

PENGUJIAN KEKERASAN DAN KOMPOSISI KIMIA PRODUK COR PROPELER ALUMINIUM

Hera Setiawan

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Kampus Gondang Manis, Po. Box. 53 Bae Kudus

*Email: herasetiawan6969@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kekerasan dan komposisi kimia propeler kapal nelayan tiga sudu dengan material aluminium produk dari Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) logam di Juana Pati. Proses peleburan logam aluminium dengan dapur crucible menggunakan bahan bakar minyak dan pengecoran dilakukan dengan teknik pasir cetak (sand casting). Pengujian spectrometer digunakan untuk mengetahui komposisi kimia material aluminium. Pengujian kekerasan digunakan metode Rockwell dengan indenter bola baja diameter 1/16 inchi dengan beban mayor 100 kg (HRB). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa material merupakan aluminium dengan kekerasan 60,5 HRB.

Kata kunci: aluminium, propeler, kekerasan, spectrometer.

1. PENDAHULUAN

Aluminium merupakan logam yang lunak dengan tampilan menarik, ringan, tahan korosi, mempunyai daya hantar panas dan daya hantar listrik yang relatif tinggi, dan mudah dibentuk serta cadangannya dikerak bumi melimpah melebihi cadangan besi (Fe). Aluminium murni mempunyai kekuatan dan sifat mekanis yang rendah. Kekuatan aluminium murni tidak dapat ditingkatkan secara langsung dengan proses perlakuan panas (*heat treatment, age hardening*) (TALAT Lecture 2202, 1994 ; Surdia dan Saito, 1995 ; Callister, 2000; Brown, 2001).

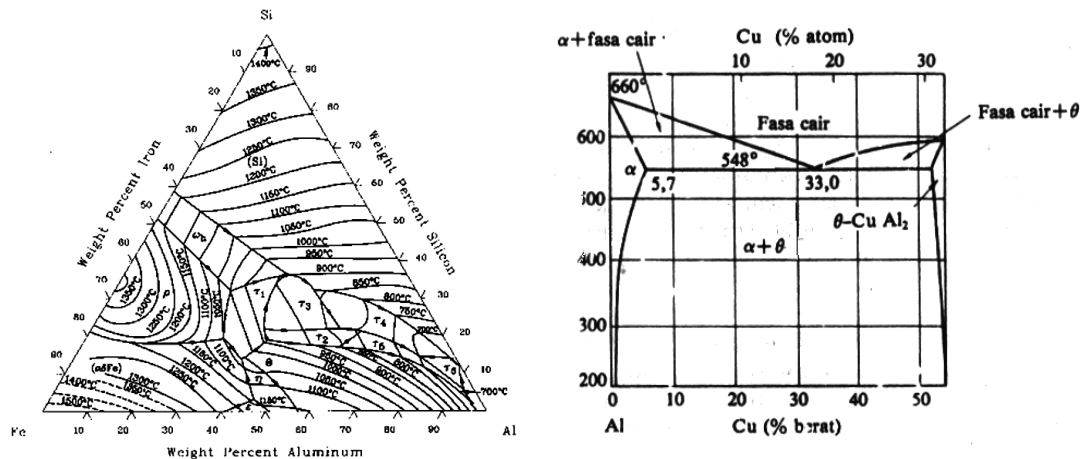
Salah satu usaha untuk meningkatkan kekuatan aluminium murni adalah dengan proses pengerjaan dingin (*cold working*) berupa pengerasan regang. Tetapi cara ini kurang memuaskan bila tujuan utama adalah untuk menaikkan kekuatan. Pada perkembangan selanjutnya, peningkatan nyata dari aluminium dapat dicapai dengan penambahan unsur-unsur paduan kedalam aluminium. Unsur paduan tersebut dapat berupa tembaga (Cu), mangan (Mn), silikon (Si), magnesium (Mg), seng (Zn) dan lain-lain. Kekuatan aluminium paduan ini dapat dinaikkan lagi dengan pengerasan regang atau perlakuan panas. Sifat-sifat lainnya seperti mampu cor dan mampu mesin juga bertambah baik, akan tetapi teknik ini menurunkan ketahanan korosi, kontrol kehomogenan komposisi yang sulit, harga menjadi mahal dan peningkatan biaya daur ulang (TALAT Lecture 2202, 1994 ; Surdia dan Saito, 1995 ; Callister, 2000).

Paduan aluminium diklasifikasikan dalam berbagai standar oleh beberapa negara. Secara umum paduan aluminium diklasifikasikan menjadi dua kelompok yaitu paduan aluminium tuang/cor (*cast aluminium alloy*) dan paduan aluminium tempa (*wrought aluminium alloy*). Setiap kelompok tersebut dibagi lagi menjadi dua kategori, yaitu paduan dengan perlakuan panas (*heat treatable alloy*) dan paduan tanpa perlakuan panas (*non heat treatable alloy*) (TALAT Lecture 2202, 1994 ; Surdia dan Saito, 1995 ; Callister, 2000 ; Mondolfo, 1976).

Produk-produk aluminium dihasilkan melalui proses pengecoran (*casting*) dan pembentukan (*forming*). Aluminium hasil pengecoran banyak dijumpai pada peralatan rumah tangga dan komponen otomotif misalnya velg (*cast wheel*), piston, blok mesin dan lain sebagainya. Aluminium hasil pembentukan diperoleh melalui tempa, rol dan ekstrusi, misalnya aluminium profil dan plat yang banyak digunakan dalam konstruksi (Mondolfo, 1976).

Aluminium melalui proses pengecoran dikelompokkan menjadi pengecoran dengan cetakan non-permanen dan permanen (*die casting*). Pengecoran non-permanen disamping menggunakan cetakan keramik, secara umum menggunakan cetakan pasir (*sand casting*). Pada pengecoran cetakan pasir, proses dan peralatannya sederhana dan biaya rendah, namun hasil dari pengecoran ini masih banyak ditemukan cacat porositas dan penyusutan serta permukaan yang kasar sehingga diperlukan proses permesinan. Pengecoran cetakan permanen, cetakan menggunakan bahan dari

logam. Hasil pengecoran ini relatif lebih unggul, mampu membuat coran dengan ketebalan minimum, permukaan yang lebih halus, tetapi memerlukan peralatan yang kompleks dan biaya yang lebih tinggi. Pengecoran dengan cetakan logam dapat dilakukan dengan metode tuang, pengecoran dengan tekanan tinggi, pengecoran dengan tekanan rendah, pengecoran sentrifugal, dan pengecoran *squeeze*.



Gambar 1. Diagram fase terner Al-Si-Fe dan diagram fase biner Al-Cu (ASM 1994)

Industri pengecoran logam tumbuh seiring dengan perkembangan teknik dan metode pengecoran, serta berbagai model produk cor yang membanjiri pasar domestik. Produk cor banyak kita jumpai mulai dari perabotan rumah tangga, komponen otomotif, pompa air sampai propeler kapal. Media cetakan juga tidak hanya dari pasir cetak yang selama ini pakai oleh UMKM, namun telah berkembang media cetakan dengan keramik serta logam dengan penekanan/pressing (*squeeze casting*).

Sentra-sentra industri pengecoran Usaha Mikro Kecil dan Menengah (UMKM) banyak tersebar di Propinsi Jawa Tengah seperti Ceper Klaten, Juwana Pati, Tegal dan Surakarta. Salah satu sentra industri logam khususnya pengecoran adalah Kecamatan Juwana di Kabupaten Pati Jawa Tengah. Tidak kurang dari 12 pengrajin dalam skala UMKM menekuni pekerjaan pengecoran logam dari bahan aluminium maupun kuningan. Beberapa industri menengah dengan produk yang cukup kompleks yaitu : UMKM Citra Widi Mandiri, Timbulindo Gear, Yamusu, Indogas Maju Saputra, Barokah Jaya Abadi dan KTM. Salah satu produk yang dibuat dan telah dipasarkan untuk industri galangan kapal nasional adalah baling-baling kapal/propeler. UMKM pengecoran logam ini juga telah menjalin kemitraan dengan PT. National Gobel, Panasonic, Pindad Material, PT. Pura Box dan PT. Galangan Kapal (Disperindag Pati, 2008).



Gambar 2. Produk propeler untuk kapal nelayan dari UMKM – Juwana

Propeler yang merupakan salah satu komponen sistem penggerak kapal sangat menentukan keberhasilan rancang bangun kapal. Kualitas produk cor propeler sangat ditentukan oleh keunggulan sifat mekanisnya, hal ini masih dikeluhkan oleh UMKM dan konsumen pengguna produk propeler. Upaya memperbaiki sifat mekanis tersebut selain dari pemilihan bahan baku (*raw material*) dan pengaturan komposisi paduan, juga sangat ditentukan oleh proses dan teknik

pengecoran yang akan mempengaruhi bentuk mikrostruktur logam cor. Sebagaimana diketahui sebelum proses pembekuan akan didahului oleh proses pengintian untuk selanjutnya terbentuk butir (*cristal*) dengan batas butir (*grain boundary*).

Produk cor seperti propeler kapal dan sudu-sudu turbin sangat membutuhkan orientasi butir searah sehingga mampu menahan beban aksial dan memiliki kekuatan mulur yang tinggi serta tahan terhadap beban berulang atau retak fatik.

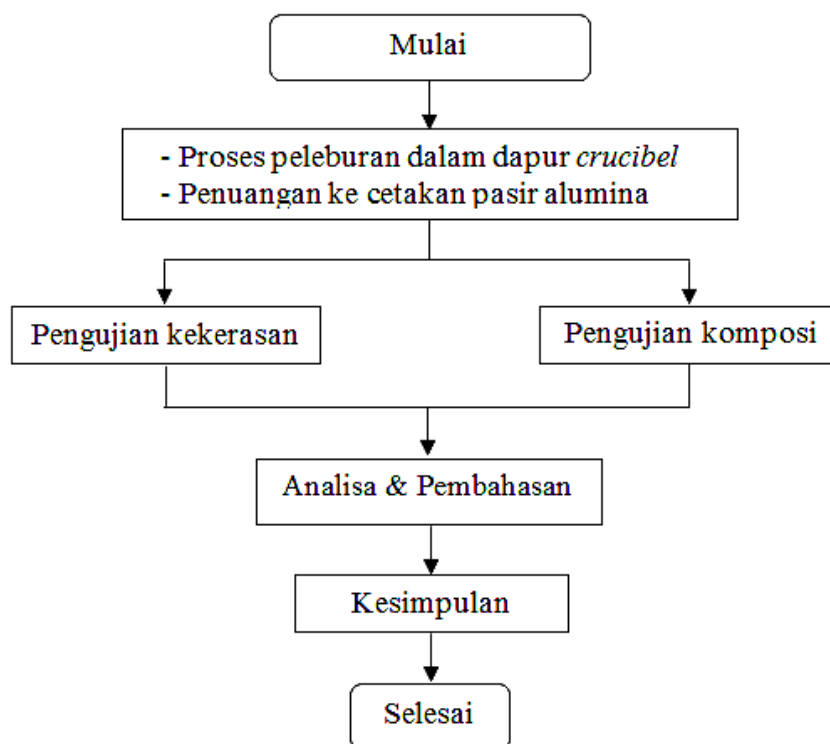
Permintaan pasar akan produk logam cor yang prospektif dan luas ini, kurang di imbangi dengan peningkatan kualitas produk. Ironisnya walaupun banyak industri cor di tanah air, produk logam cor dari pengrajin lokal masih kalah bersaing dengan produk impor baik dari sisi kualitas dan harga. Hal ini merupakan tantangan yang harus segera dibenahi, agar industri kita dapat bersaing dipasar domestik maupun luar negeri.

Upaya meningkatkan kualitas produk menjadi prioritas utama dalam upaya meningkatkan daya saing produk di pasar domestik maupun global. Produk yang berkualitas tentu dihasilkan dari pemilihan bahan baku yang baik, penguasaan teknik produksi, serta pengujian kualitas yang melekat.

Penelitian ini merupakan penelitian pendahuluan untuk mengetahui kualitas atau sifat-sifat material yang dimiliki material yang selanjutnya sangat diperlukan untuk menentukan metode peningkatan kualitas dari produk tersebut. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian kekerasan dan pengujian komposisi material aluminium propeler kapal nelayan.

2. METODE PENELITIAN

Diagram alir dari penelitian ini dapat dilihat pada gambar 3 dibawah.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Pengujian komposisi logam digunakan untuk mengetahui kandungan unsur yang terdapat dalam logam dasar tersebut. Pengujian komposisi logam dilakukan dengan mesin *spectrometer* yang ada di UPT Logam Kuningan Juana Pati.

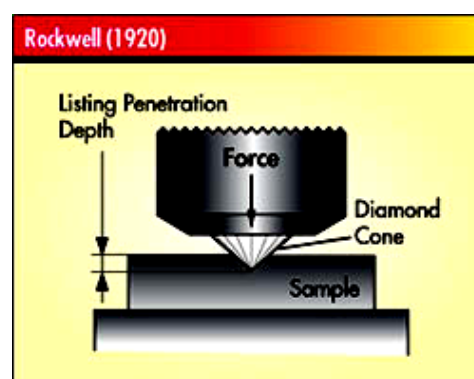
Ketahanan bahan terhadap indentasi secara kualitatif menunjukkan kekuatannya. Skala yang lazim dalam pengujian kekerasan antara lain skala Brinell, Vickers, Rockwell dan Knop. Metode Rockwell merupakan metode yang paling umum digunakan karena sederhana dan tidak

memerlukan keahlian khusus, biasa digunakan untuk bahan paduan logam (*metal alloys*) dan *polymer* mulai dari bahan yang lunak sampai keras. Digunakan variasi *indenter* kerucut intan (*conical diamond*) dan bola baja yang dikeraskan (*spherical and hardened steel balls*) dan variasi beban sesuai dengan kekerasan bahan seperti terlihat pada gambar 4 dibawah (Callister, 2000).

Test	Indenter	Shape of Indentation		Load	Formula for Hardness Number ^a
		Side View	Top View		
Brinell	10-mm sphere of steel or tungsten carbide			P	$HB = \frac{2P}{\pi D [D - \sqrt{D^2 - d^2}]}$
Vickers microhardness	Diamond pyramid			P	$HV = 1.854P/d_1^2$
Knoop microhardness	Diamond pyramid			P	$HK = 14.2P/l^2$
Rockwell and Superficial Rockwell	{ Diamond cone 1/16, 1/8, 1/4 in. diameter steel spheres	 	 	60 kg } Rockwell 100 kg } 150 kg } 15 kg } Superficial Rockwell 30 kg } 45 kg }	

Gambar 4. Teknik pengujian kekerasan (Callister, 2000)

Pengujian kekerasan dengan metode Rockwell bertujuan menentukan kekerasan suatu material dalam bentuk daya tahan material terhadap benda uji (spesimen) yang berupa bola baja ataupun kerucut intan yang ditekan pada permukaan material uji tersebut. Pengukurannya dapat dilakukan dengan bantuan sebuah kerucut intan dengan sudut puncak 120° dan ujungnya yang dibulatkan sebagai benda pendesak (*indenter*) seperti terlihat pada gambar 5 diatas. Prinsip pengujian pada metoda Rockwell adalah dengan menekan penetrator ke dalam benda kerja dengan pembebanan, dan kedalaman indentasi akan memberikan harga kekerasan yaitu perbedaan kedalaman indentasi yang didapatkan dari beban mayor dan minor (Callister, 2000). Pada penelitian ini digunakan metode Rockwell dengan indenter bola baja diameter 1/16 inchi dengan beban mayor 100 kg (HRB).



Gambar 5. Metode pengujian kekerasan dan skala kekerasan Rockwell (Callister, 2000)

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Proses pengecoran

Proses peleburan logam kuning menggunakan dapur *crucible* dengan bahan bakar minyak dan pengecoran dengan pasir cetak (*sand casting*) seperti terlihat pada gambar 6.



Gambar 6. Peleburan logam dan pengecoran dengan pasir cetak

Produk cor yang akan diuji adalah propeler kapal nelayan tiga sudu dengan pola cetakan dari logam dan bingkai cetakan (*frame*) dari kayu nangka seperti terlihat pada gambar 7 dibawah.



Gambar 7. Pola cetakan logam dan produk cor propeler kapal tiga sudu

3.2 Komposisi kimia

Tabel 1 dibawah menunjukkan komposisi kimia material alumunium yang digunakan pada penelitian ini, seperti yang biasa digunakan pada UMKM atau industri pengecoran logam yang ada di Juwana.



Gambar 8. Spectrometer

Tabel 1. Komposisi kimia alumunium

No.	Komposisi (%)																
	Al	Si	Fe	Cu	Mn	Mg	Cr	Ni	Zn	Sn	Ti	Pb	Be	Ca	Sr	V	Zr
1	74,3800	1,8600	0,3550	11,2000	0,7300	0,7460	0,9770	0,1010	3,6900	0,8370	0,2540	4,4500	0,0000	0,0872	0,0000	0,0000	0,3230
2	68,0200	3,2800	0,9800	12,2000	1,3900	0,0000	0,0312	0,0005	0,0049	4,4700	0,2430	9,2500	0,0000	0,0416	0,0000	0,1990	0,0000
Mean	71,2000	2,5700	0,6675	11,7000	1,0600	0,3730	0,5041	0,0508	1,8475	2,6535	0,2485	6,8500	0,0000	0,0644	0,0000	0,0995	0,1615

Dari tabel 1 diatas terlihat bahwa material mengandung komposisi rata-rata kimia Al = 71,2 %, Cu = 11,7 %, Si = 2,57 %, Fe = 0,67 %.

3.3 Pengujian kekerasan

Hasil pengujian kekerasan adalah seperti pada tabel 2 dibawah.

Tabel 2. Kekerasan rata-rata material

No.	Kekerasan (HRB)	Rata-rata	Std. Deviasi
1	59	60,5	1,3038
2	61,5		
3	62		
4	59,5		
5	59,5		
6	61,5		

Dari tabel 3 diatas terlihat bahwa kekerasan rata-rata alumunium adalah 60,5 HRB.

4. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilaksanakan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Material yang digunakan adalah material alumunium daur ulang dengan kandungan mayor : Al, Cu, Si, Fe, Pb, dan material lain.
2. Kekerasan rata-rata material adalah 60,5 HRB.
3. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang teknik dan metode pada pengecoran propeler, sehingga dapat meningkatkan kualitas dan daya saing produk.

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Hand Book Volume 3, 1994,"Alloy Phase Diagrams"
- Brown, JR. (2001). *Foseco Non-Ferrous Foundryman's Handbook*, Eleveth Edition, Oxford: Butterworth-Heinemann.
- Callister Jr.,W.D., 2000," Fundamentals of Materials Science and Engineering", Interactive e Text, John Wiley & Sons, Fifth Edition, pp. 177 – 181.
- Disperindag Pati, 2008., "Profil Usaha Industri Kecil Menengah Perlogaman", Pati.
- Mondolfo, L.F., 1976, "Aluminium Alloys: Structure and Properties", Butterworths, London
- Surdia, T dan Saito, S., 1992, " Pengetahuan bahan teknik", P.T. Pradnya Paramitha, Jakarta, pp. 135.
- TALAT Lecture 2202, 1994, "Structural Aluminium Materials", European Aluminium Association – EAA, pp. 3, 4.