

PENGARUH DURASI WAKTU SHOT PEENING PADA PERMUKAAN LOGAM KUNINGAN TERHADAP KETAHANAN KOROSI

Sugeng Slamet^{1*}, Bambang Hari Priyambodo², Suhartoyo³, Rizqi Ilmal Yaqin⁴

¹ Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus
Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

^{2,3,4} Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta
Jalan Raya Solo - Baki No.81C, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah 57552

*Email: sugeng.slamet@umk.ac.id

Abstrak

Kuningan digunakan industri untuk membuat berbagai komponen logam. Logam dengan matrik tembaga ini mempunyai sifat mampu cor, mampu tempa dan mempunyai ketahanan korosi yang baik. Perlakuan permukaan pada kuningan bertujuan memperbaiki sifat fisis dan mekanis yang dimiliki. Kuningan untuk komponen mesin harus mampu menahan beban statis dan dinamis. Propeller kapal dari bahan kuningan harus mampu menahan beban aksial dan memiliki ketahanan korosi yang tinggi. Metode shot peening dilakukan dengan menembakkan bola-bola baja berdiameter 0,5 mm dengan kekerasan 40-50 HRC, jarak tembak 100 mm, dan tekanan tembak 7 Bar. Variasi durasi dilakukan selama 0, 2, 4, dan 6 menit. Kuningan hasil shot peening menunjukkan peningkatan ketahanan korosi. Penambahan durasi waktu shot peening semakin menurunkan laju korosi. Ketahanan korosi dapat ditingkatkan sekitar 2 kali lipat dari raw material yaitu sebesar 0,033 mpy.

Kata kunci: Durasi; Kuningan; Laju Korosi; NaCl; Shot Peening

1. PENDAHULUAN

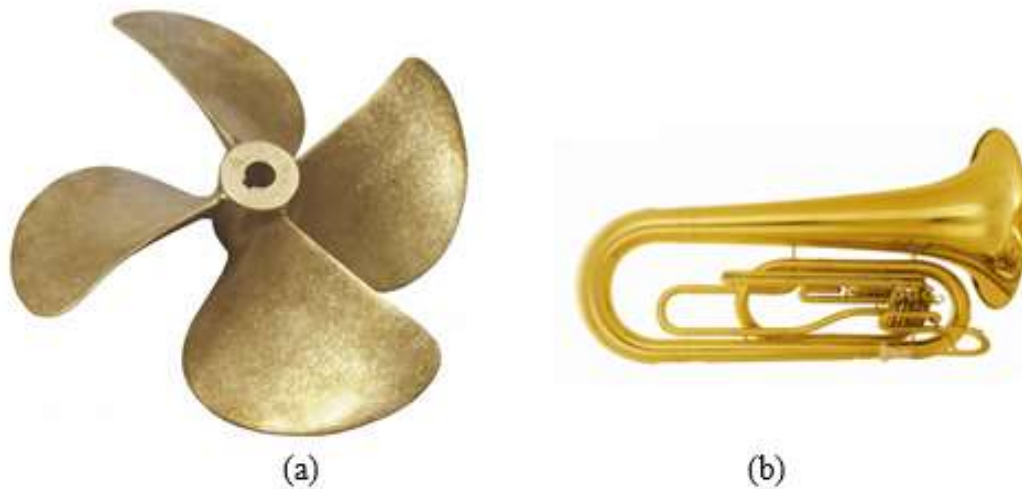
Logam kuningan merupakan paduan antara tembaga (Cu) dan seng (Zn) yang banyak digunakan untuk berbagai keperluan industri. Keuntungan paduan ini adalah harga relatif murah, mudah dituang dan ditempa, ulet serta mempunyai ketahanan korosi yang baik. Kuningan mempunyai kekuatan dan kekerasan yang bervariasi, tergantung komposisi paduan dan proses pengerjaan dingin. Paduan kuningan memiliki kadar seng yang sangat tinggi, maka paduan lain yang menyusun kuningan tersebut akan berkurang seiring dengan bertambahnya kadar seng.

Kuningan dengan matrik tembaga mempunyai banyak keunggulan yang banyak dipakai pada industri kelistrikan dan peralatan rumah tangga (Majanasatra, 2016). Kuningan juga digunakan sebagai bahan pembuatan propeller kapal dan alat musik (Sumarsam, 2000 ; Bacon, 2003; Fletcher, 2012). Kuningan banyak diaplikasikan untuk industri sipil, industri persenjataan, industri pesawat terbang, bodi mesin, motor mobil, industri elektrik, bodi kapal, industri kima termasuk produksi instrumen musik (Febriyanti, dkk, 2016).

Logam kuningan (Cu-Zn) dapat diproduksi dengan menggunakan beberapa teknik pembentukan. Logam tembaga dan paduannya dapat dengan mudah dilakukan teknik tempa, teknik pengecoran logam, teknik permesinan dan teknik metalurgi serbuk. Diagram *fase binary* Cu-Zn menunjukkan titik lebur tembaga murni sebesar 1083°C dan seng murni 425°C. Kelemahan tembaga dan paduannya yaitu mudah bereaksi, terlarut dan terkorosi dalam kondisi air laut, khususnya di dalam larutan yang mengandung ion-ion klorida dan bromida sehingga mendorong terjadinya pelarutan pada tembaga dan paduannya (H. Ma, dkk, 2002). Produk korosi yang dihasilkan memiliki efek negatif terhadap nilai perpindahan panas sehingga menyebabkan terjadinya penurunan efisiensi dalam alat pemanas dan pendingin. Penurunan efisiensi menyebabkan sifat mekanis dan ketahanan korosi paduan menurun.

Paduan kuningan dengan komposisi Cu40Zn mempunyai ketangguhan yang tinggi dan mampu menahan tegangan bending. Komposisi Cu40Zn mempunyai kekuatan, kekerasan, keuletan tinggi dan mampu menahan tegangan bending. Komposisi lebih dari 40%Zn akan menyebabkan penurunan kekuatan dan seng akan mudah menguap saat dilebur (Surdia,

1991). Paduan merah kekuning-kuningan adalah paduan dengan 40%Zn, sedangkan yang kuning kemerah-merahan adalah paduan dengan 30%Zn. Paduan ini mempunyai ketahanan terhadap korosi dan aus kurang baik dibandingkan dengan brons. Gambar 1 menunjukkan produk propeller dan alat musik dari bahan kuningan.



Gambar 1. Bahan kuningan (a) Propeller kapal (b) Terompet
(<http://perikanan38.blogspot.com>, <https://id.aliexpress.com>)

Kuningan dengan ukuran butir yang kecil akan lebih ulet dibandingkan dengan kuningan yang memiliki ukuran butir besar. Butiran besar memiliki permukaan yang lebih halus dan memerlukan sedikit proses pemolesan. Campuran besi pada kuningan akan memperkecil butiran dan memudahkan proses *forging*, tetapi sulit untuk dilakukan proses permesinan. Penambahan kadar silikon akan meningkatkan kekuatan, tetapi kadar silikon tinggi akan mengakibatkan kegetasan dan menyebabkan paduan mudah retak.

Sifat mekanis kuningan dapat diperbaiki dan ditingkatkan melalui proses penghalusan butir. Metode ini akan didapatkan sifat mekanis kuningan yang tinggi terutama kekuatan luluh dan kekerasannya. Penghalusan butir melalui *Thermomechanical Controlled Processed* (TMCP) digunakan untuk menghaluskan butir pada paduan Cu30Zn (Febriyanti, dkk, 2015). Logam dengan butir yang halus dan memiliki butir relatif kecil akan bersifat lebih keras dan kuat dibandingkan material dengan butir kasar karena butir halus memiliki area batas butir yang lebih luas untuk menghalangi pergerakan dislokasi. Nilai kekerasan dan kekuatan yang tinggi akan berdampak pada menurunnya keuletan dan ketangguhan material. Peningkatan sifat mekanis dapat dilakukan melalui pengaturan laju pendinginan melalui teknik pengecoran logam (Slamet, 2007). Peningkatan komposisi Cu, Pb dan Sn dilanjutkan dengan perlakuan panas pada temperatur 400°C ditahan selama 1 jam dan divariasikan dengan media pendingin dapat meningkatkan kekerasan material(Taufikurrahman, dkk, 2005). Teknik *shot peening* yang dilakukan dengan cara menembakkan peluru baja dengan diameter tertentu dan pengaturan tekanan meningkatkan sifat mekanis kekuatan dan ketahanan *fatigue* (Yaqin, dkk, 2017; Iswanto, dkk, 2017; Wibowo, dkk, 2017).

2. METODOLOGI

2.1. Preparasi Spesimen

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kuningan dengan komposisi Cu40Zn berbentuk silinder hasil proses *sand casting*. Spesimen dipotong menggunakan mesin bubut sehingga berbentuk kepingan diameter 14 mm dan tebal 3 mm. Permukaan spesimen dihaluskan menggunakan amplas *grade* 600, 1000 dan 2000 secara bertahap.

2.2. Shot Peening

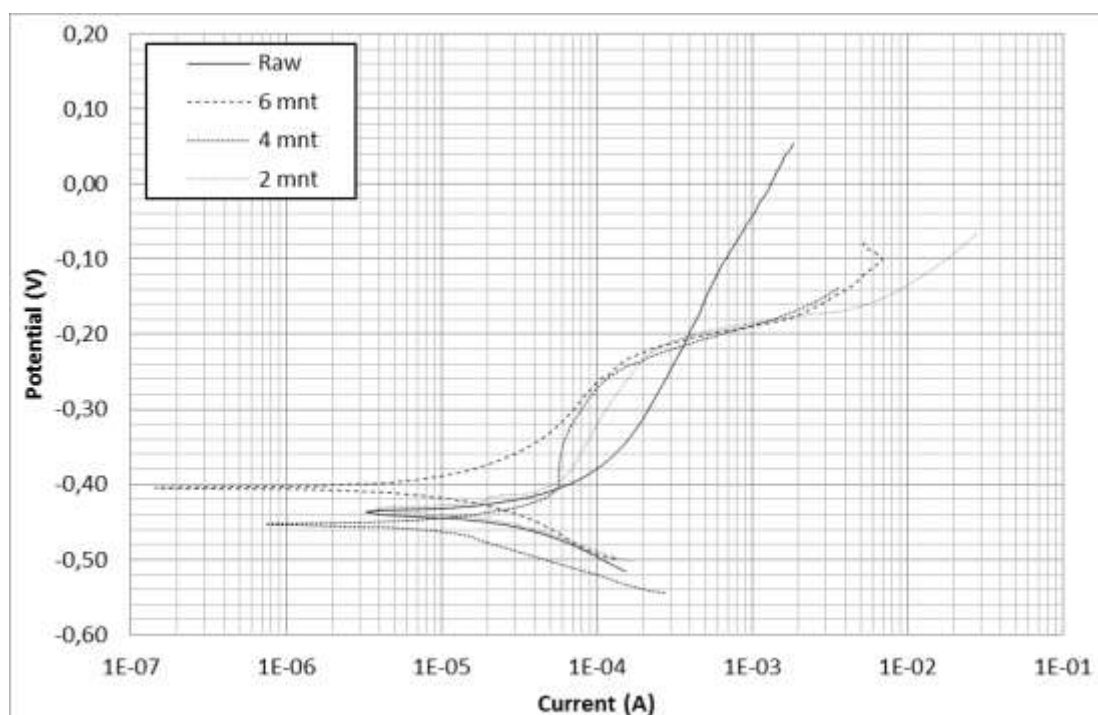
Proses *shot peening* pada penelitian ini menggunakan empat variasi durasi penembakan yaitu 0, 2, 4, dan 6 menit dengan mengatur tekanan kompresor sebesar 7 bar serta menggunakan bola baja berukuran 0,5 mm dengan kekerasan steel shot sebesar 40-50 HRC. Jarak tembak antara nozzle dengan permukaan spesimen berjarak 100 mm.

2.3. Pengujian Spesimen

Pengujian korosi dilakukan dengan alat uji korosi dengan merk *Ametek* tipe *Versastat 4* sesuai dengan standard ASTM G5-94. Media korosif yang dipakai menggunakan 3,5% NaCl sebagai larutan pengganti air laut. Pengujian korosi dilakukan pada spesimen raw material dan material yang telah dilakukan proses *electroplating*. Nilai laju korosi ditentukan dengan nilai I_{corr} , dimana nilai laju korosi suatu logam akan sebanding dengan harga I_{corr} . Data I_{corr} yang diperoleh merupakan hubungan antara beda potensial yang diinputkan dengan besarnya arus yang terjadi (Priyambodo, 2018).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan tafel hasil pengujian korosi metode potensiodinamik spesimen kuningan *non-treatment* (raw) dengan spesimen kuningan yang telah dilakukan proses *shot peening*. Pengaruh lapisan akibat proses *shot peening* menyebabkan peningkatan tafel. Kenaikan potensial pengaruh durasi *shot peening* dari -436 mV menuju -387 mV. Material yang dilakukan proses *shot peening* akan semakin anodik dibandingkan nilai potensial korosi material *non-treatment* (raw). Kurva tafel yang bergerak ke atas menunjukkan ke arah potensial nobel yang artinya lebih tahan korosi.



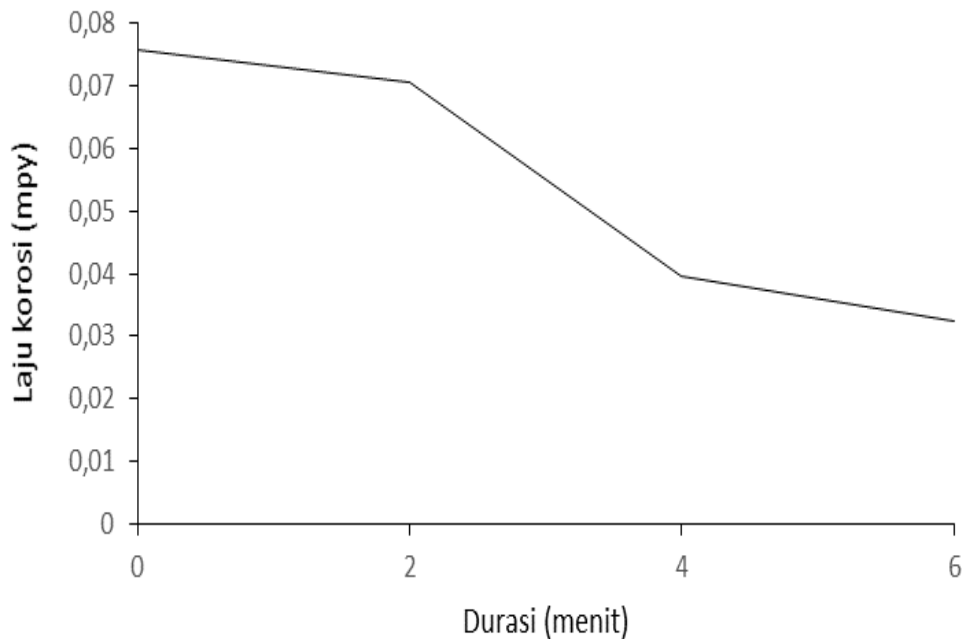
Gambar 2. Tafel polarisasi resistant material kuningan *non-treatment* (raw) dan material kuningan setelah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4 dan 6 menit

Tabel 1 dapat diamati bahwa permukaan yang dihasilkan proses *shot peening* berpengaruh terhadap nilai laju korosi. Terlihat bahwa nilai laju korosi semakin menurun dengan adanya proses *shot peening*. Hal tersebut disebabkan adanya peningkatan kerapatan struktur mikro, sehingga lapisan permukaan tersebut dapat melindungi *substrat* dari serangan korosi.

Tabel 1. Nilai laju korosi raw material dengan material yang telah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4, dan 6 menit.

Durasi (mnt)	I_{corr} (μA)	E_{corr} (mV)	Densitas (gram/cm ³)	Berat Equivalen	Laju Korosi (mpy)
0	22	-436	8,73	0,23	0,076
2	21	-432	8,73	0,23	0,070
4	12	-404	8,73	0,23	0,039
6	10	-387	8,73	0,23	0,033

Peningkatan ketahanan korosi dapat dianalisa berdasarkan nilai laju korosinya. Semakin rendah nilai laju korosi, semakin meningkat ketahanan korosinya. Gambar 2 memperlihatkan kecenderungan semakin menurun nilai laju korosi material yang dilakukan proses *shot peening*. Semakin lama durasi *shot peening*, semakin menurun nilai laju korosinya. Hal tersebut terjadi karena pada permukaan material semakin padat akibat secara berulang ditumbuk oleh bola-bola baja secara terus menerus. Adanya cacat porositas yang dimungkinkan terdapat pada permukaan material dapat diminimalisir oleh proses *shot peening*.



Gambar 3. Nilai laju korosi material kuningan *non-treatment* (raw) dan material kuningan setelah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4 dan 6 menit.

Nilai ketahanan korosi relatif dapat diklasifikasikan berdasarkan *range* nilai laju korosinya. Material dengan proses *shot peening* masuk dalam kategori *outstanding*, atau dengan kata lain sangat tahan korosi karena mempunyai nilai laju korosi kurang dari 1 mpy. Nilai ketahanan korosi relatif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Perbandingan ketahanan korosi dalam mpy dan metric (Jones, 1991)

<i>Relative Corrosion Resistance</i>	<i>mpy</i>	$\frac{mm}{yr}$	$\frac{\mu m}{yr}$	$\frac{nm}{yr}$	$\frac{pm}{yr}$
<i>Outstanding</i>	< 1	< 0.02	< 25	< 2	< 1
<i>Excelent</i>	1-5	0.02-0.10	25-100	2-10	< 1
<i>Good</i>	5-20	0.10-0.50	100-500	10-50	20-50
<i>Fair</i>	20-50	0.50-1.00	500-1000	50-150	20-150
<i>Poor</i>	50-200	1.00-5.00	1000-5000	150-500	50-200
<i>Unaccetable</i>	> 200	> 5.00	> 5000	> 500	> 200

4. KESIMPULAN

Proses *shot peening* pada permukaan material kuningan Cu40Zn dapat meningkatkan ketahanan korosi dalam media 3,5%NaCl. Ketahanan korosi dapat ditingkatkan sekitar 2 kali lipat dari raw material yaitu sebesar 0,033 mpy.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih kepada Universitas Muria Kudus atas kesempatan yang diberikan untuk publikasi penelitian ini. Terima kasih pula kepada Akademi Teknologi Warga Surakarta dan Universitas Gadjah Mada atas fasilitas penunjang penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM G5-94, (1999), Standard Reference Test Method for Making Potentiostatic and Potentiodynamic Anodic Polarization Measurement, 1999.
- Bacon, A.L., (2003), A technical study of the alloy compositions of 'Brass' wind musical instruments (1651-1867) utilizing non-destructive X-Ray fluorescence, Volume1, thesis, Institute of Archaeology University College London, University of London.
- Febriyanti, E., Priadi, D., Riastuti, R., (2015), *Pengaruh Thermomechanical Controlled Processed (TMCP) terhadap penghalusan butir dan sifat mekanik paduan Cu-Zn 70/30*, Metalurgi (2015) 3. LIPI, Jakarta pp. 141-148.
- Febriyanti, E., Suhadi, A., Priadi, D., Riastuti, R., (2016), *Pengaruh peningkatan % reduksi terhadap struktur mikro dan sifat mekanik paduan kuningan Cu-Zn 70/30 setelah proses warm rolling pada suhu 400°C*, M.P.I volume 10. No.3, pp.163-172.
- Fletcher, N., 2012, *Materials and Musical instruments*, Acoustic Australia, 40(2), pp.130-133.
- <http://perikanan38.blogspot.com/2017/12/mengenal-jenis-propeller-di-kapal.html>
- <https://id.aliexpress.com/item/JinBao-Bb-Pocket-trumpet-with-ABS-case-Customized-your-own-instrument/1893615142.html>.
- H. Ma, S.Chen, L. Niu, S. Zhao, S.Li, D. Li., (2002), Inhibition of Copper Corrosion by Several Shifts Bases in Aerated Halide Solution, J. Appl. Electrochem, Vo. 32, pp. 65-72.
- Iswanto, P.T., Malau, V., Priyambodo, B.H., Wibowo, T.N., Amin, N., (2017), *Effect of Shot-Peening on Hardness and Pitting Corrosion Rate on Load-Bearing Implant Material AISI 304*, Materials Science Forum, Vol. 901.
- Jones, D.A., 1991, Principles and Prevention of Corrosion, Mc Milman Publishing Company, New York.
- Majanasastra, S.B.R., (2016), *Analisis sifat mekanik dan struktur mikro hasil proses hydroforming pada material tembaga (Cu) C84800 dan aluminium (Al) 6063*, Jurnal ilmiah teknik mesin, Vol. 4 No. 2, Universitas Islam 45 Bekasi.

- Priyambodo, B.H dan Yaqin, R. I., (2018), *Studi Durasi Electroplating Ni-Cr pada AISI 316L terhadap Laju Korosi dalam Media 3,5% NaCl*, Konferensi Ilmiah Teknologi Texmaco 1, pp. 99-103.
- Slamet, S.,(2016), *The effect of Cu concentration on unidirectional solidification process for micro structure of Al-Cu Alloy*, ISSN: 1979-6870, thesis, Universitas Gadjah Mada.
- Sumarsam, (2002), *Introduction to Javanese gamelan notes for music 451 (Javanese gamelan-beginners)*, Wesleyan University, Middletown.
- Surdia, T., Chijjiwa, K., (1975), *Teknik pengecoran logam*, Cetakan I, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Taufikurahman, Safei, Hardianto I., (2005), *Analisa sifat mekanik bahan paduan tembaga-seng sebagai alternatif pengganti bantalan gelinding pada lori pengangkut buah sawit*, Jurnal teknik mesin Vol.7 No. 2, Univesitas Petra Surabaya, pp. 77-84.
- Wibowo, T.N., Iswanto, P.T., Priyambodo, B.H., Amin, N., (2016), *Pengaruh Variasi Waktu Shot Peening terhadap Struktur Mikro dan Kekerasan Permukaan Pada Material Implan Aisi 304*, Jurnal Rotor, pp. 70-73.
- Yaqin, R. I., Iswanto, P. T., Priyambodo, B.H., Kondi Maliwemu, E. U. (2017). *Pengaruh durasi shot peening terhadap struktur mikro dan kekerasan permukaan pada AISI 316L*, Seminar Nasional Teknologi Informasi dan Kedirgantaraan (SENATIK), III, 0–4. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.28989/senatik.v3i0.120>