

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Material logam secara luas telah digunakan di dunia industri karena sifat fisik dan mekaniknya yang luar biasa seperti kekuatan, keuletan, dan konduktivitas listrik yang tinggi. Seiring dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, maka semakin tinggi pula tuntutan terhadap nilai kinerja material logam, oleh karena itu perlu dilakukan pengembangan teknologi baru untuk meningkatkan kinerja dari material tersebut (Liu, 2020). Pengembangan teknologi tersebut diimplementasikan dengan penggunaan logam paduan (*metal alloy*) sebagai material utama dalam pembuatan alat di berbagai industri.

Salah satu paduan logam yang cukup umum digunakan dalam dunia industri adalah paduan kuningan. Kuningan merupakan paduan logam yang terdiri dari Tembaga (Cu) dan Seng (Zn), dimana tembaga menjadi unsur utamanya. Kuningan banyak digunakan sebagai material untuk membuat pipa, tabung, alat musik, dan wadah peluru untuk senjata (Basori et al., 2017). Salah satu jenis kuningan yang umum digunakan adalah *Yellow Brass C27000* yang memiliki komposisi kimia 65 % Tembaga (Cu) dan 35 % Seng (Zn) (ASM International, 2001). Jenis kuningan ini umum digunakan karena memiliki ketangguhan dan keuletan yang baik (Priyambodo et al., 2019).

Salah satu aplikasi *yellow brass* adalah dalam penggunaan dibidang penukar panas yaitu sebagai inti radiator (*radiator core*) (ASM International, 2001). Inti radiator berfungsi sebagai penyalur panas dari air yang telah melewati mesin ke udara luar. Inti radiator terdiri dari 3 bagian yaitu pipa, sirip, dan tangki. *Yellow brass* cocok digunakan untuk aplikasi ini karena memiliki ketahanan korosi yang cukup baik. Permukaan dalam pipa yang terus terpapar oleh fluida sangat berpotensi mengalami korosi. Korosi dapat mengakibatkan berkurangnya umur pakai komponen sistem karena menyebabkan penurunan kemampuan (Royani et al., 2019).

Dalam proses pembuatannya, pipa inti radiator dibuat menggunakan bahan dasar berupa plat kuningan tipis / *brass strip*. Plat ini kemudian di

bending pada mesin *roller bending* menjadi bentuk dari pipa inti radiator. Proses pembuatan pipa dilanjutkan dengan mencelupkan plat yang sudah dibentuk tadi dengan Lead (Pb) cair yang mendidih. Setelah pencelupan selesai dan lead telah melapisi pipa, kemudian direndam dalam air dingin (*quenching*) untuk memperkuat lapisan lead (Pb) setelah proses pencelupan. Oleh sebab itu dibutuhkan proses termomekanikal berupa *cold rolling* maupun *annealing* pada plat kuningan tersebut untuk menghasilkan plat tipis untuk perlakuan *bending* pada mesin *roller* saat proses pembentukan pipa.

Pengerolan dingin (*cold rolling*) merupakan proses pengerolan logam yang dilakukan pada temperatur kamar atau dibawah temperatur rekristalisasi (Ha & Kimura, 2019). Pengerolan dingin memicu terjadinya mekanisme penguatan (Casalino et al., 2018). Peningkatan kekuatan dan kekerasan tersebut juga diikuti sifat rapuh dan getas, namun sifat tersebut dapat diatasi dengan proses anil (*annealing*) (Bonnekoh et al., 2020). Hasil yang didapat pada studi (Basori et al., 2021) nilai kekerasan pada pengerolan dingin dengan reduksi ketebalan 20 %, 40 %, dan 70 % masing-masing adalah 156,2 HV, 188,2 HV, dan 254,8 HV. Peningkatan panjang butir terjadi seiring dengan peningkatan reduksi ketebalan. Sehingga semakin besar reduksi ketebalan pada proses pengerolan dingin, maka semakin besar juga nilai kekerasan paduan kuningan.

Proses anil (*annealing*) merupakan proses perlakuan panas pada logam dengan temperatur yang diatur dan kemudian didinginkan secara perlahan dalam tungku (Puspasari et al., 2020). Pelunakan logam dalam proses anil terjadi karena pemusnahan cacat kisi logam selama proses pendinginan yang lambat. Proses anil menyebabkan Proses anil terbagi menjadi 3 fase yaitu : fase pemulihan, fase rekristalisasi, dan fase pertumbuhan butir. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Basori & Sofyan (2016) menyimpulkan bahwa proses rekristalisasi lebih cepat pada suhu anil yang lebih tinggi, diikuti dengan pertumbuhan butir dan penurunan kekerasan. Pernyataan ini didukung oleh grafik dengan tren menurun pada setiap pengujian kekerasan dengan variabel reduksi ketebalan

20 %, 40 %, dan 70 % dengan temperatur anil 150 °C, 200 °C, 300 °C, 400 °C, 500 °C selama 30 menit pada paduan kuningan Cu-32Zn.

Permukaan pipa inti radiator rentan mengalami korosi akibat paparan terus-menerus terhadap udara dan cairan di lingkungan sekitarnya. Proses korosi ini menghasilkan endapan yang dapat mengganggu proses perpindahan panas, sehingga efisiensi kerja alat penukar kalor pun menurun. Jika bagian dalam inti radiator sudah terkikis, hal ini dapat menyebabkan mesin kendaraan menjadi lebih cepat panas atau overheat, serta meningkatkan konsumsi bahan bakar secara signifikan. Oleh karena itu, diperlukan perlakuan terhadap kuningan untuk memiliki ketahanan korosi yang lebih tinggi. Meskipun kuningan dikenal unggul dalam hal keuletan dan memiliki kemampuan menghantarkan panas yang baik, material ini juga memiliki kekurangan. Salah satunya adalah kecenderungan unsur seng di dalamnya untuk mudah bereaksi dan larut, yang pada akhirnya dapat menurunkan performa komponen secara keseluruhan.

Korosi merupakan peristiwa degradasi sifat material akibat interaksi dengan lingkungan disekitarnya (Gompper et al., 2020). Korosi dapat berdampak buruk bagi kondisi logam, seperti rapuh, berlubang dan juga dapat menurunkan sifat mekanik dari logam yang terkorosi (McGuire, 2008). Korosi dapat ditemukan dalam kehidupan sehari-hari dan juga dapat terjadi pada logam kuningan. Pada paduan kuningan korosi yang terjadi dinamakan dezinsifikasi. Meningkatnya sifat ketahanan korosi berbanding lurus dengan peningkatan kerapatan struktur mikro, sehingga melindungi substrat dari korosi (Hari et al., 2018). Menurut studi yang dilakukan Panagopoulos & Georgiou (2024) proses pengerolan dingin pada 5083 *aluminium alloy* dengan variabel 7 % dan 15 % reduksi ketebalan dapat meningkatkan sifat ketahanan korosi dari 5083 *aluminium alloy*, hal ini dipicu akibat pengurangan ukuran butir.

Dezinsifikasi adalah proses korosi selektif yang di mana Zn terlepas dari paduan kuningan, hal ini kerap terjadi saat kuningan terpapar oleh air yang mengandung oksigen dan karbon dioksida, sehingga mengakibatkan sisa material utama terdiri dari tembaga dan memiliki struktur yang lemah

(Fontana, 1986). Dezinsifikasi dapat dicegah dengan perlakuan termomekanikal yang tepat.

Berdasarkan latar belakang penelitian yang sudah dijabarkan diatas, pada penelitian ini akan dilakukan proses pengecoran paduan kuningan dengan komposisi Cu-35Zn, kemudian akan diberi perlakuan termomekanikal berupa pengerolan dingin dengan variasi reduksi ketebalan 20 %, 40 %, dan 70 % dan dimasukkan dalam tungku untuk dilakukan proses anil pada temperatur 300 °C, 400 °C, 500 °C, 600 °C masing-masing selama 30 menit. Selanjutnya spesimen akan dilakukan beberapa pengujian diantaranya uji struktur mikro, uji kekerasan, dan uji korosi untuk mengetahui pengaruh perlakuan pengerolan dingin dan anil terhadap paduan kuningan Cu-35Zn.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat diidentifikasi beberapa masalah diantaranya :

1. Radiator berbahan dasar kuningan rentan mengalami reaksi kimia dan korosi saat berada dalam lingkungan dengan suhu dan tekanan tinggi.
2. Informasi spesifik tentang pengaruh proses termomekanikal terhadap nilai ketahanan korosi masih minim.
3. Perubahan struktur mikro akibat proses dezinsifikasi di bagian dalam pipa menyebabkan kerusakan pada area yang bersentuhan langsung dengan fluida kerja.
4. Pipa inti radiator memiliki beban kerja mekanis dan tekanan dari fluida yang memicu penurunan daya komponen secara keseluruhan.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah, maka ruang lingkup masalah ini dibatasi agar tidak melebar dan fokus, maka batasan masalah dalam penelitian ini yaitu membahas proses karakterisasi material untuk mengetahui pengaruh pengerolan dingin dan anil terhadap kekerasan, ketahanan korosi, dan struktur mikro paduan kuningan Cu-35Zn, dengan

memvariasikan tingkat deformasi pengerolan dingin dan temperatur anil. Parameter yang di variasi meliputi pengerolan dingin dengan deformasi 20 %, 40 %, dan 70 %, serta temperatur anil sebesar 300 °C., 400 °C, 500 °C, 600 °C.

1.4 Rumusan Masalah

Rumusan masalah ini menyoroti pertanyaan kunci yang akan dijawab dalam penelitian ini mengenai :

1. Bagaimana pengaruh perlakuan rol dingin terhadap struktur mikro paduan kuningan Cu-35Zn.
2. Bagaimana pengaruh perlakuan rol dingin terhadap nilai kekerasan dan ketahanan korosi paduan kuningan Cu-35Zn.
3. Bagaimana pengaruh proses anil terhadap struktur mikro paduan kuningan Cu-35Zn.
4. Bagaimana pengaruh perlakuan pengerolan dingin terhadap nilai kekerasan dan ketahanan korosi paduan kuningan Cu-35Zn.

1.5 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh pengerolan dingin terhadap sifat-sifat paduan kuningan Cu-35Zn. Secara khusus, tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mengetahui temperatur optimal dalam proses peleburan dan penuangan paduan kuningan Cu-35Zn dengan metode *gravity casting*.
2. Mengetahui pengaruh homogenisasi terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, ketahanan korosi serta fasa yang terbentuk pada paduan kuningan Cu-35Zn.
3. Mengetahui pengaruh pengerolan dingin terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, ketahanan korosi paduan kuningan Cu-35Zn.
4. Mengetahui pengaruh anil terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, ketahanan korosi paduan kuningan Cu-35Zn.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam berbagai aspek, baik secara teoritis maupun praktis, khususnya dalam bidang Teknik Mesin dan Industri berbasis kuningan. Secara lebih rinci, manfaat penelitian antara lain :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi terkait pengaruh pengerolan dingin dan proses anil terhadap struktur mikro, nilai kekerasan, dan ketahanan korosi pada paduan kuningan Cu-35Zn.
2. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peneliti lain untuk mengkaji lebih dalam penggunaan paduan kuningan Cu-35Zn untuk pengaplikasian yang berbeda.

