

**KUALITAS REPAIR WELDING DENGAN METODE OKSI-ASETILIN DAN
PERLAKUAN PREHEATING PADA CAST WHEEL ALUMINIUM SEBAGAI
SUPLEMEN MATERI MATA KULIAH TEKNIK PENGELASAN**

Ayub Budhi Anggoro, Subagsono, & Budi Harjanto.

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

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

Email : anggoroayub2@gmail.com

ABSTRAK

Ayub Budhi Anggoro. **KUALITAS REPAIR WELDING DENGAN METODE OKSI-ASETILIN DAN PERLAKUAN PREHEATING PADA CAST WHEEL ALUMINIUM SEBAGAI SUPLEMEN MATERI MATA KULIAH TEKNIK PENGELASAN.** Skripsi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta, Februari 2015. Tujuan penelitian ini adalah (1) Untuk mengetahui komposisi kimia dan standar kodifikasi paduan aluminium pada cast wheel aluminium. (2) Untuk mengetahui struktur mikro sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode oksidasi-asetilin dengan perlakuan preheating pada cast wheel aluminium. (3) Untuk mengetahui tingkat kekerasan sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode oksidasi-asetilin dengan perlakuan preheating pada cast wheel aluminium. (4) Untuk mengetahui tingkat kekuatan impak sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode oksidasi-asetilin dengan perlakuan preheating pada cast wheel aluminium. (5) Untuk menambah bahan ajar mata kuliah teknik pengelasan tentang repair welding dengan metode oksidasi-asetilin dan perlakuan preheating. Penelitian ini menggunakan bahan dari cast wheel aluminium. Teknik analisis data dalam penelitian ini menggunakan analisis data deskriptif yaitu mengamati secara langsung hasil eksperimen kemudian dianalisis dan menyimpulkan hasil penelitian. Sebagai parameter input pada penganalisisan data meliputi pengujian komposisi kimia, struktur mikro, nilai kekerasan dan kekuatan impak. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa (1) cast wheel aluminium yang digunakan dalam penelitian ini terbuat dari bahan aluminium cast alloy jenis AA.4011 yang memiliki karakteristik non heat-treatable, kekuatan dan keuletan yang sedang, namun tahan aus dan tahan terhadap korosi serta memiliki sifat mampu cor yang baik. (2) Bagian logam induk, HAZ dan daerah las pada material hasil pengelasan oksidasi-asetilin terlihat berupa butiran unsur Si yang bertebaran pada matrik Al yang berbeda. Pada daerah raw material butiran Si lebih kecil dan tersebar merata pada Al. Pada daerah lasan butiran Si lebih besar dan tersebar merata pada Al. Pada daerah HAZ butiran Si lebih besar dan tersebar tidak merata pada Al. Pengaruh perlakuan preheating pada spesimen hasil las membuat laju pendinginan lebih stabil, sehingga struktur mikro pada logam induk, HAZ, dan daerah lasan menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Hal tersebut terlihat dari gambar mikro dimana batas daerah antara logam induk, HAZ, maupun daerah lasan tidak terlihat jelas. (3) Nilai kekerasan spesimen raw material lebih tinggi dibandingkan spesimen hasil las oksidasi-asetilin. Tingkat kekerasan rata-rata pada raw material adalah 65,829 BHN. Pada daerah las memiliki tingkat kekerasan rata-rata 59,168 BHN. Pada daerah HAZ memiliki tingkat kekerasan rata-rata 62,325 BHN. (4) Tingkat kekuatan impak pada raw material sebesar 0,0686 J/mm² sedangkan hasil pengelasan adalah 0,0294 J/mm².

Kata kunci: Las Oksidasi-asetilin, Cast Wheels Aluminium, Preheating, Sifat Fisis dan Mekanis.

ABSTRACT

Ayub Budhi Anggoro. **STUDY ON THE QUALITY OF REPAIR WELDING USING OXY-ACETYLENE METHODS WITH PREHEATING TO CAST WHEEL ALUMINIUM FOR** . Skripsi. Faculty of teacher training and Education Science University Sebelas Maret Surakarta, February: 2015.

The purposes of this research are: (1) To determine the chemical composition and aluminium alloy standard codification of cast wheel aluminium. (2) To determine the microstructure before and after welding with oxy - acetylene welding method with preheating on the cast aluminium wheel. (3) To determine the level of hardness, before and after welding with oxy-acetylene welding method with preheating on the cast wheel aluminium. (4) To determine the level of impact strength before and after welding with oxy - acetylene welding method with preheating on the cast wheel aluminium. (5) To add a teaching module of welding technique course with Oxy-Acetylene repair welding method and preheating treatment.

The Object in this research used are aluminium cast wheels. Techniques of data analysis in this research using descriptive data analysis that is directly observed experimental results and then analyzed and summing up the results of the research. As an input parameter in analyzing the data include:the testing of chemical composition, microstructure, hardness and impact.

From the research, we can concluded that (1) The cast wheel is made of cast aluminium alloy type AA.4011 which has a characteristic non heat-treatable, medium resistant of strength and ductility, resistant to corrosion and has good characteristic of capable cast. (2) Microstructure on base metal granules, HAZ and the weld area on the material results of oxy-acetylene welding visible form of the element Si granules are scattered in different Al matrix. on the raw area, Si granules are smaller and spread equally on the surface of Al. on the weld area, Si granules are larger than raw area and spread equally on the surface of Al. on HAZ area Si is larger and does not spread equally on the surface of Al. Influence of the preheating treatment of the welds specimen make the cooling rate is more stable, so the microstructure of the raw, HAZ and weld are showed differences not significant. It is seen from the micro image in which the boundary area between the base metal, HAZ, and weld area is not clearly visible. (3) Specimen hardness value of raw material is higher than oxy-acetylene welding specimens. The average value of raw material hardness results 65,829 BHN. The average value of oxy-acetylene welding results 59,168 BHN. The average hardness oxy-acetylene welding specimens in the HAZ area 62,325 BHN. (4) The average value of raw material impact results 0,0686 J/mm² while the average value of oxy-acetylene welding results 0,0294 J/mm².

Keywords: Oxy-Acetylene Welding, Cast Wheels Aluminium, Preheating, Physical and Mechanical Properties.

PENDAHULUAN

Menurut Badan Pusat Statistik (BPS), perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia setiap tahun mengalami peningkatan yang sangat pesat. Terhitung pada tahun 2009 terdapat 67.336.644 unit kendaraan bermotor (mobil penumpang, bus, truk, sepeda motor) dan tahun 2013 sudah mencapai 104.118.969 unit, dalam periode 2009-2013, terdapat peningkatan jumlah kendaraan bermotor yang cukup tinggi yaitu 11,51% pertahun (BPS. 2013. Katalog BPS. <http://www.bps.go.id> Diakses 27 Januari 2015). Hal ini menunjukkan bahwa banyaknya penggunaan kendaraan bermotor di Indonesia baik yang diproduksi di dalam maupun di luar negeri. Semakin banyak kendaraan bermotor dan alat transportasi yang diproduksi di Indonesia, semakin banyak pula jumlah *spare part* yang harus diproduksi sebagai pengganti komponen kendaraan yang sudah rusak atau tidak layak pakai. Pabrik maupun industri manufaktur selalu memproduksi *spare part* cadangan sebagai pengganti komponen-komponen pada kendaraan yang mudah mengalami kerusakan.

Perbaikan *velg* dengan cara pengelasan tentunya tidak dapat mencapai kualitas yang sama dengan *velg* baru. Perlakuan *preheating* terhadap *velg* sebelum pengelasan menjadi salah satu upaya untuk meningkatkan kualitas *velg* hasil pengelasan.

Velg merupakan bagian dari mobil yang berfungsi sangat vital sebagai penunpu roda pada kendaraan. Ada beberapa faktor yang sering menyebabkan *velg* mobil menjadi rusak. Penyebab kerusakan pada *velg* biasanya dikarenakan kurangnya tekanan angin pada ban, sehingga pada saat melewati jalan yang rusak atau berlubang *velg* menerima beban atau gaya impak yang mengakibatkan *velg* retak pada

bagian tertentu. Untuk mencegah terjadinya patah pada *velg* maka biasanya ditanggulangi dengan pengelasan, mengingat harga *velg* yang relatif mahal.

Preheating merupakan salah satu proses *heat treatment* yang tujuan utamanya untuk mempengaruhi perilaku pendinginan setelah pengelasan sehingga penyusutan tekanan akan lebih rendah dibandingkan pengelasan tanpa pemanasan awal dan laju pendinginan akan lebih ringan. Pemanasan awal (*preheating*) mempersiapkan logam untuk membuatnya lebih mudah menerima pengelasan.

Penelitian dilaksanakan dan mengarah pada tujuan yang sebenarnya, maka rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana komposisi kimia paduan aluminium pada *cast wheel* aluminium?
2. Bagaimana struktur mikro sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode pengelasan oksidasi-asetilin dengan perlakuan *preheating* pada *cast wheel* aluminium?
3. Berapakah tingkat kekerasan sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode oksidasi-asetilin pada *cast wheel* aluminium?
4. Berapakah tingkat kekuatan impak sebelum dan sesudah dilakukan pengelasan dengan metode oksidasi-asetilin dengan perlakuan *preheating* pada *cast wheel* aluminium?
5. Bagaimakah suplemen bahan ajar *repair welding* dengan metode oksidasi-asetilin dan perlakuan *preheating*?

KAJIAN PUSTAKA

Repair Welding

Repair welding merupakan perbaikan dengan menggunakan teknik pengelasan. Tujuan dari *repair welding* adalah untuk memperbaiki bentuk suatu konstruksi yang

mengalami kerusakan agar menjadi sama seperti bentuk dan fungsi benda asalnya dan memiliki sifat yang sama sebagai mana logam dasarnya. Berbeda halnya dengan *product welding*, yaitu pembuatan produk dari bahan mentah atau logam dasar (*wrought metal*) menjadi suatu bentuk konstruksi yang baru, sehingga memiliki fungsi baru yang berbeda dari bahan asal sebelum dilakukan pengelasan.

Kualitas Sifat Fisik dan Mekanik

Bahan teknik pada umumnya digunakan karena memiliki kualitas sifat-sifat tertentu yang diperlukan. Kualitas sifat bahan teknik tersebut 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 fisik pada suatu benda dapat diketahui secara langsung tanpa perlu mengubah atau memodifikasi benda tersebut, akan tetapi tidak semua sifat fisik dapat diketahui secara langsung. Sebagai contoh sifat fisik suatu benda atau unsur, antara lain: wujud atau fasa zat, berat jenis, berat atom, warna, titik leleh, titik didih, tahanan listrik, daya hantar listrik dan ketahanan korosi.

Sifat mekanik merupakan sifat dari suatu benda yang berkaitan dengan kemampuan benda tersebut dalam menerima beban atau gaya berat. Sifat mekanik dapat diketahui dengan dilakukan pengujian terlebih dahulu. Sifat mekanik suatu material antara lain: kekerasan, modulus elastisitas, kekuatan tekan, kekuatan tarik, kekuatan impak, ketahanan atau kekuatan leleh dan mampu mesin (*machinability*).

Cast Wheel Aluminium dan Paduan Aluminium (*Aluminium Alloy*)

Cast wheel adalah salah satu produk hasil pengecoran logam yang berbentuk silinder, adapun yang dimaksud *wheel* dalam hal ini adalah *wheel* pada mobil atau sepeda motor yang biasa disebut *velg* atau roda. *Cast wheel* aluminium merupakan *velg* mobil yang proses pembuatannya menggunakan proses *die casting*. Teknologi *die casting* menunjuk kepada proses produksi yang mencetak *velg* aluminium dengan cara melebur logam aluminium hingga menjadi cair untuk dicetak menggunakan cetakan atau *molding*. Setelah aluminium cair dicetak dalam cetakannya, maka cairan logam tersebut didinginkan agar kembali menjadi logam. Produk dari proses produksi dengan teknologi *die casting* umumnya dikenal dengan sebutan *alloy wheels*.

Teknologi pencetakan ini dibagi lagi menjadi dua berdasarkan teknologi pencetakan *velg* yang digunakan yaitu *high pressure die casting* dan *low pressure casting*.

Menurut ASM (*American Society for Material*) standarisasi aluminium mempergunakan 4 angka dalam menetapkan penggolongan aluminium paduan :

1. Aluminium murni (kandungan aluminium sebesar 99%) 1XXX
2. Cupper 2XXX
3. Manganase 3XXX
4. Silicon 4XXX
5. Magnesium 5XXX
6. Magnesium dan Silicon 6XXX
7. Zincum 7XXX
8. Elemen-elemen yang lain 8XXX

Pengelasan Oksi-Asetilin

Pengelasan adalah proses penyambungan logam maupun logam paduan yang dilakukan dalam kondisi lumer atau cair sehingga menjadi sambungan tetap atau permanen.

Pengelasan oksasi-asetilin adalah proses pengelasan secara manual dengan memanaskan permukaan yang akan dilas atau disambung sampai mencair dengan campuran 2 jenis gas sebagai pembentuk nyala api dan sumber panas dengan atau tanpa logam pengisi, dimana proses penyambungan tanpa penekanan. Dalam proses las oksasi-asetilin, gas yang digunakan adalah campuran dari gas oksigen (O_2) dengan gas asetilin (C_2H_2) sebagai gas bahan bakar. Oksigen berasal dari udara dengan proses hidrolisis atau pencairan udara dimana udara sendiri mengandung oksigen (21%), nitrogen (78%), argon (0,9%), neon, hidrogen, karbon dioksida, dan unsur lain yang membentuk gas.

Dalam pengelasan oksasi-asetilin digunakan kawat las dan fluks. Kawat las digunakan untuk bahan pengisi. Bahan kawat las yang dipakai harus sesuai dengan logam yang di las. Fluks adalah bahan kimia berbentuk serbuk atom pasta dan ada juga yang dibalutkan pada kawat las. Fluks digunakan untuk memperbaiki sifat-sifat logam las, derajat kecairan logam las, menahan pelarutan gas atau untuk menghindari oksidasi pada logam cair.

Keuntungan mengelas menggunakan las oksasi-asetilin yaitu:

- a) Peralatan relatif murah.
- b) Pemeliharaan minimal/sedikit.
- c) Cara penggunaan mudah dipelajari.
- d) Dapat digunakan di lapangan, di pabrik dan di bengkel-bengkel yang tidak terdapat sumber listrik.



Gambar 1. Las Oksasi-asetilin

Preheating

Preheating menurut AWS (*American Welding Society*) adalah panas yang diberikan kepada logam yang akan dilas untuk mendapatkan dan memelihara *preheat temperature*. Sedangkan *preheat temperature* sendiri didefinisikan dengan suhu dari logam induk (*base metal*) di sekitar area yang akan dilas, sebelum pengelasan itu dimulai. Pada *multipass weld* definisi *preheat temperature* adalah suhu sesaat sebelum pengelasan pada celah selanjutnya dimulai. Pada *multipass weld* disebut juga sebagai *interpass temperature* (suhu antar celah).

Preheating bisa menggunakan gas burner, oxy-gas flame, electric blanket, pemanasan induksi atau pemanasan di furnace. Pemanasan di sekitar area pengelasan diusahakan merata untuk mendapatkan hasil yang bagus. Pemanasan yang berlebihan atau tidak merata dapat menyebabkan tegangan sisa yang tinggi, distorsi, atau perubahan metalurgi yang tidak diinginkan pada logam induk.

Ketika *preheating* diperlukan, maka semua sambungan pengelasan harus dipanaskan sampai pada temperatur yang diinginkan (temperatur *preheating* bagian luar dan dalam logam induk harus tercapai), jika memungkinkan panasi logam induk pada salah satu sisi dan ukur temperatur logam sisi berlawannya. Panas

yang terjadi akan dihantarkan dengan cara konduksi dan inspektor harus meyakinkan suhu sisi yang berlawanan tersebut.

Beberapa alasan *preheating* antara lain :

- 1) Untuk mengurangi kelembaban dari area pengelasan. Biasanya dilakukan dengan cara memanaskan permukaan material dengan suhu yang relatif tidak terlalu tinggi, hanya sedikit diatas titik didih air. Hal tersebut akan mengeringkan permukaan dan menghilangkan kontaminan yang tidak diinginkan yang mungkin bisa menyebabkan *porosity*, *hydrogen embrittlement* atau *cracking* karena *hydrogen* selama pengelasan.
- 2) Untuk menurunkan *gradient temperature*. Semua pengelasan busur menggunakan sumber panas temperatur tinggi. Pada material yang dilas akan terjadi perbedaan temperatur antara sumber panas lokal dan material induk yang lebih dingin ketika pengelasan berlangsung. Perbedaan temperatur tersebut menyebabkan perbedaan pemuatan panas dan kontraksi serta tegangan yang tinggi di sekitar area yang dilas. *Preheating* akan mengurangi perbedaan temperatur dari material induk sehingga akan meminimalkan masalah yang terjadi seperti *distorsi* dan tegangan sisa yang berlebih. Apabila tidak dilakukan *preheating* maka bisa terjadi perbedaan temperatur yang besar antara area las-lasan dengan logam induk. Hal ini dapat mengakibatkan pendinginan yang terlalu cepat sehingga menyebabkan terbentuknya *martensit* dan pada beberapa material dengan *hardenability* yang tinggi mungkin terjadi *cracking*.

Alois Sconmetz dan Karl Gruber (1997) berpendapat, “Rumus perkiraan untuk

waktu pemanasan pendahuluan yaitu 1,5 -2 jam per 1 dm³ dengan ketinggian temperatur pemanasan kira-kira 150°C di bawah temperatur pengerasan (austenisasi)

Uji Komposisi

Pengujian komposisi berfungsi untuk mengetahui seberapa besar atau seberapa banyak jumlah kandungan unsur kimia yang terdapat pada suatu logam, baik logam *ferro* maupun logam *non-ferro*. *Spectrometer Metal Scan* adalah suatu tipe mikroskop elektron yang menggambarkan permukaan sampel melalui proses *scan* dengan menggunakan pancaran energi yang tinggi dari elektron dalam suatu pola *scan raster*. Elektron berinteraksi dengan atom-atom yang akan membuat sampel yang menghasilkan sinyal dan memberikan informasi mengenai permukaan topografi sampel, komposisi dan sifat-sifat lainnya seperti konduktivitas listrik.



Gambar 2. Alat Uji Komposisi
(*Spectrometer Metal Scan*)

Uji Struktur Mikro (Metalografi)

Struktur bahan dalam orde kecil yang tidak dapat dilihat dengan mata telanjang sering disebut struktur mikro. Alat untuk mengamati struktur mikro di antaranya mikroskop cahaya, mikroskop metalografi, mikroskop *electron*, mikroskop *field on*, mikroskop *field emission* dan mikroskop *sinar-X*. Manfaat 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. Pengamatan mikro adalah pemeriksaan bahan logam di mana bentuk kristal logam tergolong halus sehingga diperlukan angka pembesaran lensa mikroskop antara 50 kali sampai 3000 kali.

Uji Kekerasan

Kekerasan adalah salah satu sifat mekanik (*Mechanical properties*) dari suatu material. Kekerasan suatu material harus diketahui khususnya untuk material yang dalam penggunaannya akan mengalami gesekan (*frictional force*) dan deformasi plastis. Deformasi plastis sendiri adalah suatu keadaan dari suatu material ketika material tersebut diberikan gaya, maka struktur mikro dari material tersebut sudah tidak bisa kembali ke bentuk asal, artinya material tersebut tidak dapat kembali ke bentuknya semula. Lebih ringkasnya kekerasan didefinisikan sebagai kemampuan suatu material untuk menahan beban indentasi atau penetrasi (penekanan).

Dalam aplikasi manufaktur, pengujian material dilakukan dengan dua pertimbangan yaitu untuk mengetahui karakteristik suatu material baru dan melihat mutu untuk memastikan suatu material memiliki spesifikasi kualitas tertentu.

Uji Impak

Dasar pengujian impak adalah penyerapan energi potensial dari pendulum beban yang berayun dari suatu ketinggian tertentu dan menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi. Secara umum metode pengujian impak terdiri dari dua jenis, yaitu metode *charpy* dan metode *izzod*.

Metode *charpy* merupakan pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi

spesimen uji pada tumpuan dengan posisi horizontal dan arah pembebanan berlawanan dengan arah takikan. Metode *izzod* adalah pengujian tumbuk dengan meletakkan posisi spesimen uji pada tumpuan dengan posisi dan arah pembebanan searah dengan arah tarikan.

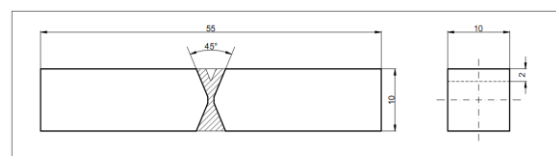
METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cast wheel* aluminium original pada mobil Suzuki Karimun Estillo.



Gambar 3. *Cast Wheel* Suzuki Karimun Estillo

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



Gambar 3. Spesimen Uji Pengelasan

Pengelasan dilakukan dengan las OAW menggunakan *filler* yang dibuat dari *raw material*, tekanan kerja oksigen 0,5 bar dan gas asetilin 0,5 bar dengan nyala api karburasi. Kecepatan pengelasan 8-10 cm/menit. Arah pengelasan ke arah kanan dengan posisi pengelasan di bawah tangan posisi datar.

Proses *preheating* dilakukan dengan cara spesimen dipanaskan menggunakan gas *burner* hingga mencapai suhu 110°C di bawah suhu austenisasi secara merata pada bagian spesimen dan *holding time* selama 15 menit.

HASIL DAN PEMBAHASAN

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

Pengujian komposisi kimia ini dimaksudkan untuk mengetahui kandungan unsur penyusun material *cast wheel* aluminium. Pengujian ini dilakukan dengan menembakkan gas argon pada spesimen, sehingga hasilnya akan terbaca oleh komputer. 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. Hasil pengujian komposisi dapat dilihat pada Tabel 1.

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

No	Unsur	Jumlah (%) <i>Raw Material</i>
1	Al	91,97
2	Si	7,22
3	Fe	0,172
4	Cu	0,159
5	Mn	<0,0200
6	Mg	<0,0500
7	Cr	<0,0150
8	Ni	<0,0200
9	Zn	0,156
10	Sn	0,0956
11	Ti	0,0760
12	Pb	<0,0300
13	Be	0,0001
14	Ca	0.0025
15	Sr	0,0078
16	V	0,0112

17	Zr	0,0082
----	----	--------

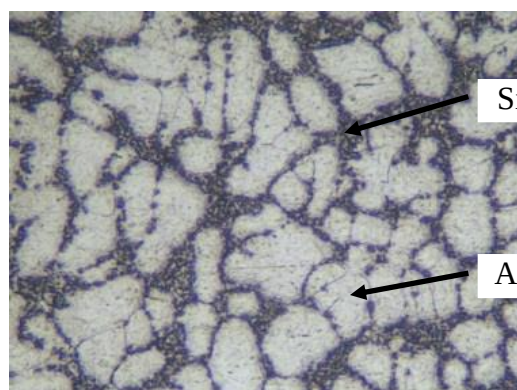
Jenis aluminium ini merupakan aluminium seri AA.4011 menurut standar AA (*Aluminium Association*) dengan komposisi seperti pada tabel berikut.

Tabel 2. Komposisi Kimia *Aluminium Alloy* seri AA.4011

Component Elements Properties	Metric (%)	English (%)
Aluminium, Al	90.7 - 93	90.7 - 93
Beryllium	0.04 – 0.07	0.04 – 0.07
Copper, Cu	<= 0.20	<= 0.20
Iron, Fe	<= 0.20	<= 0.20
Magnesium, Mg	0.45 – 0.70	0.45 – 0.70
Manganese, Mn	<= 0.10	<= 0.10
Other, each	<= 0.05	<= 0.05
Other, total	<= 0.15	<= 0.15
Silicon, Si	6.5 – 7.5	6.5 – 7.5
Titanium, Ti	0.04 – 0.20	0.04 – 0.20
Zinc, Zn	<= 0.10	<= 0.10

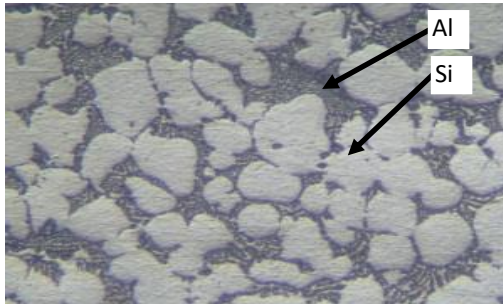
2. Analisis Hasil Uji Struktur Mikro

Pengujian struktur mikro dilakukan pada spesimen uji dengan mikroskop optik setelah spesimen uji dietsa dengan HF, HNO₃ dan H₂O selama 5-10 detik dengan perbesaran 50x dan 100x pada permukaan *cast wheel* aluminium dengan pengambilan gambar pada lima tiga titik yaitu, pada bagian *raw material*, daerah las dan HAZ, serta daerah las

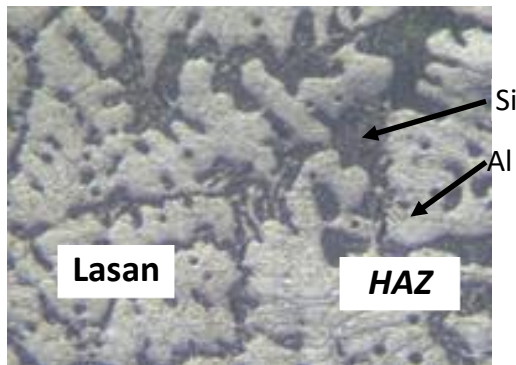


Gambar 4. Struktur Mikro Logam Dasar
(*Raw Material*) Perbesaran 50x

Struktur mikro pada *raw material* dapat dilihat pada Gambar 4. unsur Si tersebar merata pada permukaan Aluminium dan pengaruh penyebaran ini menyebabkan kekerasan permukaan logam lebih tinggi.



(1) Lasan Perbesaran 50x



(2) Lasan dan HAZ Perbesaran 50x

Gambar 5. Foto Struktur Mikro Bagian Lasan dan HAZ dengan Perbesaran 50x

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 logam las adalah bagian dari logam yang pada waktu pengelasan mencair dan kemudian membeku. Komposisi logam las terdiri dari komponen logam induk dan bahan tambah dari elektroda. Pada Gambar 4. *raw material* unsur Si tersebar lebih merata dibanding dengan spesimen hasil las oksiasi-asetilin. Pada *raw material* unsur Si tersebar merata pada permukaan aluminium, dan pengaruh penyebaran ini menyebabkan kekerasan permukaan logam

yang berbeda. Pada hasil las oksiasi-asetilin unsur Si lebih besar dan berada di sela-sela unsur Al.

Struktur mikro pada Gambar 5. Bagian HAZ dan daerah las pada material hasil pengelasan oksiasi-asetilin terlihat berupa butiran unsur Si yang bertebaran pada matrik Al yang berbeda. Pada daerah lasan butiran Si lebih kecil dan tersebar merata pada Al. Pada daerah HAZ butiran Si lebih besar dan tersebar tidak merata pada Al.

3. Analisis Hasil Uji Kekerasan

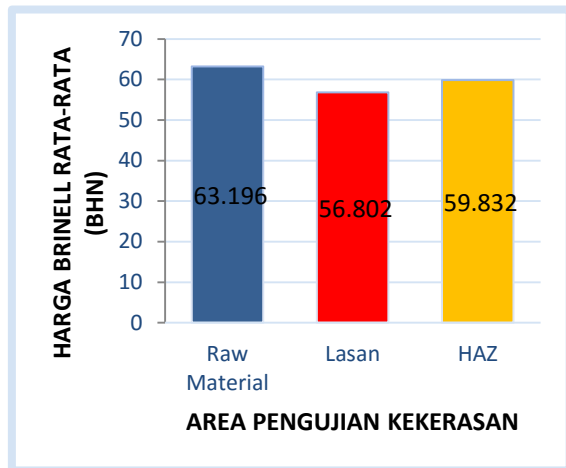
Uji kekerasan dilakukan dengan pengujian *Brinell*. Data uji kekerasan diperoleh dari penekanan indenter berbentuk bola dengan diameter 2,5 mm pada alat uji ke spesimen *cast wheel* aluminium. Spesimen uji mengalami penekanan dengan beban 96 kg dalam waktu 12 detik sehingga menghasilkan diameter injakan indenter tersebut.

Spesimen uji mengalami penurunan kekerasan setelah mengalami pengelasan dengan perlakuan *preheating*. *Cast wheel* aluminium yang dilakukan uji menurut standar AA (*Aluminium Association*) jenis aluminium ini merupakan aluminium seri AA.4011. Jenis paduan aluminium ini merupakan jenis paduan *non heat-treatable* sehingga perlakuan *preheating* yang dilakukan pada spesimen uji tidak dapat meningkatkan kualitas dari spesimen uji tersebut.

Penurunan kualitas kekerasan juga dapat dilihat pada hasil uji struktur mikro dimana butiran logam Si tidak dapat tersebar merata dengan butiran Al. Tingkat kekerasan spesimen las pada 3 titik pengujian pada 1 spesimen menunjukkan hasil diameter injakan indenter yang berbeda.

Perlakuan *preheating* mempengaruhi adanya laju pendinginan pada material spesimen las. *preheating* yang dilakukan

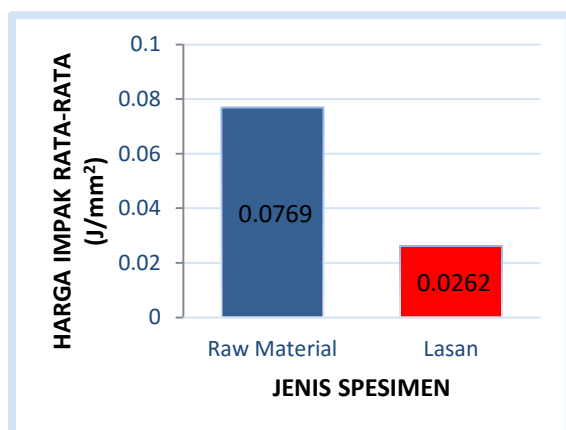
dapat menurunkan tegangan sisa pada hasil pengelasan, timbulnya *martensit*, dan *cracking*. Uji kekerasan pada spesimen las menunjukkan bahwa kekerasan antara *raw material*, daerah *HAZ*, dan daerah lasan memiliki tingkat kekerasan yang tidak jauh berbeda.



Gambar 5. 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 6. Histogram Nilai Kekuatan Impak.

Kekuatan impak spesimen tanpa pengelasan memiliki nilai impak rata-rata sebesar 0,0769 J/mm² sedangkan hasil pengelasan memiliki nilai impak lebih kecil, yaitu rata-rata sebesar 0,0262 J/mm².

Nilai kekuatan impak pada *cast wheel* aluminium hasil pengelasan lebih kecil dari pada kekuatan impak pada *cast wheel* aluminium sebelum dilakukan pengelasan.

Pengelasan aluminium dengan metode oksi-asetilin dan perlakuan *preheating* memiliki kekuatan impak yang kurang baik. Kekuatan impak spesimen las jauh berbeda daripada kekuatan impak pada *raw material*. Kekuatan impak hasil pengelasan hanya mencapai 34,07% dari kekuatan impak pada *raw material* yaitu 0,0262 J/mm². Hal ini karena paduan ini merupakan paduan *nonheat-treatable* yang pada dasarnya tidak akan bisa ditingkatkan sifat mekaniknya dengan diberi perlakuan panas. Paduan ini memiliki sifat mampu las yang baik asal diikuti dengan proses perlakuan panas kembali. Nilai impak yang rendah mempengaruhi sifat mekanik dari paduan ini, yang paling berpengaruh pada ketangguhan paduan tersebut dalam menerima beban impak.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian analisis kualitas repair welding dengan metode oksi-asetilin dan perlakuan *preheating* pada *cast wheel* aluminium sebagai suplemen materi mata kuliah teknik pengelasan yang dilakukan menggunakan filler dari *raw material* itu sendiri, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. *Cast wheel* aluminium yang digunakan dalam penelitian ini memiliki komposisi utama Al 91,97% dan Si 7,22%, sehingga dapat disimpulkan bahwa *cast wheel* tersebut terbuat dari bahan aluminium *cast alloy* jenis AA.4011 yang memiliki karakteristik *non heat-treatable*, kekuatan dan keuletan yang sedang namun tahan aus dan tahan terhadap korosi serta memiliki sifat mampu cor yang baik.

2. Bagian logam induk, *HAZ* dan daerah las pada material hasil pengelasan oksiasi-asetilin terlihat berupa butiran unsur Si yang bertebaran pada matrik Al yang berbeda. Pada daerah *raw material* butiran Si lebih kecil dan tersebar merata pada Al. Pada daerah lasan butiran Si lebih besar dan tersebar merata pada Al. Sedangkan pada daerah *HAZ* butiran Si lebih besar dan tersebar tidak merata pada Al. Pengaruh perlakuan *preheating* pada spesimen hasil las membuat laju pendinginan lebih stabil, sehingga struktur mikro pada logam induk, *HAZ*, dan daerah lasan menunjukkan perbedaan yang tidak terlalu signifikan. Hal tersebut terlihat dari gambar mikro dimana batas daerah antara logam induk, *HAZ*, maupun daerah lasan tidak terlihat jelas.
3. Tingkat kekerasan rata-rata pada *raw material* adalah 63,196 BHN dan pada daerah las memiliki tingkat kekerasan rata-rata 56,802 BHN, sedangkan pada daerah *HAZ* memiliki tingkat kekerasan rata-rata 59,832 BHN.
4. Tingkat kekuatan impak pada *raw material* sebesar 0,0769 J/mm² sedangkan hasil pengelasan adalah 0,0262 J/mm².
5. *Repair welding* dengan metode oksiasi-asetilin dan perlakuan *preheating* dapat digunakan sebagai suplemen bahan ajar mata kuliah teknik pengelasan.

SARAN

1. Perlu dilakukan penelitian berikutnya dengan perlakuan tambahan untuk meningkatkan kekuatan impak hasil *repair welding*, sedangkan untuk nilai kekerasan hasil *repair welding* sudah mendekati *raw material* pada bagian lasan dan *HAZ*.
2. *Repair welding* pada *cast wheel aluminium* dengan bahan aluminium

cast alloy jenis AA.4011 menggunakan elektroda yang diambil dari *raw material* memiliki nilai kekerasan yang mendekati *raw material*, namun nilai impak yang rendah yaitu 34,07% dibanding dengan *raw material*, sehingga tidak dianjurkan.

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.
- Andoko, Awi, dkk. (2012). *Analisis Struktur Hasil Repair Weld tentang Sifat Fisik dan Mekanik pada Cast Wheel Aluminium*. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin, Jurusan Pendidikan Teknik dan Kejuruan.
- 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*. Makasar : Universitas Hasanuddin.
- Automotive Aluminium Alloys and Applications*. (2008). Diakses 5 Maret 2013, dari http://www.aluminium.org/Content_bk100511/NavigationMenu/TheIndustry/TransportationMarket/AutoTruck/Old/AutomotiveAluminium-mA1.htm.

- 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.
- Daryanto. (2012). *Teknik Las*. Bandung: Alfabeta.
- Djarmiko, R.D. (2008). *Teori Pengelasan Logam*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Duniawan, A. & Ilman, 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.
- Dwi Jatmiko, Riswan, (2007), *Proses Pengelasan Logam*. Yogyakarta : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Eva, A.N. (2012). Skripsi: *Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Aluminium Paduan Al-Si-Cu dengan Menggunakan Cetakan Pasir*. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- George, Y. Liu. (2009). *Effect of Ageing Heat Treatment on the Hardness and Tensile Properties of Aluminium A356.2 Casting Alloy*. McMaster University.
- H. Ates, M. E. Caki, A. Kurt, M. Turker & I. Uygur (2013). *The Microstructure and Mechanical Properties of Joints of Technical-grade Aluminium Gas Welded with Oxygen-Hydrogen Flame*. *Welding International Journal*, (4) 52–54.
- Harsono, C.S. (2006). Skripsi: *Karakteristik Kekuatan Fatik pada Paduan Aluminium Tuang*. Semarang: Universitas Negeri Semarang.
- Katalog BPS. (2013). Diakses 27 Januari 2015 dari <http://www.bps.go.id>
- Krishna, P. Murali. & Ramanaiahb, N. (2012) *Effect of Post-Weld Heat Treatment on the Mechanical Properties of Friction Stir Welds, of Dissimilar Aluminium Alloys*. *International Journal of Engineering Science and Technology*.
- Kusmanto. (2012). *Studi Tentang Kualitas Hasil Repair Welding pada Cast Wheels Aluminium dengan Metode Pengelasan Oksi-Asetilin, Tig dan Mig terhadap Sifat Fisis dan Mekanis*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Universitas Sebelas Maret, Surakarta.
- Schonmetz, A. & Gruber, K. (1997). *Pengetahuan Bahan dalam Pengerjaan Logam*. Bandung: Angkasa.
- Sugiyono, (2005), *Metode Penelitian Kualitatif*, Bandung: Alfabeta.
- Suherman. (2009). *Pengaruh Penambahan Sr atau Tib terhadap Struktur Mikro dan Fluiditas pada Paduan Al-6%Si-0,7%Fe*. Jurnal Dinamis, 9 (4), 29-33.
- Sunaryo, H. (2008). *Teknik Pengelasan Kapal Jilid 1*. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, Departemen Pendidikan Nasional.
- Suratman, M. (2011). *Teknik Mengelas Asetilin, Brazing, dan Las Busur Listrik*. Bandung: Pustaka Grafika.

- Surono, B. & Novri, M. (2011). *Perubahan Nilai Kekerasan dan Struktur Mikro Al-Mg-Si Akibat Variasi Temperatur Pemanasan*. Bina Teknika, 7 (2), 93-105.
- Wibowo, H. (2011). *Pengujian Las Merusak (DT)*. Fakultas Teknik : Universitas Negeri Yogyakarta.
- Widharto, S. (2007). *Menuju Juru Las Tingkat Dunia*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.
- Wilopo, I.A. (2013). *Studi Kualitas Repair Welding Menggunakan Metode Oxy-Acetylene dengan PWHT pada Cast Wheel Aluminium*. Skripsi Tidak Dipublikasikan, Surakarta: Universitas Sebelas Maret.
- Wirjosumarto, H., Okumura, T. (2004). *Teknologi Pengelasan Logam*. Jakarta : PT Pradnya Paramita.