

**KARAKTERISTIK HASIL PENGECORAN *PROPELLER KAPAL NELAYAN*
BERBAHAN DASAR PADUAN ALUMINIUM DENGAN PENAMBAHAN
*CUPRUM (CU) DAN MAGNESIUM (MG)***

Dwisetiono¹, Raga Nyangsang²

Program Studi Teknik Sistem Perkapalan, Universitas Hang Tuah Surabaya
Korespondensi: dwisetiono@hangtuah.ac.id

Abstrak: Pembuatan *propeller* pada industri kecil banyak memanfaatkan bahan dasar *aluminium*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik paduan aluminium jika diberi tambahan unsur tembaga (Cu) dan magnesium (Mg) dengan beberapa macam komposisi. Dari hasil pengecoran paduan tersebut dilakukan pengujian mekanis yang meliputi uji kekerasan, uji tarik dan uji impak. Selain ketiga uji mekanis tersebut juga dilakukan pengamatan metalografi baik secara makro maupun mikro. Dari hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa pengaruh penambahan unsur Magnesium dan Cuprum terhadap sifat mekanik propeler dari paduan Alumunium adalah meningkatnya kekerasan propeler, menurunnya kekuatan tarik dan keuletan propeler sehingga karakteristiknya adalah lebih tahan terhadap gesekan tetapi lebih mudah patah akibat benturan dan puntiran.

Kata kunci: Paduan Aluminium, Tembaga, Magnesium, *Propeller*.

PENDAHULUAN

Permintaan pasar akan produk logam cor yang prospektif dan luas, salah satunya adalah produk propeler kapal, kurang diimbangi dengan peningkatan kualitas produk. 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 (Setiawan, 2013)

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). Dilihat dari konduktivitas thermalnya adalah antara 50-60 % dari tembaga, bersifat *nonmagnetic* dan tidak beracun (Surdia.T., dan Saito, S., 1995).

Tembaga atau *cuprum* dalam tabel periodik memiliki lambang Cu dan nomor atom 29. Unsur ini memiliki ketahanan terhadap lingkungan yang korosif. Unsur tembaga aluminium akan meningkatkan kekerasannya dan keuatannya karena tembaga bisa memperhalus struktur butir dan akan mempunyai kualitas pengerjaan mesin yang baik, mampu tempa, keuletan yang baik dan mudah dibentuk.

Magnesium merupakan logam yang paling ringan diantara logam-logam industri lainnya. Sifat-sifat mekanik magnesium tidak kurang dibandingkan dengan aluminium. Magnesium memiliki keuntungan untuk menambahkan kekuatan dan daya lentur, memudahkan proses pemotongan, efektif untuk proses rekristalisasi. logam magnesium dengan kemurnian yang biasa akan cepat rusak apabila tercelup dalam air laut atau air garam, oleh karena itu perlu adanya

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

kombinasi sehingga bisa berpengaruh untuk peningkatan kualitas dalam pembuatan baling-baling kapal ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik bahan *propeller* dengan paduan aluminium dengan *cuprum* dan *magnesium* melalui pengujian mekanik, terutama untuk karakteristik kekuatan mekanik dari bahan tersebut berupa uji kekerasan, impak, tarik, dan struktur mikro dalam bahan pembuatan *propeller*.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan membuat spesimen pengujian yaitu dengan proses pengecoran dan *machining* paduan logam dengan berbagai komposisi yaitu:

Komposisi I : 80% Al – 10% Cu – 10% Mg

Komposisi II : 70% Al – 20% Cu – 10% Mg

Komposisi III : 70% Al – 10% Cu – 20% Mg

Masing-masing komposisi dibuat sesuai dengan standar spesimen pengujinya.

Pengujian yang dilakukan meliputi:

- Uji Kekerasan
- Uji Tarik
- Uji Impak
- Pengamatan metalografi yang terdiri dari pengamatan makrografi dan pengamatan mikrografi.

Dari hasil pengujian akan dibandingkan masing-masing komposisi, lalu dilakukan analisa mengenai hasil pengujian dan pengaruh unsur paduan terhadap sifat-sifat mekanis yang diamati.

1. Uji kekerasan

Uji kekerasan dilakukan untuk mengetahui nilai kekerasan dari material.

Uji kekerasan (*hardness test*) dilakukan dengan metode pengujian brinell berdasarkan standar pengujian ASTM E-10 dengan menggunakan alat Equotip 2 Hardness.

Material dibuat dengan dimensi sebagai berikut:

- Panjang : 20 mm
- Lebar : 20 mm
- Tebal : 10 mm



Gambar 1. Spesimen Uji Kekeraan

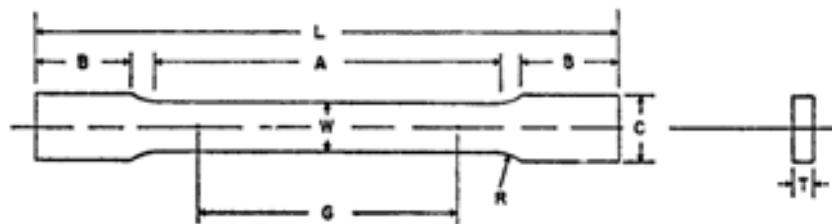
2. Uji Tarik

Uji Tarik dilakukan untuk mengetahui tegangan tarik maksimal (*ultimate tensile strength*), tegangan luluh (*yield strength*) dan tegangan tarik *fracture*-nya, serta untuk mengetahui harga regangan material tersebut.

Uji tarik dilakukan dengan menggunakan standart ASTM B-557.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019



Gambar 2. Spesimen Uji Tarik

Keterangan :

- *Gage length (G)* : 50 mm
- *Width (W)* : 12,5 mm
- *Thickness (T)* : 6,5 mm
- *Radius of fillet (R)* : 12,5 mm
- *Overall length (L)* : 200 mm
- *Length reduced section (A)* : 57 mm
- *Length of grip Section (B)* : 50 mm
- *Width of grip section (C)* : 20 mm

Untuk menghitung tegangan (σ) pada benda uji dengan persamaan berikut :

$$\sigma = \frac{P}{A_o}$$

dimana σ = Tegangan (N/ mm² Mpa)

P = Beban tarik (N)

A_o = Luas penampang spesimen sebelum diuji (mm²)

Nilai regangan (ε) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$\varepsilon = \frac{L_i - L_o}{L_o} \times 100 \%$$

dimana ε = Regangan (%)

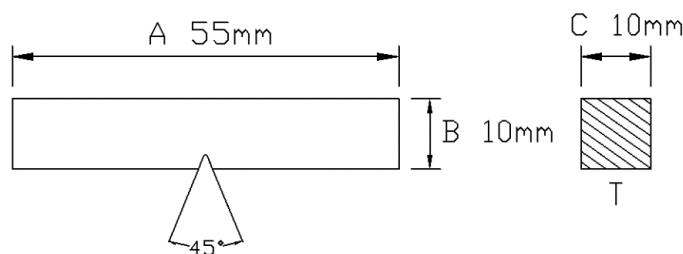
L_o = Panjang mula-mula (mm)

L_i = Panjang spesimen saat putus (mm)

3. Uji Impak

Uji impak adalah pengujian yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar beban secara tiba-tiba atau beban kejut yang dapat diterima oleh suatu logam atau material.

Pengujian dilakukan sesuai dengan standar ASTM E-23.



Gambar 3. Spesimen Uji *impact*

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

Keterangan:

- Panjang (A) : 55 mm
- Lebar (B) : 10 mm
- Tebal : 10 mm
- V not : 45°

4. Pengamatan Metalografi

4.1. Makrografi

Pengamatan ini dilakukan untuk mengetahui struktur logam hasil pengecoran dalam skala makro, yaitu menggunakan kamera digital dengan spesimen berbentuk *propeller*. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah hasil pengecoran tersebut mengalami porositas (*Porosity*), berlubang (*Blow Hole*), ujung logam tidak terisi (*Unfill*).

4.2. Mikrografi

Pengamatan ini adalah suatu metode untuk melihat struktur logam hasil pengecoran pada skala mikro. Dengan menggunakan mikroskop optik dan memberikan pembesaran 200 kali. Proses pengujian ini dilakukan untuk dapat mengetahui bentuk struktur mikro hasil paduan dan dapat menganalisa fasa yang terbentuk.

Pengujian metalografi dilakukan sesuai dengan standar ASTM E-407.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Kekerasan disajikan pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kekerasan

No.	Komposisi	Titik	Nilai Kekerasan (HB)	Rata – Rata Kekerasan (HB)
1.	80% Al – 10% Cu – 10% Mg	1	104,962	
		2	103,140	105,288
		3	107,762	
2.	70% Al – 20% Cu – 10% Mg	1	101,310	
		2	122,316	116,725
		3	126,550	
3.	70% Al - 10% Cu – 20% Mg	1	124,716	
		2	137,500	132,810
		3	136,216	

Dari hasil uji kekerasan terlihat bahwa paduan dengan komposisi 3 (70% Al - 10% Cu – 20% Mg) mempunyai nilai kekerasan tertinggi yaitu 132,810 HB, diikuti oleh paduan dengan komposisi 2 (70% Al – 20% Cu – 10% Mg) yaitu 116,725 HB dan paduan dengan komposisi 3 (80% Al – 10% Cu – 10% Mg) yaitu 105,288 HB. Dapat dikatakan bahwa dengan bertambahnya kandungan Mg dalam paduan maka kekerasan semakin meningkat. Dalam hal ini unsur Cu juga meningkatkan kekerasan, tetapi tidak setinggi pengaruh Magnesium (Mg).

Hasil uji tarik disajikan pada tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji tarik

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
 Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

No.	Komposisi	Tegangan (σ)	Regangan (ϵ)	Modulus Young (E)
1.	80% Al – 10% Cu – 10% Mg	70,333 N/mm ²	2,570 %	27,375 N/mm ²
2.	70% Al – 20% Cu – 10% Mg	42,666 N/mm ²	2,390 %	18,520 N/mm ²
3.	70% Al – 10% Cu – 20% Mg	29,000 N/mm ²	2,100 %	14,136 N/mm ²

Dari hasil uji tarik didapatkan bahwa paduan dengan komposisi 1 (80% Al – 10% Cu – 10% Mg) memiliki kekuatan tarik, regangan dan modulus young tertinggi, diikuti dengan paduan dengan komposisi 2 (70% Al – 20% Cu – 10% Mg) dan selanjutnya paduan dengan komposisi 3 (70% Al – 10% Cu – 20% Mg). Dapat dikatakan bahwa penambahan unsur Magnesium (Mg) menurunkan kekuatan tarik dari logam paduan. Penambahan unsur Cu juga menurunkan kekuatan tarik paduan namun tidak sebesar pengaruh magnesium.

Hasil uji impak disajikan pada tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji impak

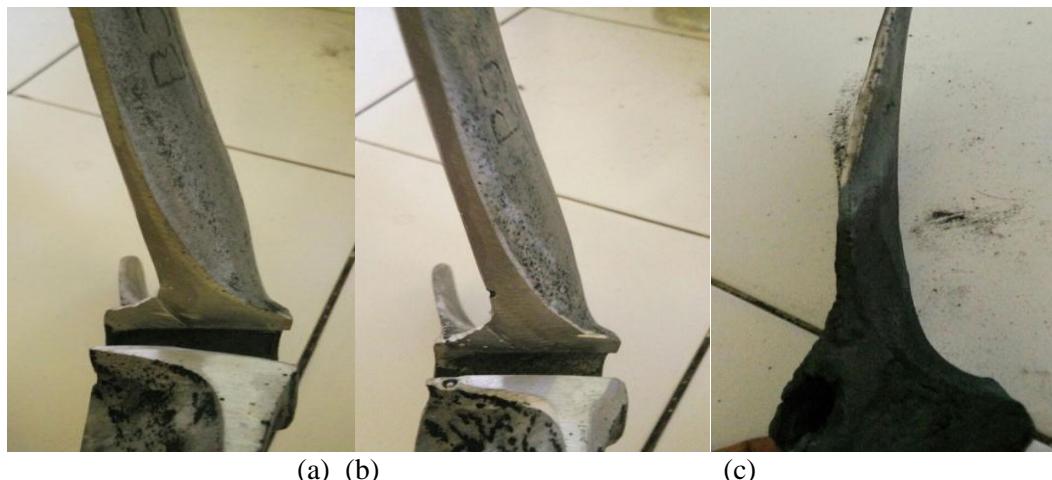
No.	Komposisi	Impact Toughness (Juole)	Absorbed Energy (Joule)	Harga Impact (J/mm ²)
1.	80% Al – 10% Cu – 10% Mg	2,533	2,000	0,0253
2.	70% Al – 20% Cu – 10% Mg	1,500	1,166	0,015
3.	70% Al - 10% Cu – 20% Mg	0,866	0,666	0,0086

Dari hasil pengujian didapatkan bahwa kekuatan impak tertinggi dimiliki oleh paduan dengan komposisi 1 (80% Al – 10% Cu – 10% Mg), diikuti dengan paduan dengan komposisi 2 (70% Al – 20% Cu – 10% Mg) dan yang paling rendah adalah paduan dengan komposisi 3 (70% Al - 10% Cu – 20% Mg). Dapat dikatakan bahwa penambahan Magnesium menurunkan keuletan dari material paduan. Penambahan unsur Cu juga menurunkan keuletan namun tidak sebesar pengaruh magnesium.

Pengamatan Metalografi
 Makrografi

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"
Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

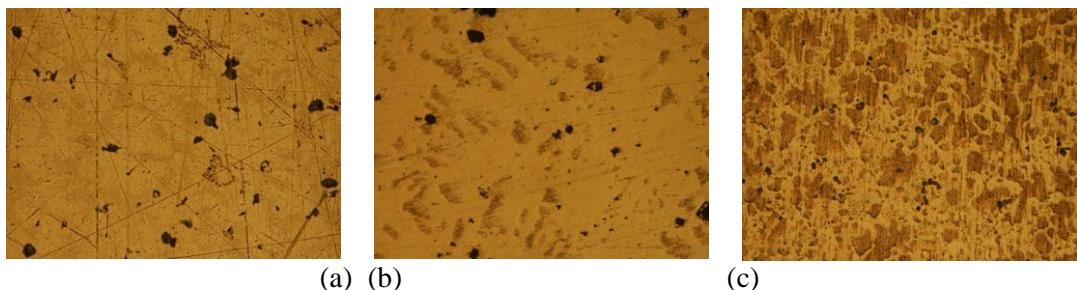


(a) (b) (c)

Gambar 4. Foto Makro Spesimen propeler paduan Al-Cu-Mn

- a. 80% Al – 10% Cu – 10% Mg
- b. 70% Al – 20% Cu – 10% Mg
- c. 70% Al - 10% Cu – 20% Mg

Mikrografi



(a) (b) (c)

Gambar 5. Struktur Mikro Paduan Al-Cu-Mg

- d. 80% Al – 10% Cu – 10% Mg
- e. 70% Al – 20% Cu – 10% Mg
- f. 70% Al - 10% Cu – 20% Mg

Dari pengamatan metalografi terlihat bahwa semakin tinggi kandungan magnesium (Mg) maka semakin banyak pula terbentuk *porosity* dan *blowhole*, sebaliknya penambahan cuprum (Cu) mengurangi terbentuknya *porosity* dan *blowhole*. Dari pengamatan makro terlihat bahwa cacat akibat *material unfilled* masih belum terjadi.

KESIMPULAN

Dari pembahasan yang telah dilakukan maka dapat ditarik kesimpulan bahwa pengaruh penambahan unsur Magnesium dan Cuprum terhadap sifat mekanik propeler dari paduan Alumunium adalah meningkatnya kekerasan propeler, menurunnya kekuatan tarik dan keuletan propeler sehingga karakteristiknya adalah lebih tahan terhadap gesekan tetapi lebih mudah patah akibat benturan dan puntiran.

Seminar Nasional Kelautan XIV

" Implementasi Hasil Riset Sumber Daya Laut dan Pesisir Dalam Peningkatan Daya Saing Indonesia"

Fakultas Teknik dan Ilmu Kelautan Universitas Hang Tuah, Surabaya 11 Juli 2019

DAFTAR PUSTAKA

- ASM Handbook Volume 3 Alloy Phase Diagram. ASM International Handbook Committee (2010).
- ASTM E-10 Volume 02 *Standard Test Method for Brinell Hardness of Metallic Materials* Handbook (2004).
- ASTM E-23 Volume 02 *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials* Handbook (2004).
- Setiawan, H. (2013), "Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan". *SIMETRIS 3. 1*, 71-79.
- Surdia, T. dan Saito, S., 1985, "Pengetahuan Bahan Teknik", P.T Pradya Paramitha, Jakarta, pp143-145.
- TALAT Lecture 2202, (1994), *Structural Aluminium Materials*, European Aluminium Association – EAA, pp. 3, 4.