

## **STUDI PENGARUH SHOT PEENING PADA PERMUKAAN Cu35Zn TERHADAP KETAHANAN KOROSI**

**Bambang Hari Priyambodo<sup>1\*</sup>, Suhartoyo<sup>1</sup>, Sugeng Slamet<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Mesin, Akademi Teknologi Warga Surakarta

Jalan Raya Solo - Baki No.81C, Kwarasan, Grogol, Sukoharjo, Jawa Tengah 57552

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muria Kudus

Gondangmanis, PO Box 53, Bae, Kudus 59352

\*Email: bambang.hari.priyambodo@gmail.com

### **Abstrak**

*Logam paduan dengan unsur utama tembaga (Cu) dan seng (Zn) biasa kita sebut sebagai kuningan. 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 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. Peningkatan sifat pada kuningan tersebut dapat dilakukan dengan metode shot peening. Shot peening dilakukan dengan menembakkan bola-bola baja berdiameter 0,5 mm dengan kekerasan 40-50 HRC, jarak tembak 100 mm, dan tekanan tembak 8 Bar. Variasi durasi dilakukan selama 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 menit. Kuningan hasil shot peening dapat meningkatkan ketahanan korosi. Penambahan durasi waktu shot peening dapat menurunkan laju korosi. Ketahanan korosi dapat ditingkatkan sekitar 2,7 kali lipat dari raw material yaitu sebesar 0,028 mpy.*

**Kata kunci:** Kuningan, durasi, shot peening, laju korosi, NaCl.

### **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 Cu35Zn mempunyai ketangguhan yang 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. Propeller kapal**  
(<http://perikanan38.blogspot.com>)

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( Slamet. S dan Qomaruddin, 2019; Taufikurrahman, dkk, 2005). Metode yang lain juga dapat digunakan untuk meningkatkan sifat kuningan, salah satunya adalah metode *shot peening*. 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 Cu35Zn 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

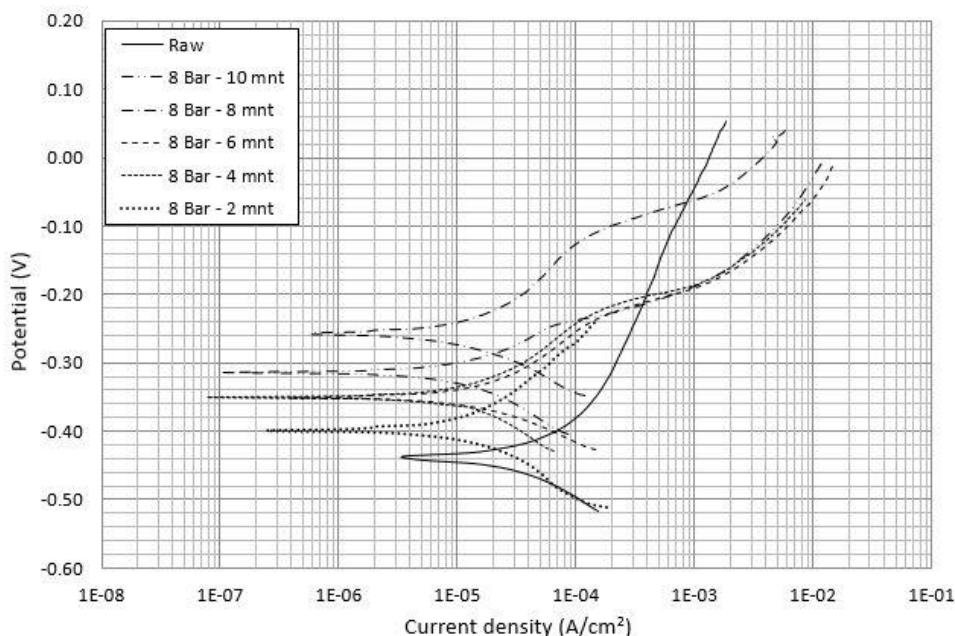
Proses *shot peening* pada penelitian ini menggunakan empat variasi durasi penembakan yaitu 0, 2, 4, 6, 8 dan 10 menit dengan mengatur tekanan kompresor sebesar 8 bar serta menggunakan bola baja berukuran 0,5 mm dengan kekerasan steel shot sebesar 40-50 HRC. Jarak tembak antara nozzle dengan permukaan 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 1. Tafel polarisasi resistant material kuningan *non-treatment* (raw) dan material kuningan setelah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4, 6, 8 dan 10 menit.**

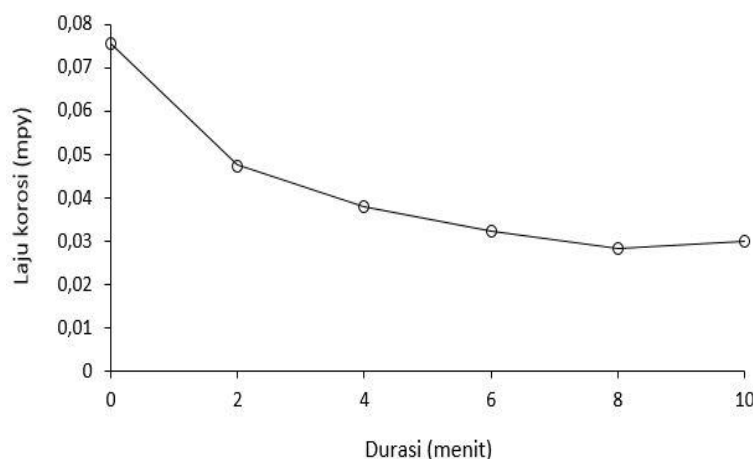
Tabel 1 dapat diamati bahwa permukaan yang dihasilkan proses *shot peening* berpengaruh terhadap nilai laju korosi. Terlihat bahwa nilai laju korosi cenderung menurun dengan adanya proses *shot peening*. Proses tumbukan bola baja pada permukaan kuningan secara terus-menerus mengakibatkan peningkatan kerapatan butir pada permukaan kuningan. Semakin rapat butir pada permukaan, menyebabkan serangan korosi pada batas butir semakin terhambat. Hal ini yang menyebabkan permukaan kuningan menjadi lebih tahan korosi. Lapisan permukaan kuningan yang terpengaruh *shot peening* menjadi lapisan pelindung bagi logam kuningan pada bagian dalamnya.

**Tabel 1. Nilai laju korosi raw material dengan material yang telah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4, 6, 8 dan 10 menit.**

| Durasi (mnt) | I <sub>corr</sub> (μA) | E <sub>corr</sub> (mV) | Densitas (gram/cm <sup>3</sup> ) | Equivalent Weight | Laju Korosi (mpy) |
|--------------|------------------------|------------------------|----------------------------------|-------------------|-------------------|
| 0            | 22                     | -436                   | 8.73                             | 0.23              | 0.075691          |
| 2            | 14                     | -278                   | 8.73                             | 0.23              | 0.047373          |
| 4            | 11                     | -352                   | 8.73                             | 0.23              | 0.037769          |
| 6            | 9                      | -400                   | 8.73                             | 0.23              | 0.032137          |
| 8            | 8                      | -314                   | 8.73                             | 0.23              | 0.028317          |
| 10           | 9                      | -349                   | 8.73                             | 0.23              | 0.029989          |

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 logam kuningan 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 (Priyambodo, dkk., 2018; Slamet, dkk., 2018). Adanya cacat porositas yang dimungkinkan terdapat pada permukaan material dapat diminimalisir oleh proses *shot peening*. Nilai laju korosi *shot peening* optimal pada durasi 8 menit. Apabila ditambahkan lagi durasinya, maka nilai laju korosi akan kembali meningkat. Hal ini disebabkan adanya *over shot peening* yang dapat merusak permukaan kuningan yang dilakukan proses *shot peening*.



**Gambar 2.** Nilai laju korosi material kuningan *non-treatment (raw)* dan material kuningan setelah dilakukan proses *shot peening* durasi 2, 4, 6, 8 dan 10 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).

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

#### 4. KESIMPULAN

Proses *shot peening* pada permukaan material kuningan Cu35Zn dapat meningkatkan ketahanan korosi dalam media 3,5%NaCl. Ketahanan korosi dapat ditingkatkan sekitar 2,7 kali lipat dari *raw* material yaitu sebesar 0,028 mpy. *Shot peening* dengan jarak tembak 100 mm, dan durasi 8 menit dapat menjadi rujukan sebagai proses *surface treatment* untuk meningkatkan ketahanan korosi pada material Cu35Zn. Namun demikian, perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mendapatkan sifat material lebih unggul dengan cara memberikan variasi tekanan tembak pada proses *shot peening*.

#### 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, Volume 1, 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.
- Priyambodo, B.H., Slamet, S., Suhartoyo dan Sriyanto, (2018). Peningkatan Ketahanan Korosi pada Permukaan Cu40Zn dengan Proses Shot Peening Variasi Tekanan Tembak. *Prosiding SNATIF Ke-5*, ISBN: 978-602-1180-86-0, pp.655-660.
- 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.
- Slamet, S. dan Qomaruddin, (2019), Karakterisasi bilah gamelan berbahan kuningan Cu22Zn melalui proses HPDC dan hot forging, *Jurnal Metalurgi dan Material Indonesia*. ISSN: 2654-4962, Vol. 2, No. 2.
- Slamet, S., Priyambodo, B.H., Suhartoyo dan Yaqin, R.I., (2018). Pengaruh Durasi Waktu Shot Peening pada Permukaan Logam Kuningan terhadap Ketahanan Korosi. *Prosiding SNATIF Ke-5*, ISBN: 978-602-1180-86-0, pp. 661-666.
- Sumarsam, (2002), Introduction to Javanese gamelan notes for music 451 (Javanese gamelan-beginners), Wesleyan University, Middletown.
- Surdia, T., Chijiwa, 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, Universitas 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>