASM International Handbook Committee.
- ASM International. (2000). *ASM Handbook Volume 8 Mechanical Testing and Evaluation*. Detroit: ASM International Handbook Committee.
- ASM International. (1992). *ASM Handbook Volume 9 Metallography and Microstructures*. Detroit: ASM International Handbook Committee.
- Feng, Z. (Ed). (2005). *Processes and Mechanisms of Welding Residual Stress and Distortion*. Cambridge : Woodhead Publishing Limited.
- Kaufman, J.G. (2000). *Introduction to Aluminum Alloys and Tempers*. USA : ASM International.
- Liu, Y, George. (2009). *Effect of Ageing Heat Treatment on the Hardness and Tensile Properties of Aluminum A356.2 Casting Alloy*. McMaster University.
- Rahardjo, Samsudi & Solichan. (2008). *Analisa Karakterisasi pada*

*Limbah Velg dan Boks Transmisi
Mobil.* Semarang : Universitas
Muhammadiyah Semarang.

Wibowo, Ari. (2007). *Pengaruh Tegangan
Sisa Terhadap Frekuensi Nada
Dasar Perunggu.* Yogyakarta :
Universitas Gadjah Mada.