

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Meningkatnya kebutuhan industri akan material logam ringan, penggunaan magnesium dan aluminium terus mengalami peningkatan yang signifikan di berbagai sektor, khususnya bidang otomotif dan manufaktur. Demikian, salah satu kelemahan dari magnesium dan sebagian paduannya adalah ketahanan korosi yang relatif rendah, sehingga diperlukan perlakuan permukaan untuk meningkatkan performanya.

Magnesium dikenal memiliki karakteristik unggul seperti rasio kekuatan terhadap berat (*strength-to-weight ratio*) yang tinggi, densitas yang rendah, serta konduktivitas termal yang mumpuni (Mordike & Ebert, 2020). Guna mengoptimalkan potensi tersebut sekaligus mengatasi kelemahannya, diperlukan perlindungan permukaan yang efektif, salah satunya melalui metode anodisasi. Menurut Guang-Ling Song (2013), anodisasi merupakan proses elektrokimia untuk menumbuhkan lapisan oksida pada permukaan logam dengan bantuan arus listrik di dalam larutan elektrolit, di mana logam yang dilapisi bertindak sebagai anoda. Penerapan metode ini pada logam ringan terbukti sangat efektif untuk meningkatkan kekasaran permukaan dan ketebalan lapisan, serta stabilitas material di berbagai kondisi lingkungan. Lapisan oksida hasil anodisasi ini memiliki sifat yang keras, melekat kuat pada substrat logam, serta mampu meningkatkan ketahanan terhadap degradasi lingkungan. Lebih jauh lagi, modifikasi permukaan ini juga dapat memengaruhi karakteristik kimia, mekanik, hingga optik material, menjadikannya salah satu teknik krusial dalam bidang rekayasa permukaan. Anodisasi dapat dilakukan dengan beberapa metode, di antaranya metode *rack* dan *barreling*. Metode *rack* dilakukan dengan cara menggantung setiap komponen secara individual pada rak konduktif yang dialiri arus listrik. Keunggulan dalam kontrol proses yang lebih presisi dan menghasilkan lapisan yang relatif seragam. Metode ini kurang efisien untuk komponen kecil dalam jumlah besar karena membutuhkan penanganan manual yang tepat serta waktu proses yang lebih lama (Kumar et al., 2022). *Barreling* dikembangkan untuk meningkatkan efisiensi proses pelapisan. Dengan cara,

komponen kecil dimasukkan ke dalam *barrel* berpori kemudian diputar secara horizontal dengan kecepatan tertentu. *Barrel* tidak hanya sebagai wadah, tetapi juga sebagai media pengadukan selama proses berlangsung (Saleh, 2014).

Keunggulan utama pada metode *barreling* terletak pada kemampuannya meningkatkan keseragaman lapisan oksida. Gerakan rotasi menyebabkan seluruh permukaan komponen lebih sering terpapar larutan elektrolit, sehingga distribusi lapisan menjadi lebih merata. Selain itu, meningkatkan produktivitas karena dapat memproses komponen kecil dalam jumlah besar secara bersamaan (Klinieam & Noiying, 2021). Dalam aplikasi industri, *barrel* umumnya memiliki kapasitas antara 45 hingga 481 liter, sehingga cocok untuk proses pelapisan massal. Beberapa penelitian sebelumnya telah menerapkan sistem *barreling* pada pelapisan logam seperti nikel dan tembaga (Syamsuir et al., 2024). Seperti variasi kecepatan putar barrel 0, 50, dan 100 rpm juga dilaporkan memberikan pengaruh terhadap hasil pelapisan yang diperoleh (Susetyo et al., 2024). Hal ini menunjukkan bahwa parameter operasional memiliki peran penting dalam menentukan kualitas hasil proses.

Meskipun aluminium dan magnesium sama-sama dapat dianodisasi, keduanya memiliki karakteristik proses yang sangat berbeda. Struktur lapisan oksida pada aluminium cenderung lebih teratur dan homogen, sedangkan lapisan oksida pada magnesium lebih tidak beraturan dengan porositas yang lebih tinggi (Blawert dkk., 2006). Perbedaan signifikan lainnya terletak pada jenis elektrolit yang digunakan; magnesium lebih kompatibel dengan elektrolit basa ber-pH tinggi untuk mencegah disolusi logam, sementara aluminium lebih efektif menggunakan elektrolit asam. Selain itu, peningkatan suhu elektrolit memberikan efek yang bertolak belakang. Kenaikan suhu pada proses anodisasi magnesium dapat meningkatkan kerapatan serta kekerasan lapisan pelindung, sedangkan pada aluminium, kenaikan suhu justru menurunkan kualitas mekanis lapisan akibat meningkatnya porositas (Sanz dkk., 2014).

Parameter proses anodisasi juga sangat menentukan karakteristik akhir lapisan oksida. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kuat arus dapat secara signifikan meningkatkan ketebalan lapisan. Pada proses anodisasi magnesium, kuat arus yang digunakan umumnya berkisar antara 0,2 hingga 0,5 A

(atau sekitar 20 mA/cm²), dengan variasi tegangan antara 20 V hingga 100 V tergantung pada jenis material dan larutan elektrolit. Sebagai contoh, proses anodisasi pada magnesium murni efektif dilakukan menggunakan elektrolit basa seperti 1M NaOH (Páleníček dkk., 2020). Durasi proses juga menjadi faktor krusial, di mana peningkatan waktu anoda hingga sekitar 30 menit terbukti efektif menambah ketebalan lapisan, sehingga keseimbangan antara rapat arus, waktu, dan kondisi elektrolit menjadi sangat penting untuk menghasilkan lapisan anodisasi yang optimal. Meskipun demikian, kualitas hasil pelapisan secara massal masih menghadapi kendala besar dalam menghasilkan ketebalan lapisan yang seragam pada setiap spesimen akibat fluktuasi kontak dan distribusi arus selama proses berlangsung.

1.2 Identifikasi Masalah

Berdasarkan dari pembahasan latar belakang di atas, maka dapat diambil beberapa masalah untuk diidentifikasi:

1. Magnesium memiliki ketahanan korosi yang rendah sehingga memerlukan proses anodisasi.
2. Proses anodisasi magnesium memiliki kompleksitas tinggi dan menghasilkan lapisan yang kurang seragam.
3. Metode anodisasi konvensional kurang efisien untuk komponen kecil dalam jumlah besar.
4. Metode *barreling* lebih efisien, namun kualitas dan karakteristik lapisan masih perlu dikaji.
5. Diperlukan penentuan kondisi proses yang optimal untuk menghasilkan lapisan yang seragam dan berkualitas.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah penelitian proses *batch* anodisasi magnesium menggunakan metode *barreling*. Spesimen yang digunakan berukuran 10 × 10 × 0,5 mm dengan jumlah lebih dari satu dalam satu proses. Selain itu, elektrolit yang digunakan larutan NaOH 1M, waktu anodisasi 20 menit. Parameter meliputi arus listrik 0,5 A, 1 A, dan 2 A dan kecepatan putar 0 Rpm, 50 Rpm, dan 100 Rpm pada lapisan oksidasi permukaan magnesium dengan melihat karakteristik lapisan dalam proses *batch*.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan pembatasan masalah di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana cara mengembangkan proses *batch* anodisasi magnesium menggunakan metode *barreling*?
2. Bagaimana karakteristik lapisan anodisasi hasil proses *batch* menggunakan metode *barreling*?
3. Bagaimana pengaruh parameter proses yang sudah ditetapkan terhadap lapisan oksidasi permukaan magnesium?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari proses *batch* anodisasi magnesium menggunakan *barrel* ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan proses *batch* anodisasi magnesium menggunakan metode *barreling*.
2. Mengevaluasi karakteristik lapisan anodisasi hasil proses *batch* menggunakan metode *barreling*.
3. Menganalisis pengaruh parameter anodisasi pada lapisan oksidasi permukaan magnesium.

1.6 Manfaat Penelitian

Penelitian proses *batch* anodisasi magnesium ini diharapkan memberikan manfaat sebagai berikut:

1. Menambah pengetahuan mengenai proses anodisasi magnesium menggunakan metode *barreling* dalam sistem *batch*.
2. Memberikan pemahaman tentang karakteristik lapisan anodisasi berdasarkan perubahan massa, ketebalan dan kekasaran permukaan.
3. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh parameter anodisasi pada lapisan oksida yang terbentuk.