

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam beberapa dekade terakhir, teknologi anodisasi telah berkembang menjadi salah satu metode perlakuan permukaan yang paling efektif untuk logam ringan seperti magnesium. Anodisasi adalah teknologi komersial paling umum untuk melindungi paduan magnesium dari korosi di berbagai lingkungan (Gray & Luan, 2002). Proses ini mampu menghasilkan lapisan oksida pelindung yang meningkatkan ketahanan korosi, kekerasan, serta stabilitas bahan dalam lingkungan yang ekstrem. Namun pada metode konvensional anodisasi yaitu menggunakan racking menghadapi keterbatasan untuk menangani komponen kecil. Teknik racking tersebut memerlukan penanganan manual yang rumit, biaya operasional yang tinggi, serta kesulitan dalam mencapai ketebalan dan distribusi lapisan yang seragam.

Anodisasi merupakan salah satu teknologi perlindungan permukaan yang efektif dan umum digunakan pada logam-logam ringan seperti aluminium dan magnesium. Anodisasi adalah salah satu proses industri yang paling populer (Blawert, C et al., 2006). Anodisasi adalah salah satu perlakuan permukaan yang paling banyak digunakan untuk magnesium dan paduannya (S. A. Salman & Okido, 2013). Sifat dasar anodisasi adalah reaksi oksidasi dalam lingkungan berair yang didorong oleh arus atau tegangan (Song & Shi, 2013). Proses ini juga disebut sebagai *anodic oxidation* yang prinsipnya hampir sama dengan proses pelapisan dengan cara listrik (*electroplating*), tetapi bedanya logam yang akan dioksidasi ditempatkan sebagai anoda didalam larutan elektrolit. Perbedaan lain larutan elektrolit yang digunakan bersifat asam dengan penyearah arus (DC) bertipe dan ampere tinggi. Teknologi ini dikenal karena kemampuannya untuk mengubah permukaan logam menjadi lapisan oksida pelindung yang lebih keras, lebih tahan lama, dan memiliki ketahanan yang baik terhadap korosi dan abrasi. Proses ini melibatkan pembentukan lapisan oksida pelindung pada permukaan logam melalui aplikasi arus listrik dalam larutan elektrolit. Melalui anodisasi, lapisan oksida terbentuk pada permukaan logam melalui proses elektrolisis untuk meningkatkan

ketahanan korosinya (Cai et al., 2011). Pada logam-logam seperti aluminium dan magnesium, anodisasi menjadi salah satu metode perlindungan permukaan yang paling efektif, memungkinkan logam untuk bertahan dalam lingkungan yang keras serta memperpanjang umur pemakaiannya. Anodisasi menghasilkan lapisan yang relatif tebal, padat, keras, melekat kuat, tahan abrasi, dan tahan lama untuk meningkatkan satu atau lebih sifat permukaan, termasuk sifat kimia, mekanik, listrik, atau optik.

Anodisasi bisa dilakukan melalui metode *rack* dan *barreling*. Pada metode *rack* komponen logam ditempatkan secara individu di rak khusus dan dihubungkan ke arus listrik. Metode ini cocok untuk komponen berukuran kecil dalam jumlah besar, karena memberikan kontrol yang lebih presisi terhadap proses anodisasi dan menghasilkan lapisan yang seragam. Pada metode *barreling* yaitu suatu proses pelapisan logam dengan menggunakan alat bantu *barrel* berpori yang berputar secara horizontal, dimana dengan kecepatan rendah. Metode *barreling* adalah metode pelapisan yang melibatkan pengisian bahan pelapisan kecil (500 g atau kurang beratnya) dalam laras, yang memiliki keunggulan otomatisasi tanpa rak atau pelepasan manual (Han et al., 2012). *Barrel* difungsikan sebagai penampung benda kerja yang akan dilapisi sekaligus pengaduk, dimana posisi *barrel* direndam dan berputar dalam bak berisi larutan elektrolit (Saleh, 2014). Pada metode ini digunakan untuk komponen kecil dalam jumlah besar, di mana logam ditempatkan dalam *barrel* berputar. Proses ini memungkinkan anodisasi massal yang efisien dan merata, meskipun mungkin kurang tepat untuk benda dengan toleransi ketat.

Selain efisiensi waktu, proses *barreling* juga menawarkan keunggulan signifikan dalam memastikan bahwa lapisan oksida yang terbentuk lebih konsisten dan seragam pada semua komponen. Dengan rotasi *barrel* yang konstan, setiap komponen terus bergerak, yang memungkinkan seluruh permukaan terkena larutan anodisasi secara merata. Keuntungan penggunaan *barreling* menurut (Klinieam & Noiying, 2021) adalah volume produksi lebih banyak untuk material kecil dibandingkan dengan proses rak plating. Hal ini mengurangi risiko area permukaan yang terlewat atau memiliki ketebalan lapisan yang tidak konsisten, yang sering terjadi dalam metode anodisasi konvensional. *Barreling* juga membantu meningkatkan ketahanan terhadap korosi dan kekerasan permukaan,

menjadikannya pilihan ideal untuk komponen kecil dalam jumlah besar. Pada industri pelapisan logam, *barrel* yang dipakai biasanya memiliki kapasitas berkisar 45 hingga 481 liter yang mampu memuat produk dengan jumlah besar dalam sekali proses pelapisan (Singleton, 1994).

Oleh karena itu, desain *barrel* menjadi aspek teknis utama yang perlu diperhatikan dalam penerapan metode *barreling* ini. Dalam penelitiannya sebelumnya dalam merancang alat *barreling*. Alat tersebut telah berhasil melakukan proses pelapisan nikel. Selain itu alat tersebut juga telah berhasil digunakan untuk melakukan pelapisan tembaga (Syamsuir et al., 2024). (Susetyo et al. 2024) melakukan proses pelapisan tembaga dengan nikel dengan kecepatan putaran *barrel* 0, 50 dan 100 rpm.

Walaupun logam paduan aluminium dan paduan magnesium bisa sama sama dilakukan proses anodisasi, ada banyak perbedaan dalam proses anodisasi dan pelapisannya. Perbedaannya menurut (Song & Shi, 2013) yaitu, pertama, karena suhu tinggi yang disebabkan oleh percikan selama anodisasi paduan magnesium, ada banyak spesies yang berpartisipasi dalam anodisasi. Proses pada paduan magnesium lebih rumit daripada pada paduan aluminium. Yang terakhir biasanya tidak menghasilkan percikan api. Kedua, elektrolit yang digunakan dalam proses anodisasi paduan aluminium dan paduan magnesium berbeda. Ketiga, tegangan yang digunakan dalam anodisasi paduan magnesium biasanya jauh lebih tinggi daripada dalam anodisasi paduan aluminium. Keempat, pada paduan aluminium, film anodisasi yang terbentuk memiliki struktur yang teratur dan terdiri dari lapisan penghalang yang berdekatan dengan permukaan logam serta lapisan yang mengandung pori-pori paralel seragam yang tegak lurus terhadap permukaan, sementara film anodisasi pada paduan magnesium memiliki struktur yang berpori tidak teratur.

Hasil anodisasi pada magnesium dan aluminium juga memiliki perbedaan yang lain. Perbedaannya menurut (S. A. Salman & Okido, 2013) yaitu, anodisasi pada magnesium lebih baik menggunakan larutan elektrolit yang bersifat basa atau PH tinggi, sedangkan pada aluminium lebih baik menggunakan larutan elektrolit bersifat asam atau PH rendah. Lalu pada suhu elektrolit yang tinggi ketebalan

lapisan pada magnesium meningkat dan lapisan oksida yang terbentuk menjadi padat, sedangkan pada aluminium suhu elektrolit yang tinggi ketebalan lapisan oksida yang dihasilkan menurun dan lapisan oksida yang terbentuk menjadi berpori sehingga memiliki sifat mekanik yang buruk.

Anodisasi memiliki beberapa parameter yang mempengaruhi terhadap hasil yang didapat setelah proses anodisasi. Menurut (Chai et al., 2008) dalam penelitiannya tentang pengaruh arus listrik pada struktur mikro dan sifat korosi lapisan anodik yang terbentuk pada larutan alkalin. Semakin tinggi arus listrik yang digunakan maka ketebalan lapisan anodisasinya semakin meningkat. Anodisasi magnesium murni dilakukan dengan 1M NaOH (Páleníček et al. 2020), hasil anodisasi dengan waktu 30 menit dengan tegangan 20V memiliki lapisan yang lebih tebal kasar dan mengandung micorcracks dibanding dengan 12 V dan konstan arus 0,2 dan 0,5 A. Dalam penelitiannya (S. Salman et al., 2015) melakukan anodisasi pada paduan magnesium AZ31 dalam larutan alkalin 1M NaOH pada tegangan konstan 100 V. Hasilnya sifat anti-korosi pada lapisan anodik yang diperoleh dari variasi waktu anodisasi lebih baik dibandingkan dengan yang tidak mengalami perlakuan anodisasi. Juga penelitian yang dilakukan (H. lan Wu et al., 2007) proses anodisasi pada magnesium ZK60 dengan arus listrik 20 mA/cm², hasilnya ketebalan lapisan sejalan dengan waktu anodisasi. Penelitian (Chai et al., 2008) dalam pengaruh temperatur larutan terhadap lapisan anodisasi yang terbentuk pada paduan magnesium AZ31 dalam larutan alkalin, hasilnya semakin tinggi temperature larutan semakin rendah ketahanan korosi yang dihasilkan. Jenis elektrolit pada proses anodisasi sangat mempengaruhi hasil yang didapat. Menurut (Barton & Johnson, 1995) pengaruh elektrolit pada proses anodisasi adalah bertujuan untuk meningkatkan kualitas lapisan.

1.2 Identifikasi Masalah

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

1. Proses anodisasi konvensional dengan metode *racking* memiliki keterbatasan dalam menangani komponen kecil secara efisien, terutama dalam hal keseragaman lapisan.

2. Penggunaan alat *barreling* dalam proses pelapisan logam untuk meningkatkan efisiensi dan keseragaman hasil, namun penerapannya secara spesifik pada proses anodisasi magnesium masih jarang diteliti.
3. Magnesium sebagai logam yang sangat reaktif memiliki tantangan tersendiri dalam proses anodisasi, seperti terbentuknya lapisan oksida yang tidak teratur dan mudah larut, sehingga perlu pendekatan parameter yang lebih tepat.
4. Parameter-parameter dalam proses anodisasi seperti jenis elektrolit, arus listrik, waktu proses, dan kecepatan rotasi *barrel* memiliki pengaruh signifikan terhadap kualitas lapisan oksida, namun pengaruh kombinasi parameter tersebut pada magnesium dengan alat *barreling* belum banyak dikaji.
5. Dibutuhkan pemahaman lebih lanjut mengenai pengaruh kecepatan putar *barrel* dan arus listrik terhadap karakteristik lapisan anodisasi magnesium, seperti kekasaran permukaan, ketebalan lapisan oksida dan ketahanan korosi.

1.3 Pembatasan Masalah

Dalam penelitian ini penulis membatasi masalah penelitian proses anodisasi pada magnesium dengan alat *barreling*. Penelitian ini difokuskan pada proses anodisasi logam magnesium menggunakan metode *barreling* untuk mengevaluasi pengaruh arus listrik dan kecepatan putar *barrel* terhadap karakteristik lapisan oksida yang terbentuk. Parameter yang digunakan meliputi arus listrik sebesar 0,5, 1 dan 2 A, serta kecepatan putaran *barrel* sebesar 0, 50, dan 100 rpm. Sedangkan parameter lainnya dijaga tetap, yaitu larutan elektrolit yang digunakan adalah 1 M NaOH dengan volume 350 ml, waktu anodisasi selama 20 menit, dan proses *sealing* dilakukan menggunakan H₂O pada suhu 80°C selama 20 menit.

1.4 Rumusan Masalah

Berdasarkan masalah yang ada, maka rumusan masalah pada penelitian ini adalah bagaimana pengaruh arus listrik 0,5, 1 dan 2 A serta kecepatan putaran *barrel* 0, 50 dan 100 rpm putaran *barrel* pada lapisan oksida hasil proses anodisasi pada magnesium yang menggunakan alat *barreling*?

1.5 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari perancangan alat *barreling* untuk proses anodisasi magnesium ini adalah sebagai berikut:

1. Mengembangkan proses anodisasi magnesium menggunakan alat *barreling*.
2. Menganalisis proses anodisasi magnesium menggunakan alat *barreling*.
3. Menganalisis pengaruh arus listrik terhadap kekasaran permukaan, ketebalan lapisan hasil anodisasi menggunakan alat *barreling*.
4. Menganalisis pengaruh kecepatan putar *barrel* terhadap kekasaran permukaan, ketebalan lapisan hasil anodisasi menggunakan alat *barreling*.
5. Mengevaluasi hubungan antara arus listrik dan kecepatan putar *barrel* terhadap kualitas permukaan magnesium setelah proses anodisasi.

1.6 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini yaitu:

1. Menyediakan kontribusi baru dalam pengembangan pengetahuan mengenai proses anodisasi pada magnesium dengan alat *barreling*.
2. Memberikan pemahaman yang lebih mendalam mengenai pengaruh parameter anodisasi pada lapisan oksida yang terbentuk pada magnesium dengan alat *barreling*.
3. Memperkaya studi tentang kelebihan dan kekurangan penggunaan alat *barreling* dalam anodisasi dibandingkan dengan metode konvensional lainnya.

Intelligentia - Dignitas