

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Industri pelapisan logam telah berkembang pesat seiring dengan kemajuan dalam ilmu pengetahuan dan teknologi. Berbagai aspek dalam pelapisan logam, mulai dari jenis pelapis, material yang digunakan, hingga kualitas hasil lapisannya, telah mengalami peningkatan yang signifikan (Shoberi & Agus, 2023). Pada pelapisan, material yang digunakan harus tidak hanya kuat, tetapi juga memiliki ketahanan terhadap korosi dan aus, serta konduktivitas listrik yang baik (Pratama & Santoso, 2019). Korosi menjadi masalah yang sangat penting dalam dunia material, karena dapat menimbulkan kerugian besar di berbagai sektor, terutama industri (Fahmi & Zamrudi, 2021). Hampir semua sektor industri menghadapi tantangan terkait korosi, yang dapat menyebabkan kerusakan komponen, umur pakai yang lebih pendek, dan potensi risiko terhadap keamanan operasional (Sulistyaningsih & Lestari, 2018). Korosi sendiri merupakan kerusakan permukaan yang terjadi ketika material terpapar oleh lingkungan yang bersifat reaktif. Korosi disebabkan oleh proses oksidasi pada logam atau paduan. Jika proses oksidasi berhenti, maka korosi juga akan berhenti. Lingkungan yang bersifat korosif antara lain udara, kelembapan, air garam, gas, larutan asam, larutan basa, dan lain sebagainya (Arinda dkk., 2022).

Korosi pada substrat logam dapat dikurangi dengan menggunakan pelapisan komposit, yang merupakan salah satu metode yang banyak digunakan (Khan dkk., 2024). Komposit matriks logam yang diperkuat dengan partikel dibandingkan dengan logam atau paduan murni memiliki banyak kegunaan karena peningkatan kekerasan serta ketahanan yang lebih baik terhadap keausan dan korosi (Aal dkk., 2006). Komposit adalah gabungan material yang memiliki fase padat, terdiri dari dua atau lebih material dalam skala makroskopik, yang memiliki kualitas lebih baik dibandingkan dengan material penyusunnya (Samlawi dkk., 2018). Material komposit memiliki keunggulan dalam sifat mekaniknya dibandingkan logam, yaitu ketahanan terhadap korosi, kekakuan (*strength*) dan kekuatan (*modulus young*)

yang tinggi serta ketahanan lelah (*fatigue*) yang baik (Sumiyanto dkk., 2024). Dalam berbagai bidang aplikasi seperti listrik, konstruksi, elektronik, dan sektor otomotif, MMC (*Metal Matrix Composites*) terus berkembang karena harganya yang terjangkau dan sifatnya yang unggul seperti kekuatan dan kekakuan tinggi, ketahanan terhadap keausan, stabilitas dimensi, kemampuan bertahan pada suhu tinggi, serta konduktivitas termal dan listrik yang sangat baik (Sharma dkk., 2020). MMC memadukan sifat lentur dan kuat dari matriks paduan dengan kekuatan serta modulus elastisitas tinggi dari partikel keramik yang berfungsi sebagai penguat (Hermawati & Nugroho, 2014).

Logam nikel memiliki sifat fisik, seperti warna putih mengkilat, tingkat kekerasan yang tinggi, serta ketahanan terhadap korosi dan asam cair. Dengan demikian, nikel sering digunakan untuk melapisi barang-barang yang terbuat dari besi, tembaga, dan baja (Permadi & Budiyanto, 2019). Meskipun nikel dalam bentuk murni tahan terhadap korosi, efisiensi dalam ketahanannya terhadap keausan tidak memadai karena kekerasan dan kekuatan tarik yang rendah (Awasthi dkk., 2024) serta dapat melunak pada suhu yang tinggi (Budi dkk., 2015). Lapisan nikel sering diperkuat dengan partikel dan aditif untuk meningkatkan kualitasnya, sehingga menghasilkan kekerasan yang tinggi, elastisitas yang baik, serta ketahanan yang sangat baik terhadap korosi dan keausan (Sajjadnejad dkk., 2021). Penambahan partikel penguat Aluminium Nitrida (AlN) (Rosadi dkk., 2024) dan Aluminium Oksida ( $Al_2O_3$ ) dapat meningkatkan sifat pelapisan nikel dalam kondisi yang keras (Alizadeh & Cheshmpish, 2019). AlN memiliki sifat unggul seperti densitas rendah, konduktivitas termal tinggi, resistivitas listrik tinggi, serta ketahanan oksidasi dan kejutan termal yang sangat baik (Li dkk., 2016). Penggunaan AlN dalam pelapisan komposit berbasis logam efektif untuk meningkatkan kinerja dan daya tahan dalam berbagai aplikasi (Khan dkk., 2024). Alumina ( $Al_2O_3$ ) memiliki karakteristik fisik yang sangat baik, seperti ketahanan suhu yang tinggi, sifat isolasi listrik yang efisien, ketahanan terhadap abrasi, serta daya tahan yang tinggi terhadap korosi (Kolo, 2016).

Elektrodeposisi banyak digunakan untuk sintesis material karena memiliki proses yang cepat, mudah, dan tidak membutuhkan banyak reagen (Putri & Budi,

2015). Proses elektrodposisi dapat dilakukan pada suhu rendah untuk menghasilkan lapisan nanokomposit dalam satu langkah tanpa perlu perlakuan tambahan. Matriks nikel yang dihasilkan melalui elektrodposisi memiliki kepadatan tinggi dan porositas minimal (Aal dkk., 2006). Teknik ini menggunakan metode elektrolisa yang memanfaatkan sel elektrolisa berisi larutan elektrolit (Hardiyanti & Santoso, 2018). Proses elektrodposisi berlangsung melalui pelapisan katodik. Ketika arus tetap dialirkan ke dalam larutan pada rapat arus sekitar 0,01 A/cm, akan terjadi potensial-lebih (*overvoltage*) yang menghasilkan gas O<sub>2</sub> atau H<sub>2</sub> (Yanlinastuti dkk., 2016). Untuk memperoleh kualitas lapisan yang baik dalam proses elektrodposisi, perlu dilakukan pengoptimalan beberapa faktor yang berpengaruh, seperti potensial, rapat arus, waktu, suhu, dan pH larutan (Kurniasih, 2018).

Elektrodposisi pulsa merupakan metode pemrosesan yang memiliki berbagai keunggulan, seperti kemudahan operasional, efisiensi tinggi, dan biaya yang terjangkau (Zhang dkk., 2021). Metode ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan struktur yang unggul, yaitu pelapisan dengan karakteristik yang tidak dapat diperoleh melalui elektrodposisi arus searah (Puipe, 1986; Devega & Dahlan, 2015). Elektrodposisi arus pulsa menghasilkan permukaan lapisan yang lebih homogen dan halus, sementara elektrodposisi arus searah pelapis yang terbentuk cenderung relatif besar dan tak merata (Devega & Dahlan, 2015). Pada penelitian Saputra (2017), pelapisan nikel terhadap AISI 410, rapat arus sangat berpengaruh terhadap ukuran butir dan ketebalan lapisan. Semakin besar rapat arus maka ukuran butir semakin kecil. Ukuran butir paling besar ditunjukkan dengan rapat arus 10 A/dm<sup>2</sup>, yaitu 12,41 μm dan ukuran butir paling kecil ditunjukkan dengan rapat arus 25 A/dm<sup>2</sup>, yaitu 0,70 μm. Hasil juga menunjukkan semakin besar rapat arus maka lapisan nikel semakin tebal (Saputra, 2017). Pengaruh rapat arus pulsa 0,4 mA/mm<sup>2</sup> pada pembentukan lapisan komposit Ni-AlN menunjukkan hasil morfologi lapisan permukaan terlihat lebih halus dibandingkan dengan menggunakan arus searah karena adanya periode tanpa arus di antara pulsa-pulsa tersebut memungkinkan difusi ion-ion logam untuk terjadi secara merata dan menyebar dengan baik di permukaan elektroda (Rosadi dkk., 2024).

Berdasarkan pemaparan di atas, pada penelitian ini akan dilakukan pelapisan material dengan tujuan meningkatkan sifat mekanik dan kekerasannya. Substrat yang digunakan adalah Tungsten Karbida (WC) yang akan dilapisi dengan Ni-AlN- Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Tungsten karbida yang telah dilapisi kemudian diuji menggunakan *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) untuk menganalisis morfologi dan komposisinya. Selain itu, dilakukan pengujian dengan *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menganalisis struktur kristal dari lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>. Selanjutnya, dilakukan pengujian kekerasan menggunakan metode *Vickers Hardness Test*. Pada hasil karakterisasi akan didapatkan pengaruh variasi arus pulsa terhadap morfologi, komposisi, struktur kristal, dan kekerasan dari lapisan tersebut.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, maka rumusan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana sintesis lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> dengan metode elektrodeposisi dan variasi rapat arus pulsa memengaruhi karakteristik material yang terbentuk?
2. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap morfologi dan komposisi lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk?
3. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap struktur kristal lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk?
4. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap tingkat kekerasan lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk?

## **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Melakukan sintesis lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> menggunakan metode elektrodeposisi dengan variasi rapat arus pulsa.

2. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap morfologi dan komposisi lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk.
3. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap struktur kristal lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk.
4. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap tingkat kekerasan lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang terbentuk.

**D. Manfaat Penelitian**

1. Memberikan informasi mengenai rapat arus optimal untuk menghasilkan material dengan sifat mekanik yang unggul.
2. Menyediakan data analisis morfologi, komposisi, struktur kristal, dan kekerasan lapisan komposit Ni-AlN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> yang dapat menjadi referensi ilmiah.
3. Mendukung pengembangan material yang lebih berkualitas dan efisien untuk berbagai aplikasi industri.

