

EFEK PERLAKUAN PANAS TERHADAP KEKERASAN DAN STRUKTUR MIKRO PADA PADUAN KUNINGAN (Cu-30Zn)

Arroyyan¹, Akhyar Ibrahim^{2*}, Hamdani²

¹Mahasiswa Program Studi Teknologi Rekayasa Manufaktur
Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Lhokseumawe

²Dosen Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Medan-Banda Aceh Km.280 Buketrata

*Penulis Korespondensi: akhyaris@yahoo.com

Abstract

Kuningan adalah logam yang merupakan campuran dari tembaga (Cu) dan seng (Zn). Tembaga merupakan komponen penyusun utama dari kuningan. Kuningan memiliki sifat warna yang bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup, radiator, alat musik, aplikasi kapal laut, dan *casing cartridge* untuk senjata api. Penelitian ini menggunakan material paduan kuningan (Cu-30Zn). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan paduan kuningan dan struktur mikro permukaan yang terdapat pada material paduan kuningan (Cu-30Zn). Sifat-sifat ini sangat berpengaruh terhadap kualitas produk material paduan kuningan. Analisa data menunjukkan bahwa dari hasil pengujian kekerasan mikro vikers didapatkan untuk variasi temperatur *annealing* adalah pada temperatur 200°C yaitu sebesar 96,92 HV, temperatur 300°C sebesar 88,48 HV, temperatur 400°C sebesar 84,06 HV dan untuk *raw* material sebesar 101,92 HV

Keywords : Kuningan (CuZn), *Annealing*, kekerasan, struktur mikro permukaan.

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Perlakuan panas adalah suatu proses pemanasan dan pendinginan material dalam keadaan padat untuk mengubah sifat-sifat mekaniknya. Melalui perlakuan panas yang tepat, tegangan dapat dihilangkan, ukuran butir dapat diperbesar atau diperkecil. Selain itu, kekuatan ditingkatkan atau dapat dihasilkan suatu permukaan yang keras disekeliling inti yang ulet. Untuk memungkinkan perlakuan panas yang tepat, komposisi material paduan harus diketahui karena perubahan komposisi kimia, dapat mengakibatkan perubahan sifat-sifat fisis. *Annealing*, *normalizing*, *hardening*, dan *tempering* adalah beberapa perlakuan panas yang sering dimanfaatkan untuk memodifikasi struktur mikro dan sifat mekanik dari sebuah material.

Kuningan memiliki sifat warna kekuningan yang bervariasi dari coklat kemerahan gelap hingga ke cahaya kuning keperakan tergantung pada jumlah kadar seng. Paduan ini digunakan dalam berbagai industri, seperti otomotif, elektronik, manufaktur dan mesin, karena koefisien gesekannya yang sangat rendah, ketahanan korosi yang sangat baik. Kuningan sangat mudah untuk dibentuk ke dalam berbagai bentuk, sebuah konduktor panas yang baik, dan umumnya tahan terhadap korosi dari air garam. Karena sifat-sifat tersebut, kuningan kebanyakan digunakan untuk membuat pipa, tabung, sekrup,

radiator, alat musik, aplikasi pada kapal laut, dan *casing cartridge* untuk senjata api.[1]

Komposisi kimia paduan CuZn30 konvensional biasanya diproduksi untuk selongsong peluru, *plumbing*, *tubing*, dan lain-lain. Perlu diberikan unsur paduan tambahan antara lain Sn, Pb, Si, Mn dan Fe yang dijaga dibawah 0,05% beratnya, untuk memberikan keuletan setinggi mungkin untuk kemampuan penarikan dalam terbaik. Namun kuningan tanpa timbal dapat menurunkan *machinability* secara signifikan, karena *machinability* kuningan yang baik biasanya mengandung 1,5 – 3% Pb.[2]

Dikarenakan sifat mekaniknya bermacam ragam, suatu logam paduan khususnya kuningan sangat penting untuk diketahui. Dengan mengetahui sifat mekanik suatu material paduan kuningan dengan perlakuan panas *annealing*, maka kita dapat menggunakan paduan logam tersebut sesuai dengan kebutuhan tanpa mengesampingkan sifat dan kondisi paduan logam tersebut, kuningan yang telah melalui proses *annealing* (pemanasan dan pendinginan perlahan) sering digunakan dalam berbagai aplikasi karena proses ini dapat meningkatkan sifat-sifat tertentu dari material tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diketahui bahwa dapat dirumuskan permasalahan yaitu, bagaimana pengaruh perlakuan panas menggunakan proses *annealing* dengan variasi temperatur *annealing* 200°C, 300°C dan 400°C pada paduan kuningan (Cu-30Zn) dan perlu dilakukan kajian dari proses *annealing* agar mengetahui pengaruh terhadap kekerasan, dan struktur mikro permukaan pada paduan kuningan (Cu-30Zn).

1.3 Manfaat

Sebagai acuan penelitian berikutnya khususnya dalam perlakuan panas *annealing* dengan variasi temperatur pada kuningan (Cu-30Zn) dan sebagai referensi penelitian yang relevan dan dapat dipergunakan sebagai masukan bagi praktisi dalam bidang perlakuan panas menggunakan metode *annealing treatment*.

2. Metode Penelitian

2.1 Waktu dan Tempat

Waktu untuk dilaksanakan penelitian mulai bulan Februari sampai Agustus 2024. Tempat penelitian sebagai berikut :

1. Proses pemotongan spesimen dilakukan di Labotarium Teknologi Mekanik Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
2. Pengujian mikro *hardness* vikers dilakukan di Labotarium Uji Material Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Lhokseumawe.
3. Pengujian Struktur Mikro Permukaan (SEM) dilakukan di Labotarium Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Lhokseumawe.

2.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat yang digunakan untuk dilaksanakan penelitian ini sebagai berikut :

1. Gerinda
2. Jangka sorong
3. Dapur Pemanasan (*Furnace*)
4. Alat uji kekerasan Mikro Vikers
5. Alat uji SEM
6. *Stopwatch*
7. Tang
8. Kertas amplas
9. Kacamata
10. Sarung tangan

Adapun bahan yang digunakan untuk dilaksanakan penelitian ini adalah material Paduan Kuningan (Cu-30Zn).

2.3 Tahapan Penelitian

2.3.1 Persiapan Sampel Uji Paduan Kuningan (Cu-30Zn)

Persiapan sampel uji adalah dengan melakukan penyesuaian dimensi paduan kuningan (Cu-30Zn) dengan cara dilakukan pemotongan dengan menggunakan gerinda potong sesuai dengan dimensi yang telah ditentukan, yaitu panjang 20mm, lebar 20mm, dan dengan tebal 1,5 mm. Seperti pada gambar 2.1 berikut.



Gambar 2.1 Sampel Uji Kekerasan

2.3.2 Proses *Annealing*

Annealing adalah proses pemanasan material sedikit di atas suhu kritis yang dibiarkan sampai suhu merata dan disusul dengan pendinginan secara perlahan-lahan sambil dijaga agar temperatur di bagian luar dan dalam kira-kira sama. Tujuan proses ini adalah mengurangi internal *stress*, menghaluskan butiran, mengurangi kekerasan (pelunakan material) sehingga setelah proses ini diperoleh sifat yang lebih plastis dan ulet. Sifat tersebut membuat benda kerja dapat dengan mudah dikerjakan oleh mesin dan kemudian dapat dikeraskan kembali. Struktur yang tidak seragam dan tegangan dalam akibat pengerjaan *roll* atau tempa pun dapat diatasi.[3] Selama proses rekristalisasi berlangsung, sifat-sifat mekanis, seperti kekerasan dan kekuatan menurun. Akibatnya, logam menjadi lebih lunak, lemah, dan ulet. Proses rekristalisasi merupakan proses yang bergantung pada waktu dan temperatur, temperatur 200°C-500°C adalah temperatur rekristalisasi untuk memperhalus butir.[4]

Berikut adalah tahapan proses perlakuan panas *annealing* sebagai berikut :

1. Siapkan benda kerja atau spesimen.
2. Masukkan benda kerja ke dalam dapur pemanas (*Furnace*).
3. *Setting* dapur pemanas dengan temperatur *annealing* (200°C, 300°C, dan 400°C) dengan durasi *holding time* selama 30 Menit.
4. Setelah suhu *annealing* dan *holding time* tercapai, benda kerja dikeluarkan dari dapur pemanas.
5. Benda kerja di dinginkan dengan udara secara perlahan-lahan.

2.3.3 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan dengan menggunakan mesin uji kekerasan *Micro hardness Tester* FM-800 dan harga kekerasan dinyatakan dalam HV. Tujuan pengujian ini untuk mengetahui perbedaan kekerasan permukaan pada *raw* material dan material yang telah dilakukan proses perlakuan panas *annealing*.

2.3.4 Pengujian Struktur Mikro Permukaan

Setelah melalui proses perlakuan panas *annealing* dan uji kekerasan, benda uji dilakukan pengamatan permukaan untuk diamati perubahan struktur mikro permukaan pada permukaan material paduan kuningan (Cu-30Zn). Pengujian struktur mikro permukaan menggunakan mesin uji *Morphology Scanning Electron Microscope* JEOL seri JSM-651OLA.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Proses Penelitian

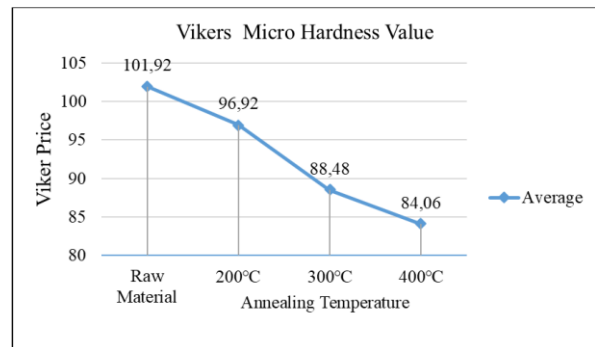
Dalam penelitian ini dilakukan proses perlakuan panas pada material paduan kuningan (Cu-30Zn) dengan variasi temperatur 200°C, 300°C dan 400°C dengan *Holding Time* 30 menit. Dari hasil perlakuan panas tersebut untuk mengetahui nilai kekerasan dan struktur mikro permukaan dilakukan pengujian mekanik *hardness* mikro vikers dan pengujian *morphology scanning electron microscope* (SEM) yang bertujuan untuk mengetahui nilai kekerasan dan *surface* morfologi pada material paduan kuningan Cu-30Zn.

3.2 Hasil Data Pengujian Kekerasan

Adapun data hasil uji kekerasan pada proses perlakuan panas kelompok variasi tanpa perlakuan panas, perlakuan panas temperatur 200°C, 300°C dan 400°C, seperti yang terlihat pada tabel 3.1 dibawah ini.

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian *Hardness Micro Vickers*

Test Material	Vickers Micro Hardness Value					Average
	1	2	3	4	5	
Bahan Uji						
Kuningan Cu-30Zn Raw Material	113,30	98,40	98,60	86,40	112,90	101,92
Kuningan Cu-30Zn Temperature 200°C	141,80	96,40	77,60	86,20	82,60	96,92
Kuningan Cu-30Zn Temperature 300°C	100,20	82,60	85,20	78,80	95,60	88,48
Kuningan Cu-30Zn Temperature 400°C	96,90	88,20	87,00	84,90	63,30	84,06



Gambar 3.1 Grafik harga kekerasan rata-rata paduan Cu-30Zn

Gambar grafik diatas menunjukkan perbandingan nilai kekerasan antara kuningan Cu-30Zn yang belum mengalami perlakuan panas *annealing*, perlakuan panas temperatur 200°C, 300°C dan 400°C. Pada kuningan *raw material* memiliki nilai kekerasan 101,92 HV, pada temperatur 200°C memiliki nilai kekerasan 92,96 HV, pada temperatur 300°C memiliki nilai kekerasan 88,84 HV, dan pada temperatur 400°C memiliki nilai kekerasan 84,06 HV.

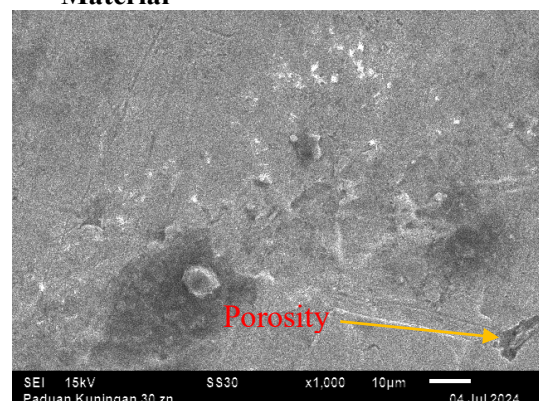
Dari gambar grafik diatas dapat diketahui bahwa pengaruh kenaikan temperatur dari proses *annealing heat treatment* dapat berpengaruh pada nilai kekerasan kuningan Cu-30Zn yang dilakukan perlakuan panas.

3.3 Hasil Data Pengujian Struktur Mikro Permukaan

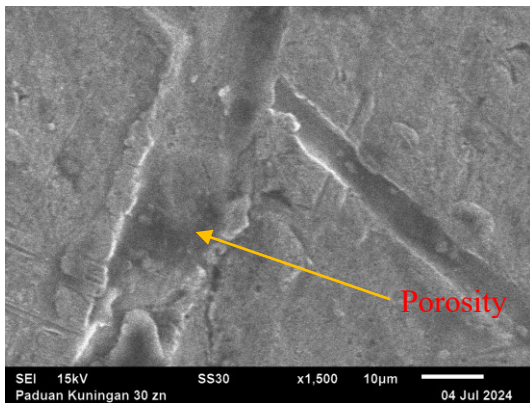
Pengamatan struktur mikro ini bertujuan sebagai perbandingan struktur mikro permukaan pada raw material dan material setelah perlakuan panas *annealing*. Pembesaran yang digunakan yaitu pembesaran 1,000x dan 1,500x.

Adapun data hasil uji morfologi pada proses perlakuan panas kelompok variasi tanpa perlakuan panas, perlakuan panas temperatur 200°C, 300°C dan 400°C, seperti yang terlihat pada data dibawah ini.

3.3.1 Struktur Mikro Permukaan Pada Raw Material



(a) Zoom 1,000x

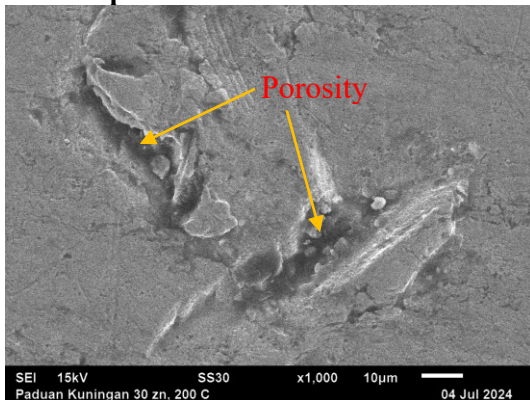


(b) Zoom 1,500x

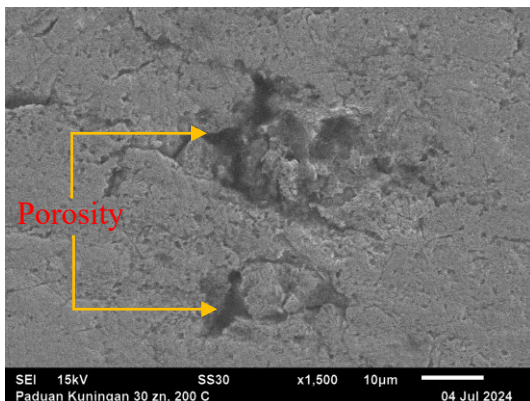
Gambar 3.2 Struktur permukaan paduan kuningan Cu-30Zn raw material

Pada gambar 3.2 (a dan b) menunjukkan adanya *Porosity* pada raw material, Porositas pada mikrostruktur paduan kuningan merujuk pada keberadaan rongga atau lubang-lubang kecil dalam material yang dapat memengaruhi sifat fisik dan mekanik paduan tersebut.

3.3.2 Struktur Mikro Permukaan Pada Temperatur 200°C



(a) Zoom 1,000x



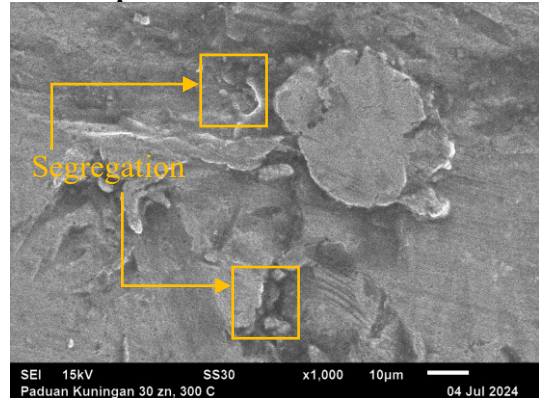
(b) Zoom 1,500x

Gambar 3.3 Struktur permukaan paduan kuningan Cu-30Zn temperatur 200°C

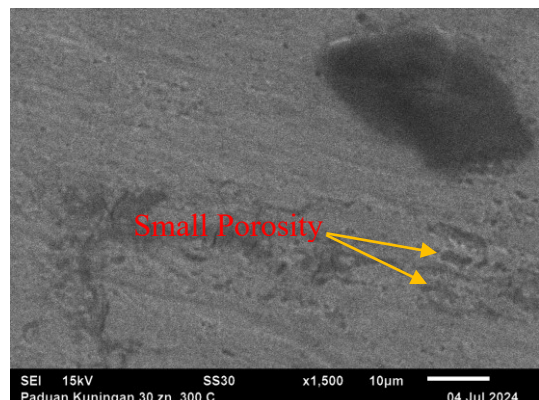
Pada gambar 3.3 (a dan b) menunjukkan *Porosity* pada paduan kuningan, hal ini adalah

fenomena dimana paduan kuningan mengalami deformasi yang mudah dijumpai dipermukaan yang datar dan paralel dengan bidang kristalografi tertentu.

3.3.3 Struktur Mikro Permukaan Pada Temperatur 300°C



(a) Zoom 1,000x

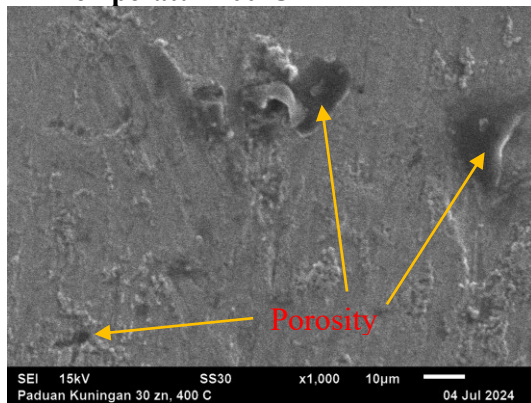


(b) Zoom 1,500x

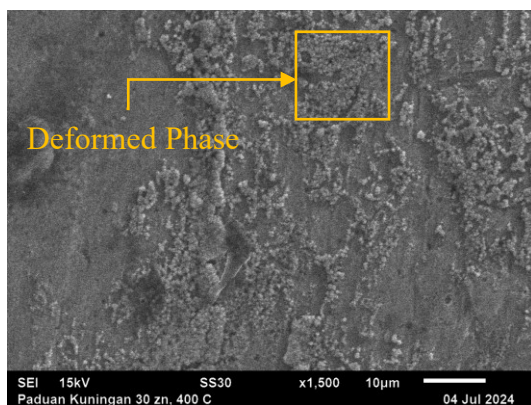
Gambar 3.4 Struktur permukaan paduan kuningan Cu-30Zn temperatur 300°C

Pada gambar 3.4 (a) menunjukkan *Segregation* merujuk pada proses pemecahan unsur, yang merupakan bentuk kristalin. Unsur yang memiliki struktur berlapis dimana lapisan-lapisan tersebut diikat oleh gaya yang lemah. Ketika unsur terbelah, ia dengan mudah terpisah sepanjang lapisan-lapisan ini, menghasilkan struktur yang licin dan berlapis. Sedangkan (b) didapati *Small Porosity* pada paduan kuningan merujuk pada pola rongga atau lubang-lubang kecil dalam material yang dapat memengaruhi sifat fisik dan mekanik paduan tersebut atau struktur yang terbentuk di permukaan paduan akibat proses pemrosesan, seperti pengelasan, pemotongan, atau deformasi permukaan.[5]

3.3.4 Struktur Mikro Permukaan Pada Temperatur 400°C



(a) Zoom 1,000x



(b) Zoom 1,500x

Gambar 3.5 Struktur permukaan paduan kuningan Cu-30Zn temperatur 400°C

Pada gambar 3.5 (a) menunjukkan *Porosity*, Porositas pada paduan kuningan dapat disebabkan oleh berbagai faktor yang berkaitan dengan proses manufaktur dan kondisi lingkungan. Salah satu penyebab utama adalah proses pengecoran, di mana gas yang terperangkap dalam logam cair membentuk gelembung yang kemudian menjadi pori-pori saat logam membeku.

Pada gambar 4.5 (b) menunjukkan *Deformed Phase*, merujuk ketika paduan kuningan mengalami perubahan struktur kristal atau fase pada temperatur atau kondisi tertentu biasanya akibat dari pemanasan dan pendinginan. Misalnya, perubahan dari fase solid ke fase lain pada temperatur tinggi atau perubahan dalam struktur kristal selama pendinginan.

4. Kesimpulan

1. Nilai pengujian kekerasan tertinggi terdapat pada kuningan Cu-30Zn yang tanpa mengalami perlakuan panas *raw material* yaitu sebesar 101,92 HV.
2. Nilai pengujian kekerasan pada temperatur 200°C memiliki nilai kekerasan sebesar

92,96 HV, pada temperatur 300°C memiliki nilai kekerasan sebesar 88,84 HV dan pada temperatur 400°C memiliki nilai kekerasan sebesar 84,06 HV. Hal ini menunjukkan yang bahwa semakin tinggi temperatur yang diberikan maka semakin rendah nilai kekerasan pada kuningan tersebut.

3. Pada pengujian struktur mikro permukaan, *surface morfologi* pada daerah pengujian *Raw material* dan temperatur 200°C menghasilkan keadaan *surface Porosity* pada paduan kuningan, temperatur 300°C menghasilkan keadaan *surface Segregation* dan *Small Porosity* pada paduan kuningan dan pada temperatur 400°C menghasilkan *surface Porosity* dan *Deformed Phase* pada paduan kuningan. Hal ini menunjukkan yang bahwa hasil dari temperatur yang diberikan maka dapat mempengaruhi perubahan keadaan permukaan kuningan tersebut.

5. Daftar Pustaka

- [1] T. Surdia and S. Saito, *Pengetahuan Bahan Teknik*. (Jakarta): Pt. Pradya Paramita, 1999.
- [2] A. Ibrahim, S. Rizal, N. Ali, and S. Huzni, "The Effect of Chemical Composition on Grain Size and Formability of the Free-Lead Cu-30Zn Alloy: A Short Review," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 536, no. 1, p. 012019, Jun. 2019, doi: 10.1088/1757-899X/536/1/012019.
- [3] A. Nasution, A. Ibrahim, J. Jufriadi, and S. Syamsuar, "Analisa Paduan Cu-Zn Tanpa Timbal Setelah Proses Annealing," *J. Mesin Sains Terap.*, vol. 5, no. 1, p. 38, Mar. 2021, doi: 10.30811/jmst.v5i1.2142.
- [4] B. T. Sofyan, *Pengantar Material Teknik*, 2nd ed. (Bogor): UNHAN RI PRESS, 2021.
- [5] V. J. Colangelo and F. A. Heiser, *Analysis Of Metallurgical Failures*, 2nd ed. NewYork: John Wiley & Sons, 1974.