Tersedia online di:https://jurnal.kkp.go.id/jbf/en/issue

Jurnal Bluefin Fisheries, 3 (2), 2021, App. 32 - 39

Pengaruh Komposisi Cu-Zn Terhadap Tingkat Kekerasan dan Struktur Mikro *Aluminium Die Casting* (ADC) 12 Sebagai Bahan Propeller

Ahmad Ilham Ramadhani*, Barokah, Fahriadi Pakaya, Jozua Ch. Huwae, Marinus S. Tappy, Andie Murtono, Ahmad Tubagus Tsani Risqi Aji

[1]Program studi Mekanisasi Perikanan, Politeknik KP Bitung, 95526, Indonesia
Corresponding Author, email : ahmadilhamramadhani2@gmail.com

Abstrak

Propeller merupakan salah satu komponen penting sebuah kapal. Umumnya *propeller* terbuat dari aluminium yang mudah mengalami kerusakan pada saat dihantam ombak dan mengalami korosi. Pengembangan dilakukan dengan penambahan kuningan (Cu-Zn) terhadap ADC 12. Sampel berhasil dibuat dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30 dengan menggunakan metode pengecoran dan selanjutnya didinginkan pada temeperatur ruang serta diikuti proses die casting dan sand casting. Sampel diuji tingkat kekerasan menggunakan metode Rockwell sesuai standard ASTM E18 dan uji struktur mikro pada sampel. Berdasarkan hasil pengujian diperoleh tingkat kekerasan rata-rata 72,6 HRC dan terbentuknya Al-Si-Mg, α-Al, Cu, Zn pada sampel yang menujukkan adanya persebaran material non-ferrous pada ADC-12.
Kata kunci: ADC 12; Cu-Zn; Propeller; Struktur Mikro; Kekerasan

Abstract

Propeller is one of the important components of a ship. Generally, propellers are made of aluminum which is easily damaged when hit by waves and corrosion. The development is done by adding brass (Cu-Zn) on ADC 12. The sample was successfully made with a ratio of 70% ADC 12 : 30% Cu-Zn using the casting method and then cooled at room temperature followed by die casting and sand casting processes. The sample was tested for hardness using the Rockwell method according to the ASTM E18 standard and the microstructure test on the sample. Based on the test results obtained an average hardness level of 72.6 HRC and the formation of Al-Si-Mg, α-Al, Cu, Zn in the sample which shows the distribution of non-ferrous material in ADC-12.
Keywords : ADC 12; Cu-Zn; *Propeller*; *Microstructure; Hardness*

1. Pendahuluan

Propeller atau baling-baling kapal laut merupakan salah satu komponen penting sebuah kapal. Bagian ini memiliki koneksi langsung dengan mesin kapal agar bisa berjalan. Secara umum, jenis propeller dibedakan berdasarkan jumlah daun material penyusunnya. *Propeller* akan berputar untuk menghasilkan energi gerak sebagai gaya pendorong kapal untuk maju maupun mundur, sesuai dengan putaran *propeller* tersebut (Carlton, 2007) .

Material yang umum digunakan pada kapal besar yakni material kuningan. Sedangkan pada perahu nelayan kecil, umumnya menggunakan material aluminium base. Jenis *propeller* aluminium didasarkan pada sifat paduan aluminiun, diantaranya sifat

mekanis aluminium memiliki kekuatan yang tinggi terhadap beban rasio, kemampuan cor yang sangat baik, ketahanan korosi yang tinggi, koefisien ekspansi termal yang rendah, dan keausan yang baik resistensi (Fang, Chao and Chen, 2014).

Kerusakan pada *propeller* yakni terjadi pengikisan bagian luar maupun dalam dan menyebabkan munculnya korosi pada material *blade propeller*. Bagian *blade propeller* yang mengalami pengikisan akan mengalami korosi selektif dan terjadi proses *dezincification, graphitization*, dan *aluminification* (Revie, 2011). Sehingga, menyebabkan terjadinya pe nurunan *life time* dari material *blade propeller.*

Selain berkurangnya *life time* yang tampak dari luar, penurunan kualitas *blade propeller* sebagai pemecah ombak, juga dapat dilihat dengan adanya prubahan mikrostruktur pada bagian dalam. Inisiasi *cavitation demage* yang juga mempengaruhi *mechanical properties* tenaga pengerak kapal. yang berdampak langsung terhadap rendahnya efisiensi bahan bakar yang digunakan, serta penurunan laju kapal selama beroperasi.

Untuk mendapatkan material *blade propeller* yang kuat, keras, memiliki ketangguhan, tidak britel (*ductile*) dan memiliki ketahaan erosi serta ketangguhan yang tinggi, maka perlu adanya penelitian yang dilakukan dengan penambahan unsur *non-ferrous* kuningan (Cu-Zn). Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa paduan kuningan kira-kira 45% mempunyai kekuatan yang paling tinggi akan tetapi tidak dapat dikerjakan/dibentuk dengan mudah (Surdia dan Chijiwa, 1996). Hal ini berdampak pada penurunan sifat aplikatif dari propeller.

Jenis kuningan dengan kadar paduan Cu-37 Zn banyak digunakan dalam bidang otomotif, elektrik, industri dan kelautan. Salah satu aplikasi dari paduan ini adalah sebagai *propeller* atau baling-baling pada kapal karena memiliki kekuatan dan ketahanan korosi yang baik, namun memiliki kekerasan yang kurang tinggi (ASM Metal Handbook, 1990).

Pengembahan dilakukan dengan penambahan unsur Cu-Zn yang ditambahkan pada ADC-12 sebesar 30%. Adanya penambahan berdampak pada perubahan komposisi penyusun dengan persentase ADC 12 terhadap Cu-Zn 70:30. Penambahan material Cu-Zn bertujuan untuk meningkatkan kekerasan dengan adanya pengaruh perubahan struktur mikro pada material ADC-12 sebagai material dasar penyusun *blade propeller*.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Bahan yang digunakan pada pembuatan *blade propeller* aluminium based, meliputi; alumunium die casting (ADC) 12, kuningan (Cu-Zn), solar, dan pasir cetakan.

2.2. Metode

Penelitian eksperimental penambahan

material Cu-Zn pada *blade propeller* berbahan aluminum based dilakukan dengan metode pengecoran (peleburan material ingot) kemudian diikuti proses *die casting* (pencetakan sampel uji *mechanical strength* dan *sand casting* (pencetakan *blade propeller*). Pengecoran merupakan penuangan logam cair ke dalam suatu cetakan sehingga logam cair tersebut menyesuaikan terhadap bentuk cetakan dan dibiarkan membeku pada temperature ruang (Hadi, 2016).

Dalam proses pengecoran terdapat beberapa hal yang harus dilakukan seperti peleburan logam, penuangan logam dan pengkristalan logam atau pembekuan cairan logam. Pada penelitian ini, material paduan ADC 12 dan Cu-Zn ditimbang berdasarkan persentase massa dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30.

Selanjutnya, material ingot Cu-Zn dilebur dengan proses metalurgi, hingga material menjadi cair. Penambahan ADC 12 dilakukan secara bertahap dengan kondisi sampel Cu-Zn tetap dilebur untuk menjaga tingkat homogenitas pencampuran. Selanjutnya material paduan yang telah bercampur dicetak kedalam cetakan dengan metode *die casting*.

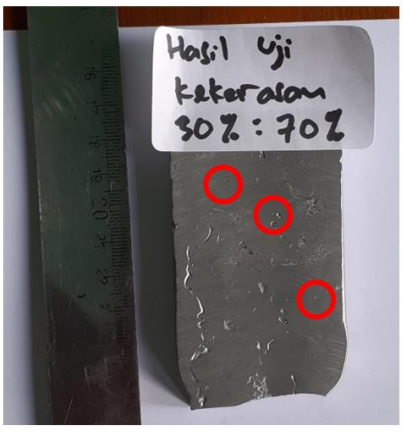
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Uji Kekerasan

Pengujian kekerasan merupakan salah satu jenis pengujian mekanik pada material yang bertujuan untuk mengetahui respon kekuatan material terhadap identasi serta penekanan yang diberikan terhadap area benda yang dikenainya. Pengujian sampel uji kekerasan dilakukan pada spesimen A dan B dengan mengacu pada standard spesimen ASTM E18.

Pengambilan titik kekerasan pada setiap spesimen dibedakan berdasarkan lokasi pengambilan titik kekerasan. Titik pertama spesimen A (A1), titik kedua spesimen A (A2), titik ketiga spesimen A (A3). Sedangkan pada spesimen B, titik pertama spesimen B (B1), titik kedua spesimen B (B2), dan titik ketiga spesimen B (B3).

Tahapan yang dilakukan pada pengujian tarik yakni (a) preparasi sampel dan (b) pengoperasian mesin uji kekerasan. Preparasi sampel dilakukan yakni membuat sampel berukuran persegi dengan ukuran tertentu. Selanjutnya spesimen di*finishing* untuk menghilangkan sisa pengecoran pada bagian sisi. Material yang telah di*finishing* selanjutnya diuji menggunakan mesin uji Charpy dengan metode Rockwell Superficial.



Gambar 1. Hasil identasi kekerasan pada spesimen B dengan perbandingan ADC 12

terhadap Cu-Zn sebesar 70:30

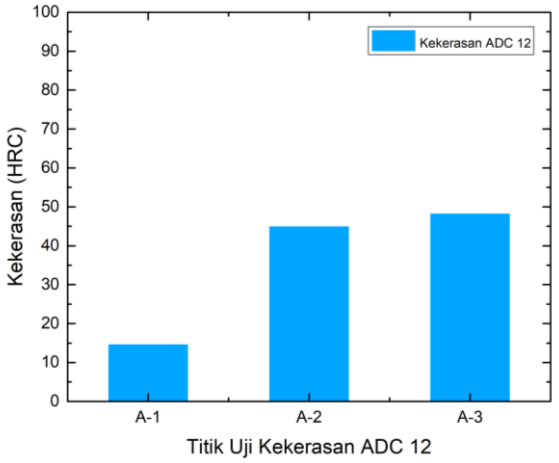
Gambar 1, menunjukkan hasil identasi pada sampel dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30 dengan 3 kali pengujian pada titik yang berbeda. Hal ini bertujuan untuk mengetahui tingkat homogenitas Cu-Zn yang tersebar secara merata dalam aluminium base.

Tabel 1. Hasil Uji Kekerasan Metode Rockwell

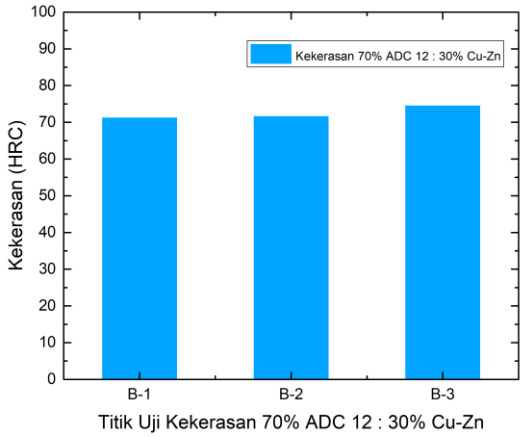
Titik Uji	Kekerasan (HRC)	
	Spesimen A	Spesimen B
Titik 1	14,8	71,4
Titik 2	45,1	71,8
Titik 3	48,4	74,8
Rata-rata	**36,1**	**72,6**

Bedasarkan hasil pengujian kekerasan pada Tabel 1, diperoleh rata-rata kekerasan pada spesimen A 100% ADC 12 dan spesimen B dengan adanya penambahan material kuningan dengan dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30. Tingkat kekerasan dengan penambahan Cu-Zn lebih tinggi dua kali lipat daripada ADC-12 murni. Adanya unsur Cu-Zn pada paduan ADC 12, berperan untuk meningkatkan kekerasan dengan unsur Cu-Zn yang masuk dan berikatan dengan matriks ADC 12.

Pada Gambar 2a, diperoleh grafik yang menunjukkan tingkat kekerasan yang dihasilkan spesimen A. Spesimen A pada titik A1, menunjukkan nilai yang rendah. Hal ini disebabkan pada daerah titik A1, unsur ADC 12 tidak terdistribusi secara merata pada matriks akibat adanya perbedaan temperatur pendinginan. Sedangkan pada titik A2 dan A3, tingkat kekerasan yang dihasilkan lebih merata, dikarenakan saat proses pendinginan , material ADC 12 pada daerah titik tersebut tidak kontak secara langsung dengan besi yang berkibat pada pendinginan secara merata. Pada Gambar (2b) juga ditunjukkan keseragaman tingkat kekerasan pada material dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30. Adanya keseragaman tingkat kekerasan tidak jauh berbeda, disebabkan karena adanya persebaran Cu-Zn di dalam matriks ADC 12.



(a)



(b)

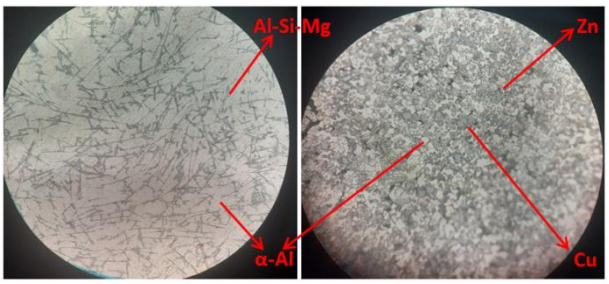
Gambar 2. Hasil kekerasan spesimen (a) ADC-12 dan spesimen (b) ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30

Sifat dasar kuningan yakni memiliki tingkat kekerasan yang tinggi dan juga tingkat korosi yang rendah. Sehingga material kuningan murni tidak mudah mengalami pengikisan akibat adanya gaya dari luar.

Apabila dibandingkan dengan hasil yang diperoleh terhadap ADC 12 Gambar (2a), hasil pengujian pada penambahan 30% Cu-Zn yang telah dilakukan bersesesuaian dengan teori yang menjelaskan bahwa semakin lunak suatu material maka semakin dalam identor menekan. Tidak adanya respon dari material untuk menahan identor yang masul. Sehingga hasil indentasinya sehingga nilai kekerasan lebih rendah. (Widyastuti, dkk, 2019).

3.2. Struktur Mikro

Pengujian mikroskop optik merupakan salah satu jenis pengujian pada material yang bertujuan untuk mengetahui struktur mikro yang dihasilkan pada material ADC 12 dan campuran ADC 12 : Cu-Zn. Perubahan struktur mikro yang dihasilkan disebabkan adanya pengaruh Cu-Zn dan juga proses fabrikasi propeller 6,5". Pengujian uji mikroskop optik dilakukan pada sampel A dan sampel B, dengan tahapan yang dilakukan pada pengujian mikroskop optik yakni (a) preparasi sampel dan (b) pengujian struktur mikro (metalografi). Tahapan preparasi sampel metalografi dimulai dari pemotongan (*sectioning*, *mounting*, *grinding/polishing*, dan *etching*) (Widyastuti dkk, 2019).



Gambar 3. Struktur mikro (a) ADC 12 dan (b) sampel dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30 pada perbesaran 50x**.**

Pengujian stuktur mikro pada material bertujuan untuk mengetahui bentuk material penyusun suatu logam. Struktur mikro dapat didefinisikan sebagai bahan dalam orde kecil (mikro). Sifat-sifat mekanik dan fisik suatu logam akan ditentukan oleh gambar bentuk struktur mikro yang dihasilkan (Setiawan, 2013).

Bentuk struktur mikro pada material

ADC 12 dan paduan ADC 12 + Cu Zn yang dihasilkan dari proses pengecoran material didalam tungku, membentuk struktur mikro yang berbeda. Pada Gambar (3a) material ADC 12 menunjukan adanya kandungan Al, Si dan Mg. Fasa α-Al terlihat dominan dan menyebar secara merata. Bentuk paduan Al-Si-Mg seperti jarum tajam berwarna gelap. Sedangkan pada Gambar (3b) dengan penambahan Cu-Zn, bentuk struktur mikro yang dihasilkan lebih merata dan butir yang dihasilkan tidak berbentuk tajam. Struktur mikro yang dihasilkan juga menunjukkan adanya kandungan Cu dan Zn yang membentuk batas butir yang lebih banyak. Adanya peningkatan batas butir yang dihasilkan, maka tingkat kekerasan materialmeningkat. Hal ini terjadi ketika ada insiasi crack yang terjadi, maka pergerakan crack akan menuju pada batas butir. Apabila mengenai batas butir, maka arah dan gerak crack akan berubah dan mengikuti batas bytur tersebut. Sehingga tingkat kekerasan yang dihasilkan akan semakin tinggi.

Adanya unsur padua Al-Si-Mg, α-Al, sesuai dengan penelitian (Rasyid S, dan Muas M, 2019) yang menunjukkan bahwa pada material ADC 12 dengan pengecoran semi solid mampu menghasilkan unsur yang dominan yang menunjukkan adanya perubahan struktur mikro akibat reaksi temperatur saat proses pengecoran.

3.3. Propeller Hasil Penelitian

Proses peleburan dilakukan sesuai prosedur pada spesimen A dan B. Pada spesimen A, material ADC 12 dileburkan hingga menjadi *molten metal* dan selanjutnya dicetak menggunakan *sand casting.* Sedangkan spesimen B, dilakukan dengan meleburkan Cu-Zn terlebih dahulu karena memiliki titik leleh yang lebih tinggi daripada ADC 12. Setelah melebur secara merata, material ADC 12 ditambahkan ke dalam *molten* metal kuningan dan diaduk hingga homogen. Selanjutnya *propeller* dicetak dengan metode *sand casting*. Proses pengecoran yang telah dilakukan menghasilkan produk *propeller* ukuran 6,5” seperti pada Gambar 4.



tampak depan



tampak belakang

(a)



tampak depan



tampak belakang

(b)

Gambar 4. Produk *propeller* hasil pengecoran (a) material ADC 12 dan (b) material ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30 ukuran 6.5".

Berdasarkan *propeller* hasil peleburan dapat dilihat secara makro bahwa terdapat perbedaan. Pada Gambar (4a) produk *propeller* berbahan ADC 12, nampak lebih mengkilat karena terkandung *propeller* terbuat dari 100% ADC 12. Sedangkan pada Gambar (4b), dengan adanya penambahan 30% Cu-Zn terhadap ADC 12 telah merubah struktur material secara makro.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian pada material ADC 12 dan material paduan ADC 12 + Cu Zn, dapat disimpulkan bahwa propeller dengan ukruan 6,5 inchi dapat dibuat menggunakan material ADC 12 dan juga paduan material dengan perbandingan ADC 12 terhadap Cu-Zn sebesar 70:30. Adanya penambahan material kuningan pada aluminium dapat meningkatkan kekerasan pada paduan material ADC 12 sebesar 72,6 HRC.

Struktur mikro yang dihasilkan pada spesimen A dan B menunjukkan adanya perubahan struktur akibat adanya proses peleburan secara metalurgi. Adanya unsur Cu dan Zn pada paduan ADC 12 dengan perbandingan sebesar 70:30 menunjukan adanya unsur yang masuk dalam struktur ADC 12. Persebaran Cu-Zn terlihat dalam bahwa spesimen berwarna agak kekuning-kuningan pada variasi komposisi kuningan.

Saran dan rekomendasi terhadap Propeller yang dihasilkan yakni perlu dilakukan pengujian performa *propeller open water* pada perahu nelayan. Hal ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas gaya dorong yang dihasilkan oleh *propeller* selama beroperasi.

5. Ucapan Terimakasih

Penelitian ini didanai oleh Badan Riset Sumber Daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan.

6. Daftar Pustaka

ASM International. 1992. ASM Handbook Volume 2: Properties and Selection: Nonferrous Alloys and Special-

Purpose Materials. ASM International Handbook Committee.

Carlton, J. S. (2007) *Marine propellers and propulsion*. Second edition. Amsterdam: Butterworth-Heinemann.

Fang, H. C., Chao, H. and Chen, K. H. (2014) 'Effect of Zr, Er and Cr additions on microstructures and properties of Al–Zn–Mg–Cu alloys', *Materials Science and Engineering: A*, 610, pp. 10–16. doi: 10.1016/j.msea.2014.05.021.

Hadi, S. 2016. Teknologi Bahan. Yogyakarta: Andi.

Kaiser, R. *et al.* (2013) 'Effects of Section Size, Surface Cooling Conditions, and Crucible Material on Microstructure and As-Cast Properties of Investment Cast Co-Cr Biomedical Alloy', *Metallurgical and Materials Transactions A*, 44(12), pp. 5333–5342. doi: 10.1007/s11661-013-1825-5.

Rasyid, S dan Muas M. 2019. Analisis Struktur Mikro Paduan Aluminium ADC 12 pada Pengecoran Semi Solid Dengan Pengaduk Mekanik Jenis Turbin. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat 2019*. (pp.26-32) 978-602-60766-7-0

Setiawan, H. 2013. Pengujian Kekuatan Tarik, Kekerasan, dan Struktur Mikro Produk Cor Propeler Kuningan. Jurnal Simestris 3(4): 71-79.

Surdia, T. dan S, Saito. 1999. Pengetahuan Bahan Teknik. Jakarta: Pradnya Paramita

Widyastuti, dkk. 2019. Karakterisasi Material, Bagian I; Komposisi, Topografi, dan Sifat Mekanik. ITS Press. Surabaya.

Zulfia, A. *et al.* (2018) 'Characteristics of ADC12/nano Al_2O_3 composites with Addition of Ti Produced By Stir Casting Method', *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 333, p. 012046. doi: 10.1088/1757-899X/333/1/012046.