

Analisa Sifat Mekanik Material Tembaga-Seng Sebagai Alternatif Pengganti Bantalan Gelinding pada Lori Pengangkut Buah Sawit

Tendiardhi¹, Suheni², Sukendro Broto Sasongko³
Teknik Mesin, Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya^{1,2,3}
e-mail: ssasongko619@gmail.com³

ABSTRACT

Copper (Cu) is one of the most widely used non-ferrous metals in construction and machinery. Copper and its alloys offer several advantages, such as high corrosion resistance, ease of fabrication, resistance to rust, and non-magnetic properties. This experimental research builds upon previous studies that investigated varying zinc additions (32%, 34%, 36%, and 38%) and found the highest hardness value at 66 HRB. It examined the effects of zinc additions of 10%, 30%, and 50%, combined with pouring temperatures of 960°C, 1020°C, and 1080°C. The highest Vickers hardness value occurred at 1080 °C with a 50% zinc addition, resulting in a hardness of 156.93 kgf/mm². Observations of the microstructure revealed that prolonged solidification time reduced the impurity content in the copper alloy. Additionally, increasing the pouring temperature and extending the pouring time significantly decreased the hardness of the copper.

Keywords: electric motorbike battery, BLDC motor, speed

ABSTRAK

Salah satu logam non-ferro yang paling banyak digunakan dalam konstruksi dan permesinan adalah Tembaga (Cu). Tembaga beserta paduan nya dapat menghasilkan beberapa kelebihan seperti ketahanan korosi yang tinggi, mudah dibuat, tidak mudah berkarat, dan tidak bersifat magnetik. Penelitian kali ini dapat disebutkan dengan penelitian eksperimen dikarenakan dari penelitian yang sebelumnya sudah terdapat bahwasan nya dengan penambahan variasi unsur seng 32%, 34%, 36%, dan 38% mendapatkan hasil tertinggi yakni dengan nilai 66 HRB. Namun di penelitian yang akan saya teliti, penambahan unsur seng 10%, 30%, dan 50% maupun ditambah dengan pengaruh temperatur tuang 960°C, 1020 °C, dan 1080°C yang dapat menghasilkan nilai tertinggi pada kekerasan vickers yakni dengan temperatur 1080°C dan penambahan unsur seng 50% yang menghasilkan nilai 156,93 kgf/mm². Dan hasil observasi gambar struktur mikro mengungkapkan bahwa semakin lama proses pembekuan coran, kandungan impuritas pada paduan tembaga mengalami penurunan. Peningkatan suhu saat pengecoran dan waktu pengecoran yang lebih panjang secara signifikan mengurangi tingkat kekerasan tembaga.

Kata kunci: electric motorbike battery, BLDC motor, speed.

PENDAHULUAN

Pengecoran logam adalah proses mencairkan logam dan menuangkannya ke dalam cetakan [1]. Cara ini dapat digunakan untuk membuat benda dengan bentuk yang rumit. Benda berlubang yang sangat besar, yang sangat sulit dan mahal jika dibuat dengan metode lain, dapat dibuat secara massal dan sangat hemat menggunakan teknik pengecoran yang tepat. Pengecoran logam dapat digunakan untuk berbagai jenis logam, seperti besi, baja paduan tembaga (seperti perunggu, kuningan, almunium, dan sebagainya), baja ringan (seperti almunium, magnesium, dan sebagainya), dan paduan lain (seperti seng, monel, yang merupakan paduan nikel dengan sedikit tembaga), hasteloy (paduan yang mengandung molibdenium, chroum, dan silikon), dan sebagainya [4-8]. Banyak karya seni rupa telah dibuat di Indonesia sebagai bukti kekayaan seni budayanya yang dituangkan melalui ide kreatif. Ada dua jenis seni rupa: seni murni dan seni rupa terapan. Seni murni adalah seni rupa yang dibuat hanya untuk dinikmati keindahannya. Seni rupa terapan adalah seni rupa yang dapat digunakan untuk hal-hal sehari-hari selain untuk dinikmati keindahannya. Misalnya, produk yang terbuat dari logam, keramik, kayu, dan lain-lain akan diteliti. Cor logam di daerah Trowulan sangat beragam dalam jenis dan modelnya, dan dibuat bukan hanya patung tetapi juga produk fungsional [2]. Pengecoran paduan Cu-Zn adalah proses pembuatan benda coran yang terdiri dari logam tembaga (Cu) dan seng (Zn) sebagai bahan dasar. Proses ini dimulai dengan mencampurkan

tembaga murni dengan seng daur ulang hingga mencapai titik peleburan paduan Cu-Zn. Setelah itu, campuran cair dimasukkan ke dalam cetakan dan dingin hingga menjadi benda coran [4].

Pengecoran pasir silika adalah teknik pengecoran. Proses pengecoran pasir terdiri dari menempatkan logam panas pada cetakan dan menunggu hingga logam dingin. Kemudian, coran yang sudah jadi diambil dan sisa-sisa dibersihkan. Pengecoran pasir mengurangi risiko kerusakan pada material yang dihasilkan karena sangat fleksibel dan cepat menyusut selama proses pendinginan. Sangat murah untuk dibuat dan dapat digunakan untuk mencampur bahan besi dan non-besi dengan kapasitas yang cukup. Masyarakat telah mempelajari teknik pengecoran logam. Ilmu pengecoran logam terus berkembang. Pengecoran logam sentrifugal, pengecoran investasi, dan pengecoran pasir adalah beberapa metode yang telah diciptakan dan terus dikembangkan. Metode pengecoran memungkinkan pembuatan komponen dengan menuangkan bahan cair ke dalam cetakan. Bahan-bahan ini bisa metal atau non-metal. Suatu dapur, juga dikenal sebagai dapur kupola, diperlukan untuk mencairkan bahan. Dalam cairan padat yang mencapai titik cair, campuran bahan seperti tembaga, chrom, dural, silikon, titanium, magnesium, seng, dan aluminium dapat ditambahkan [1-8].

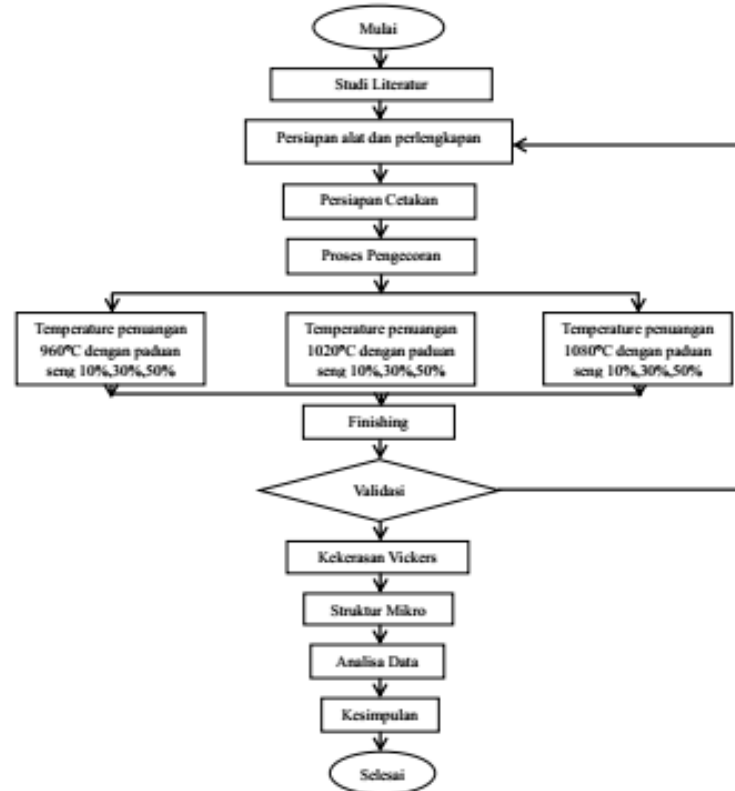
TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian pada pengaruh penambahan seng (Zn) terhadap kekerasan dan struktur mikro pada paduan tembaga-seng (Cu-Zn) pada proses pengecoran telah dilakukan peneliti-peneliti terdahulu [1]. pengujian kekerasan Rockwell B (HRB) dengan beban 100 kgf dan diameter. Pengujian dilakukan dengan 5 indentasi pada permukaan spesimen. Nilai kekerasan paduan Cu-Zn dengan penambahan unsur seng meningkatkan harga kekerasan material. Penambahan seng menyebabkan fasa alfa akan mengalami penurunan. Nilai kekerasan material 38% Zn yaitu 66 HRB dan 52,2% HRB pada tanpa penambahan Zn. Penelitian tentang efek penambahan unsur seng 32 % pada material yang dilebur dengan temperatur 1100°C dan diannealing pada temperatur berbeda [2]. Komposisi material baku adalah Ni (0.72%), Fe (0.65%), Pb (0.45%), Zn (32.76%), Cr (0.02%), Co (0.04%) Mn (0.05%) dan Sn (0,84%). Kekerasan HRB pada variasi temperature annealing adalah 250°C sebesar 60.20 HRB, temperature 350°C sebesar 59.20 HRB, temperature 450°C sebesar 58.88 HRB dan untuk row material sebesar 58.00 HRB. Penelitian dampak penambahan unsur seng juga pernah dilakukan pada penambahan 11,8% Zn [3] pada unsur tembaga. Hasil penelitian menunjukkan angka kekerasan Brinell 60, keausan 0,000013 gr/min dan material dapat bertahan selama 4 bulan pada operasional 8 jam perhari.

METODE

Gambar 1 menunjukkan alur penelitian. Dimana, penelitian menggunakan 2 variabel bebas dengan pengaruh temperature tuang dan variasi penambahan seng. Untuk temperature tuangnya terbagi menjadi 3 sub variabel yakni 960°C, 1020°C, dan 1080°C. Dan untuk variabel yang berikutnya terhadap variasi penambahan seng terbagi menjadi 3 sub variabel juga yakni 10%, 30%, dan 50% Sehingga pengujian ini merupakan klasifikasi satu arah guna dapat memfasilitasi dalam pengujian dan menganalisa data hasil percobaan oleh karena itu, desain berikut dibuat. Rancangan desain eksperimen ditunjukkan pada Tabel 1.

Adapun material uji dan peralatan yang dibutuhkan adalah tembaga dengan kadar 95%. Seng Zn berfungsi sebagai penambah unsur logam tembaga untuk penelitian ini. Tungku krusibel digunakan sebagai tempat peleburan tembaga. Gas elpiji merupakan suatu bahan bakar utama untuk meyalakan api untuk memanaskan tungku. Tang jepit merupakan suatu alat yang berfungsi sebagai pembuka tungku krusibel dan bisa digunakan pada saat pengambilan spesimen yang telah dileburkan. Pasir *molding* menggunakan pasir Mojokerto sebagai dasar dari media cetakan untuk cairan tembaga (Cu) yang sudah dileburkan. *Ladle* peleburan berkapasitas 1 kg adalah tempat untuk peleburan tembaga-seng.



Gambar 1. Flowchart penelitian.

Tabel 1. Desain eksperimen.

Variasi Temperature	Variasi penambahan seng	Kode	Pengujian	
960°C	10%	A1	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	30%	A2	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	50%	A3	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
1020°C	10%	B1	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	30%	B2	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	50%	B3	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
1080°C	10%	C1	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	30%	C2	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro
	50%	C3	Kekerasan Vickers	Struktur Mikro

HASIL DAN PEMBAHASAN

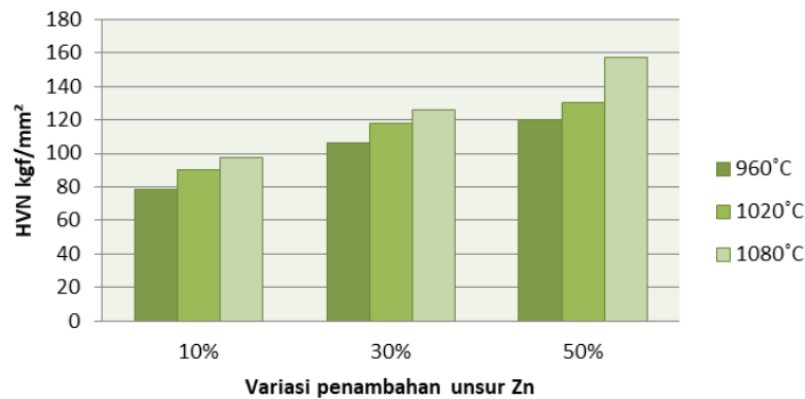
Hasil pengujian kekerasan material pada suhu 960°C, 1020°C, dan 1080°C dengan penambahan variasi 10%, 30%, dan 50% ditunjukkan pada Tabel 2. Dari hasil pengujian terlihat efek penambahan Zn dengan kadar yang berbeda pada kekerasan tembaga. Nilai kekerasan tembaga meningkat seiring dengan penambahan kadar Zn. Kemudian efek temperatur peleburan juga memberikan kontribusi positif pada nilai kekerasan permukaan tembaga yang ditunjukkan kenaikan harga kekerasan mendekati 10 persen lebih tinggi dari pada material tembaga murni. Perubahan nilai kekerasan pada material tembaga ditunjukkan pada Gambar 2. Dimana variasi temperatur peleburan selain memberikan kenaikan pada harga kekerasan

tembaga juga ditunjukkan pada efek pengaruh penambahan kadar Zn. Pada kasus ini, penambahan Zn dengan kadar 50% memimpin tingkat kekerasan tembaga paduan dibandingkan dengan hasil pengujian pada tambahan Zn 10% dan 30%. Hasil tersebut mampu menjelaskan fungsi material Zn mampu memberikan peningkatan sifat mekanik pada batas butir kristal CuZn. Nilai kekerasan kristal CuZn lebih unggul dibandingkan dengan Cu.

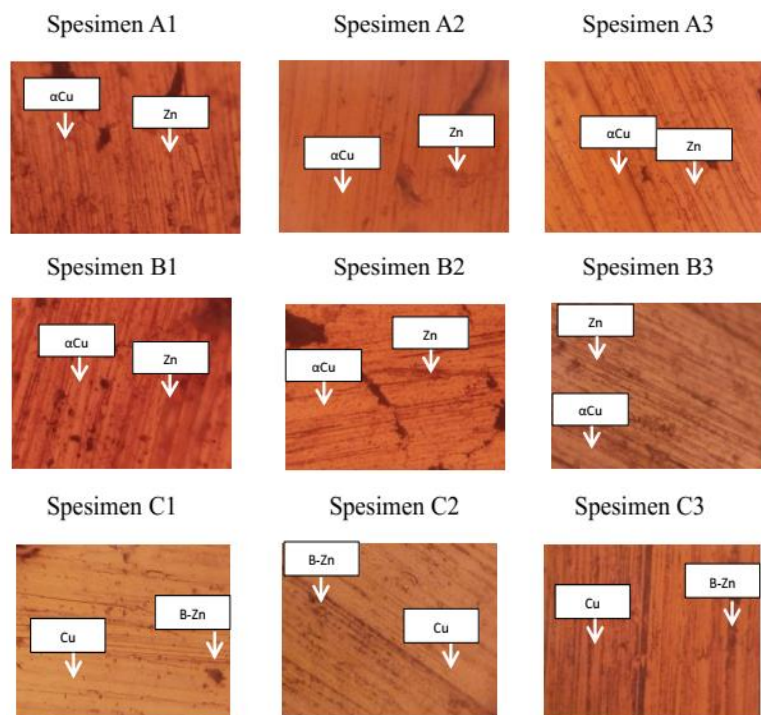
Pengamatan pada struktur mikro memperlihatkan bentuk kristal CuZn yang nampak pada Gambar 3. pembesaran optik menggunakan magnifikator 100x. Secara visual terlihat jejak struktur mikro. Hasil foto membuktikan bahwa serabut Zn didalam kristal Cu cenderung lebih halus pada hasil peleburan dengan temperatur diatas 1000 derajat. Dampaknya mampu memperbaiki kekerasan tembaga pada level yang lebih tinggi. fase alfa (α) diperoleh dengan penambahan 10% unsur. Fase ini ditandai dengan keuletan tinggi, dan kekerasan rendah. Selain itu, struktur ini lunak dan memiliki kemampuan cetakan yang baik. Untuk semua paduan alfa (α) fase tunggal, pemadatan dimulai dengan pembentukan dendrit ketika proses pendinginan dimulai di bawah suhu likuid. Ketika suhu menurun, morfologi struktur mikro berubah. Fase alfa terjadi pada komposisi paduan Cu-30% Zn. Pada gambar ini, jumlah fase α meningkat. Dengan bertambahnya komposisi seng pada diagram Cu-Zn, luas area pembentukan fasa α menyeluruh. Struktur β adalah fase penguat. Paduan ini menunjukkan nilai kekerasan yang lebih tinggi dari pada paduan dengan komposisi seng yang lebih rendah. Paduan Cu 50% Zn terlihat jelas fasa β . Gambar 3 menunjukkan perbedaan struktur mikro dibandingkan dengan paduan komposisi seng yang lebih rendah. Jumlah fase β meningkat dan fase α berkurang. Semakin banyak fase β yang muncul dan mulai menyebar ke seluruh struktur mikro paduan. Dalam keadaan ini, kekerasan paduan meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah partikel fase β . Semakin besar jumlah β maka akan mempengaruhi sifat kekerasan sampel. Hasil nilai kekerasan selama ini menunjukkan bahwa komposisi yang mengandung 50% Zn mempunyai nilai kekerasan tertinggi.

Tabel 2. Hasil pengujian kekerasan

Spesimen	Variasi Penambahan Seng (%)	Temperature (°C)	Kekerasan Rata-rata (kgf/mm ²)
A1	10%	960°C	78.31
B1		1020°C	90.01
C1		1080°C	97.16
A2	30%	960°C	105.88
B2		1020°C	117.71
C2		1080°C	125.64
A3	50%	960°C	120.05
B3		1020°C	130.09
C3		1080°C	156.93



Gambar 2. Efek penambahan kadar Zn pada variasi temperatur peleburan yang berbeda.



Gambar 3. Jejak visual struktur mikro kristal Cu dan Zn.

KESIMPULAN

Berikut ini adalah kesimpulan dari pengujian yang dilakukan terhadap pengaruh temperature dan penambahan variasi seng terhadap kekerasan cor Tembaga yang telah dibuat:

1. Hasil uji kekerasan vickers di atas menunjukkan bahwa setiap material yang mengalami proses pengecoran memiliki kekerasan yang berbedabeda dan kekerasan yang berubah-ubah. Hasil suhu menunjukkan bahwa material dengan nilai kekerasan tertinggi pada Temperature 1080°C dengan variasi 50% seng dengan nilai 156,93 kgf/mm².
2. Hasil pengamatan foto struktur mikro menunjukkan bahwa proses pembekuan coran yang lama menyebabkan kandungan impuritas pada tembaga paduan menurun. Suhu tuang yang lebih tinggi dan waktu tuang yang lebih lama menyebabkan kekerasan tembaga menurun.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gunawan P.S. Hutahaean, "Pengaruh Penambahan Seng (Zn) Terhadap Kekerasan Dan Struktur Mikro Paduan Tembaga-Seng Melalui Proses Pengecoran," 2015.

- [2]. A. Manap and I. Dewa Ketut Okariawan, "PENGARUH PENAMBAHAN MATERIAL SENG (Zn) Pada Aluminium Skrap Terhadap Kekerasan Dan Impact Setelah Perlakuan Panas," no. 62, pp. 1–8, 2017.
- [3]. A. Nasution, A. Ibrahim, J. Jufriadi, and S. Syamsuar, "Analisa Paduan Cu-Zn Tanpatimbal Setelah Proses Annealing," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 38, 2021, doi: 10.30811/jmst.v5i1.2142.
- [4]. Ian Hardianto S., Safei Safei, and Taufikurrahman Taufikurrahman, "Analisa Sifat Mekanik Bahan Paduan Tembaga-Seng Sebagai Alternatif Pengganti Bantalan Gelinding pada Lori Pengangkut Buah Sawit," *J. Tek. Mesin*, vol. 7, no. 2, pp. 77–84, 2005, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/mes/article/view/16423>.
- [5]. A. H. Sulaymon, S. A. M. Mohammed, and A. H. Abbar, "Characterization and electrochemical preparation of thin films of binary heavy metals (Cu-Pb,Cu-Cd,Cu-Zn) from simulated chloride wastewaters," *Int. J. Electrochem. Sci.*, vol. 9, no. 11, pp. 6328–6351, 2014, doi: 10.1016/s1452-3981(23)10891-1.
- [6]. K. Kamil and M. Halim Asiri, "Karakteristik Mekanis Tembaga Hasil Pengecoran Dengan variasi Waktu Fase Solidifikasi," *J. Tek. Mesin FT-UMI*, vol. 4, no. 1, 2022.
- [7]. S. Bahri, "62.-Samsul-Bahri-Jobsheet-Pengujian-Kekerasan-Metode-Vickers," *Penguji. Kekerasan Metod. Vickers*, 2020.
- [8]. G. P. S. Hutahaeen, "PENGARUH PENAMBAHAN SENG (Zn) TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN TEMBAGA–SENG (Cu-Zn) MELALUI PROSES PENGECORAN," *Inst. Teknol. Sepuluh Nop.*, pp. 1–4, 2018.