

PEGARUH PERLAKUAN PANAS TERHADAP SIFAT MEKANIK PADUAN Al-Si-Cu DENGAN VARIASI Cu PADA PRODUK COR RING ABSORB BREAKER SEPEDA MOTOR HONDA

Amir Efendi¹, Nur Hanifah¹, Titiek Deasy¹, Handi²

¹Dosen Politeknik Purbaya, Kabupaten Tegal

²Dosen Teknik Mesin Universitas Bung Karno, Jakarta

ABSTRAK

Memahami sifat dan bentuk presipitat pada paduan Al-Si-Cu merupakan hal yang penting, terutama bila asalnya dari aluminium skrap daur ulang yang berasal dari skrap sepatu rem. Akan tetapi kualitas produk menjadi acuan utama selera pasar. Industri kecil untuk pembuatan Ring Absorb Breaker (RAB) mempunyai masalah terutama pada kualitasnya sebelum dilakukan heat treatment. Penelitian dilakukan untuk membandingkan antara RAB produk Honda dan produk home industri serta mempelajari pengaruh kandungan persen Cu pada paduan Al-Si-Cu yang di laku panas untuk memperbaiki sifat mekaniknya. Penelitian juga dilakukan dengan pembuatan sample uji yang divariasikan Cu-nya dari 2.32%, 3.83% dan 4.85%. Adapun proses perlakuan panas melalui tiga tahap, yaitu panas pelarutan, pendinginan cepat dan penuaan. Untuk temperatur panas pelarutan dilakukan pada 540⁰C ditahan selama 30 menit, pendinginan kejut pada media air dan temperatur penuaan pada 220⁰C yang ditahan selama 10, 30, 45 dan 60 menit. Selanjutnya hasil perlakuan panas dilakukan dengan pengujian kekerasan, impak dan pengamatan struktur mikro. . Sedangkan untuk sample uji yang divariasikan Cu-nya, dari hasil analisis menunjukkan bahwa setelah dilakukan penuaan selama 30 menit mengalami puncak kekerasan dan harga energi impaknya minimum. Untuk kandungan Cu 2.32% puncak kekerasan 170.6 HVN dengan harga energi impaknya minimumnya 43.3 Joule, kandungan Cu 3.83% puncak kekerasannya 179.6 HVN dengan harga energi impak minimumnya 43.3 Joule dan untuk kandungan Cu 4.85% puncak kekerasannya 191.2HVN dengan harga energi impak minimumnya 41.55 Joule. Kekerasan dari sample uji lebih tinggi bila dibandingkan dengan RAB produk Honda dan ADC 12.

Kata kunci: Skrap, paduan Al-Si-Cu, ring absorb breaker (RAB), perlakuan panas

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkembangnya dunia industri, dimana industri sudah semakin maju dan kompetisi produk semakin transparan serta inovasi-inovasi bermunculan demi mendapatkan hasil yang terbaik sesuai dengan kebutuhan konsumen. Pembangunan di bidang industri sekarang ini pada hakekatnya adalah untuk mengurangi ketergantungan pada negara-negara industri yang lain atau yang sudah maju teknologi dan produknya. Namun di negeri sendiri telah mampu menyediakan suku cadang (*spare part*) dari jenis motor tertentu yang diproduksi dan dihasilkan sendiri dengan lisensi dari negara produk asal yang membuat produk tersebut. Hal ini banyak memberi keuntungan tersendiri bagi negara karena akan terjadi peningkatan di bidang ekonomi dan peningkatan lapangan

kerja. Hal ini juga terjadi pada produk coran yang menggunakan bahan aluminium. Paduan aluminium untuk produk coran yang utama adalah paduan Al-Si. Hal ini disebabkan sifat mampu corannya yang baik, terutama fluiditasnya yang tinggi. Fluiditas yang tinggi memungkinkan pengecoran benda kerja yang berbentuk rumit tetap mudah dilakukan. Sifat lain pada paduan Al-Si yang menonjol adalah ketahanannya terhadap korosi, mampu lasnya baik dan keberadaan Si mampu mengurangi koefisien panas paduan. Produk coran paduan Al-Si dapat ditingkatkan kekuatannya dengan penambahan paduan lainnya, misalnya unsur Cu. Penambahan unsur Cu pada paduan Al-Si disamping meningkatkan kekuatannya juga meningkatkan mampu dikerjakan dengan mesin. Tetapi perlu diingat penambahan paduan unsur Cu akan menurunkan fluiditas, ketahanan korosi dan keuletannya. Pada perlakuan panas (*heat treatment*), penambahan paduan unsur Cu akan memberikan penguatan yang lebih besar.

Paduan aluminium-tembaga kekuatan dan kekerasannya masih dapat ditingkatkan dengan proses perlakuan panas. Perlakuan panas ini dapat diterapkan pada paduan yang mempunyai kelarutan padat yang menurun dengan turunnya temperatur. Pada perlakuan panas ini penguatan diperoleh karena struktur mikro diubah sehingga endapan fasa kedua berukuran kecil dan tersebar merata pada matriks. Struktur mikro yang demikian lebih mampu menahan pergerakan dislokasi. Cara ini banyak sekali keuntungannya karena kekuatan yang diperlukan dapat dihasilkan dari tahapan produksi yang paling cocok. Selain itu, komponen sebelum digunakan telah bebas tegangan.

Maksud dari penelitian ini adalah membuat *ring absorb breaker* (RAB) dari acuan Honda dengan paduan Al-Si-Cu dengan variasi Cu (2.32%, 3.83% dan 4.85%) namun ada persamaan sifat mekanik dengan ring absorb breaker Honda dan bisa berguna bagi produksi home industri di daerah.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

- 1) Menganalisis pengaruh persen Cu hasil skrap daur ulang setelah perlakuan panas terhadap sifat mekaniknya
- 2) Melakukan pembuatan ulang sistem bahan baku RAB home industri yang memenuhi spesifikasi standar industri

II. BAHAN DAN METODE

Terdapat bermacam-macam cara perlakuan panas yang dapat dipergunakan untuk menguatkan sifat mekanik paduan. Untuk logam yang tidak mengalami perubahan fasa dengan berubahnya temperatur dan mempunyai kelarutan padat yang berkurang dengan turunnya temperatur, umumnya dapat dilakukan dengan cara perlakuan panas presipitasi. Paduan Al-Si-Cu termasuk paduan yang dapat diperkuat dengan laku panas presipitasi. Pada laku panas ini paduan akan mengalami 3 tahap perlakuan, yaitu: perlakuan panas pelarutan (*solution treatment*), pendinginan cepat (*quenching*) dan penuaan (*aging*).

Struktur-mikro akibat perlakuan panas ini diharapkan berupa fasa ke dua berukuran kecil yang tersebar merata. Struktur-mikro yang demikian menyebabkan dislokasi yang bergerak mendapatkan hambatan yang lebih besar. Hambatan ini menyebabkan sifat

mekanik pada paduan akan meningkat.
Peralatan

- Tungku krusible (crucible furnace)
- Tungku muffle (muffle furnace)
- Mesin uji impact charpy
- Mesin uji kekerasan

Bahan Baku

- Aluminium lembek (dari panci dan kaleng minuman) yang mempunyai kandungan Al sebesar 98.78%.
- Aluminium keras (dari sepatu rem sepeda motor) yang mempunyai kandungan Al 84,42% dan Si 10,30%
- Tembaga (Cu dari kabel)

Tahapan dalam persiapan untuk melakukan penelitian yaitu pembuatan ingot yang bahan bakunya berasal dari sepatu rem yang dilebur, kemudian dibuat sampel ingot untuk diuji komposisi kimia dengan spektrometer yang selanjutnya pembuatan sampel yang sesuai dengan standar JIS ADC12, dengan memvariasi kandungan Cu dari mulai 2.38%; 3.83% dan 4.85% untuk uji kekerasan, struktur mikro dan uji impak sebagai pembahasan.

Agar percobaan berjalan dengan lancar dan sesuai dengan harapan, terlebih dulu dilakukan persiapan-persiapan yang meliputi tahapan sebagai berikut: persiapan bahan baku, cetakan untuk membuat spesimen, permesinan untuk membuat spesimen uji impak. Adapun prosedur percobannya dapat dilihat pada Gambar III.1. Dalam penelitian ini, dilakukan variasi persen Cu (2.38%; 3.83% dan 4.85%) dan dilakukan penuaan pada temperatur 2200C setelah dilaku panas dengan temperatur 5400 °C selama 30 menit.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data dan hasil percobaan yang diperoleh, maka akan dibahas beberapa hal yang berkaitan dengan proses perlakuan panas presipitasi pada paduan Al-9%Si dengan variasi Cu (2.32%; 3.83% dan 4.85%) dari hasil coran.

Hasil pemeriksaan komposisi kimia untuk tiap-tiap bahan penelitian yang dilakukan berasal dari spesifikasi JIS ADC 12, scrap dan paduan spesimen yang telah divariasikan kandungan Cu-nya, dapat dilihat pada Tabel 1 Peralatan pengujian komposisi kimia dilakukan dengan menggunakan spektrometer yang dilakukan di Politeknik Manufaktur Bandung (POLMAN) dan di PT. GLOBAL METALINDO ASIA, Bandung.

Tabel 1. Komposisi kimia hasil percobaan

Komposisi	Sampel				
	A	B	C	ADC12	Skrap
Al	84,7	83,7	81,8	Sisa	84,4
Cu	2,3	3,8	4,8	1.5-3.5	2,1
Si	9,8	9,1	9,4	06/09/12	9,8
Mg	0,2	0,1	0,1	0,3	0,2
Zn	1,8	1,8	1,8	1	1,9
Fe	1	0,9	1	0,9	1,1
Mn	0,2	0,2	0,2	0,5	0,2
Ni	0,1	0,1	0,1	0,5	0,1
Ti	0	0	0	0,3	0
Pb	0,1	0,1	0,1	-	0,1
Sn	0	0	0	-	0
Cr	-	-	-	-	-
V	-	-	-	-	-
Cd	-	-	-	-	-

Penggunaan RAB banyak diaplikasikan pada produk yang ditujukan untuk meredam beban dinamis. Salah satu penggunaan RAB yang mudah ditemukan pada Honda. Dengan beban yang dinamis, maka produk RAB harus memiliki karakteristik yang khusus sedemikian, sehingga tidak mudah mengalami kegagalan fungsi. Untuk menjaga kualitas dan keamanan pengguna, maka karakteristik RAB distandarkan berdasarkan dengan sifat-sifat paduan ADC 12.

Dengan persaingan dan penggunaan RAB yang semakin tinggi maka karakteristik paduan perlu dilakukan peningkatan kualitas. Produk RAB juga telah banyak dikembangkan dalam skala kecil yang terutama bahan bakunya berasal dari skrap. Produksi dalam skala kecil ini juga perlu dilakukan perbaikan operasi, desain dan paduan sedemikian sehingga dapat mendekati atau melebihi produk industri Honda dalam karakteristiknya.

Proses perlakuan panas presipitasi menimbulkan perubahan struktu mikro paduan. Perubahan struktur mikro terjadi bilaman unsur yang dimaksudkan terlarut dalam satu fasa. Berdasarkan unsur paduan, maka unsur Si ataupun unsur lainnya tidak mengalami perubahan sewaktu dilaku panas. Hal ini disebabkan kandungan unsur Si-nya melebihi batas kelarutan maksimumnya dalam paduan Al-Cu. Fasa logam intermetallik beta (β)

yang terbentuk selama pembekuan juga tidak mengalami perubahan karena memiliki titik cair yang tinggi. Fasa logam intermetallik terbentuk karena adanya interaksi unsur Si, Fe dan Al menjadi Al_5FeSi .

Berdasarkan tiap-tiap kandungan Cu pada penelitian ini masih dibawah batas kelarutan maksimum unsur Cu pada Al, sehingga dengan adanya kenaikan temperatur akan terjadi homogenisasi. Homogenisasi paduan dilakukan pada temperatur 540° selama 30 menit. Kondisi tersebut adalah temperatur dan waktu yang cukup untuk menghilangkan segregasi hasil pembekuan tidak seragam dan melarutkan teta (θ) menjadi α -Al. Dengan pendinginan kejut melalui media air pada paduan, akan terjadi kekosongan yang menyebabkan fasa α menjadi fasa α jenuh. Distribusi dan morfologi akan berubah bilamana dilakukan penuaan. Perubahan fasa bergantung pada komposisi dan temperatur penuaan yang dilakukan. Pada kondisi penelitian ini, fasa-fasa yang terbentuk selama penuaan adalah θ'' , θ' dan θ pada matriks α -Al.

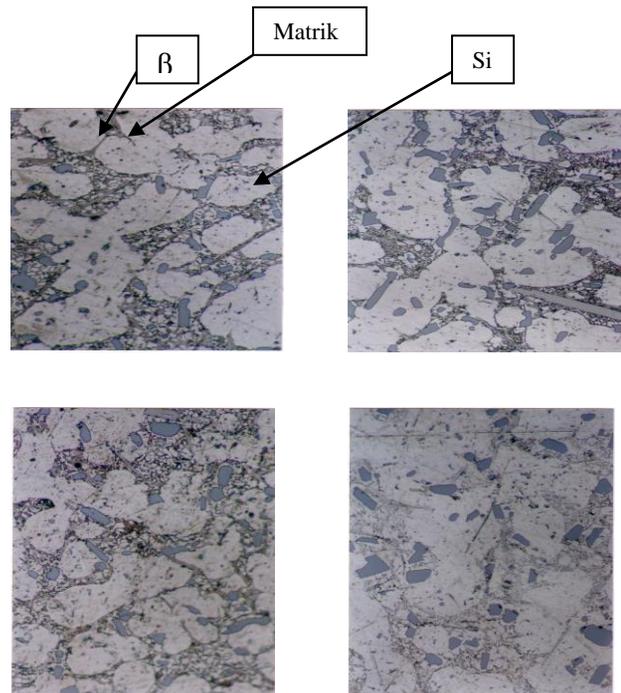
Secara umum penguatan berkaitan dengan penguatan oleh fasa matriks dan penguatan oleh presipitasi halus. Pengamatan penguatan as-cast pada penelitian lebih dominan diakibatkan oleh fasa matriks karena presipitasi relatif belum terbentuk. Proses perlakuan panas presipitasi menimbulkan perubahan struktur mikro presipitat yakni morfologi θ pada paduan. Perubahan morfologi endapan inilah yang menyebabkan sifat mekanik terutama kekerasan lebih tinggi dibandingkan dengan as-cast.

Perubahan morfologi pengendap terjadi dalam paduan mengakibatkan perubahan sifat mekanik. Morfologi endapan dapat membentuk sifat kekerasan karena adanya interaksi presipitasi (yakni penguat θ) dengan matriks (yakni α -Al). Kehilangan koherensi presipitat akan semakin cepat dengan meningkatnya kandungan Cu selama penuaan dilakukan. Pada saat dimana perubahan koheren menjadi semi koherensi merupakan titik puncak kekerasan yang dapat dicapai oleh paduan.

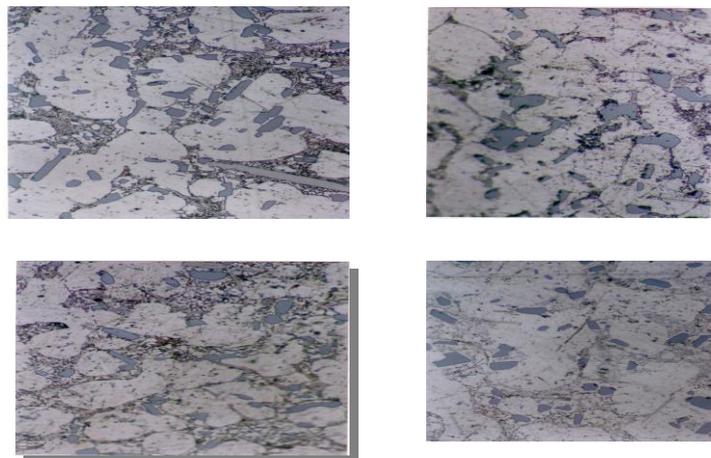
Kekerasan yang makin tinggi karena hubungan keseragaman kristalografi antara endapan dengan matriks juga berdampak besar terhadap ketangguhan material tersebut. Hubungan antara kekerasan dan energi impact secara umum adalah berbanding terbalik. Jadi, bila kekerasan minimum maka harga energi impactnya akan maksimum untuk tiap-tiap paduan dengan unsur Cu yang berbeda pada temperatur yang sama.

Berdasarkan hasil percobaan memberikan informasi, bahwa semakin tinggi kandungan Cu akan meningkatkan kekerasan dan menurunkan energi impact. Hal ini dikarenakan pada waktu 30 menit, untuk kandungan Cu yang semakin tinggi akan menghasilkan halangan dislokasi yang paling maksimum. Halangan dislokasi maksimum karena jumlah pengendap θ yang banyak dimana jarak antara partikel yang dekat dan terdispersi merata sehingga memberikan halangan dislokasi yang paling maksimum.

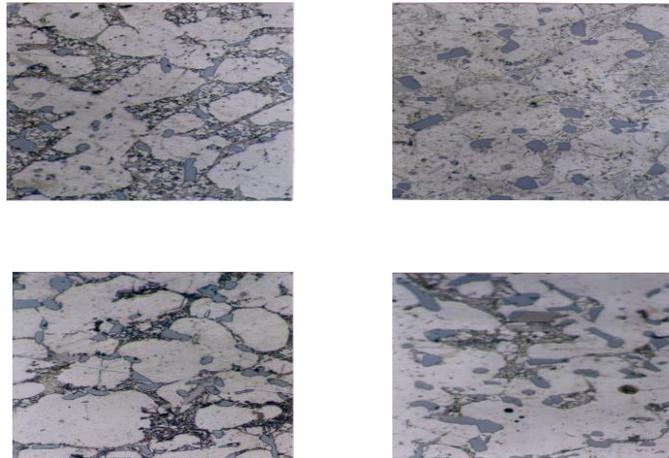
Sedangkan untuk waktu penuaan hingga 60 menit yang merupakan waktu *overaging* untuk paduan, maka kandungan Cu yang semakin tinggi akan memperlunak material dan meningkatkan harga energi impactnya. Hal ini dikarenakan pada waktu penuaan 60 menit, partikel presipitat mengalami pertumbuhan semakin besar dengan jumlah banyak yang akan memudahkan perubahan sifat mekaniknya.



Gambar 1. Struktur mikro kandungan Cu 2.38% dengan waktu 10, 30 , 45 dan 60 menit



Gambar 2. Struktur mikro kandungan Cu 4.85% dengan waktu 10, 30 , 45 dan 60 menit



Gambar 3. Struktur mikro kandungan Cu 3.83% dengan waktu 10, 30 , 45 dan 60 menit

Tabel 2 Hasil uji kekerasan

Sampel	Waktu (menit)	Kekerasan (HVN)	Kekerasan (HBN)
2.32% Cu	10	150,2	143
	30	170,6	162
	45	153,8	145
	60	138,5	131
3.83% Cu	10	151,2	143
	30	179,6	170
	45	177,5	169
	60	137,5	131
4.85% Cu	10	161,9	152
	30	191,2	184
	45	130,8	124
	60	99,1	95

Table 3 Hasil uji impak

Sampel	Waktu (Menit)	Energi Impak (Joule)
2.32% Cu	10	45,05
	30	43,3
	45	45
	60	46,78
3.83% Cu	10	45,05
	30	43,3
	45	43,4
	60	44,17
4.85% Cu	10	43,3
	30	41,55
	45	50,1
	60	44,17

IV. KESIMPULAN

Dari hasil percobaan yang dilakukan dan pembahasan pada bab sebelumnya, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1) Perubahan sifat mekanik terutama kekerasan pada paduan Al-Si 9% dengan variasi Cu (2.32%, 3.83% dan 4.85%) hasil coran dapat dilakukan dengan cara perlakuan panas presipitasi.
- 2) Hasil kekerasan dari pengujian kekerasan setelah di aging selama 10, 30, 45 dan 60 menit dengan kandungan Cu 2.38% adalah 150.2 HVN, 170.6 HVN, 153.8 HVN dan 138.5 HVN, kandungan Cu 3.83% adalah 151.2 HVN, 179.6 HVN, 177.5 HVN dan 137.5 HVN dan kandungan Cu 4.85% adalah 161.9 HVN, 191.20HVN, 130.8 HVN dan 99.1 HVN.
- 3) Hasil harga energi impak setelah di aging selama 10, 30, 45 dan 60 menit dengan kandungan Cu 2.38% adalah 45.05 J, 43.3 J, 45 J dan 46.78 J, kandungan Cu 3.83% adalah 45.05 J, 43.3 J, 43.4 J dan 44.17 J dan kandungan Cu 4.85% adalah 43.3 J, 41.55 J, 50.1 J dan 44.17 J.
- 4) Waktu pencapaian kekerasan maksimum dan harga energi impak minimum sama yaitu selama 30 menit.
- 5) Perlakuan panas untuk paduan tidak merubah morfologi fasa logam intermetalik

silikon eutektik tetapi lebih cenderung menghilangkan segregasi dan hubungan kisi endapan Cu terhadap Al dengan matriks.

DAFTAR PUSTAKA

1. R.E Smallman dan R.J. Bishop (2000),” Metalurgi Fisika Modern dan Rekayasa Modern, PT. Gelora Aksara pratama, Erlangga, Jakarta.
2. I. davies. J.R, (1993), ASM, Aluminium and Aluminium Alloys, ASM, Speciality Hand Book.
3. Basuki E.A. (2004), Metallurgi Fisika, Option Metalurgi Departemen Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
4. Basuki E.A. (2004), Metallurgi Fisika Lanjut, Option Metalurgi Departemen Teknik Pertambangan ITB, Bandung.
5. Porter D.A. (1981) ,” Phase Tranformation in Metals and Alloys”, T.J Press Ltd. Padstow,Cornwall
6. L.F. Mondolfo (1976),” Aluminium Alloys, structure and Properties”, Buther Worths, London-Boston.
7. Metals Handbook, desk Edition, ASM, Metals Park, Ohio 44073.
8. Metals Handbook, Atlas of microstructures of Industrial Alloys, ASM, Volume 7.
9. Polmear I.J (1989),” Light Alloys”, 2 edition, Melbourne.