

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kemajuan ilmu pengetahuan, teknologi, serta industri saat ini tidak terlepas dari bantuan manfaat logam sebagai material penunjang, baik logam murni maupun logam paduan (Rishadi dkk, 2023). Material keras hingga super keras dan ultra keras banyak dimanfaatkan sebagai perkakas maupun senjata dalam setiap peradaban manusia mulai dari jaman batu, kayu, tulang, gading hingga logam (Budi, 2016). Logam murni dapat dijelaskan sebagai logam yang diperoleh dari hasil alam atau tambang, bahan tambang ini harus dipurify terlebih dahulu jika ingin diaplikasikan ke berbagai bidang (Rishadi dkk, 2023). Hal ini mengharuskan logam memiliki sifat mekanik yang unggul seperti kekerasan, daya tahan, ketahanan terhadap aus dan korosi, serta suhu tinggi (Andiani dkk, 2019).

Untuk logam, hanya kekerasan lekukan yang banyak menarik perhatian dalam kaitannya dengan bidang rekayasa, terhadap berbagai macam uji kekerasan lekukan, antara lain Uji Kekerasan Vickers (Maulana, 2018). Uji kekerasan vickers merupakan metode uji kekerasan yang paling umum digunakan untuk mengetahui sifat mekanik material (Guo dkk, 2018). Pengujian kekerasan vickers ini dapat dilakukan pada benda kerja yang berukuran kecil. Pengujian kekerasan bahan dilakukan dengan cara menekankan penekan tertentu kepada benda uji dengan benda tertentu dengan mengukur ukuran bekas penekanan yang terbentuk di atasnya (Azis dan Mutaqin, 2023).

Saat ini penelitian material komposit matrik logam (*Metal Matrix Composite*) sedang dikembangkan untuk mendapatkan material dengan sifat yang diinginkan dan lebih baik dari material konvensional (Pramono dan Salahuddin, 2011). Komposit matriks logam pada umumnya terdiri dari sekurang-kurangnya dua penggabungan fasa yang berbeda, ada fasa yang berfungsi sebagai matriks dan fasa yang berfungsi sebagai

penguat, yang secara makroskopik merupakan satu kesatuan material yang utuh (Romijarso dkk, 2021).

Berbagai upaya dan inovasi terus dikembangkan untuk memperbaiki sifat-sifat material, termasuk produksi komposit dengan menggunakan teknik elektrodeposisi lapisan pada permukaan material (Nu'maa dkk, 2020). Proses pembuatan lapisan komposit dengan cara elektrodeposisi menggunakan prinsip elektrolisis masih jarang dilakukan. Proses elektrodeposisi sering juga disebut proses *electroplating*. Proses *electroplating* merupakan proses pengendapan logam yang digunakan prinsip elektrolisis (Widiani dkk, 2013). Metode elektrodeposisi lebih mudah dilakukan dan derajat keseragaman lapisannya lebih tinggi hasil yang lebih baik dan probabilitas setoran rata-rata yang tinggi serta kepatuhan yang baik. Keuntungan lain dari elektrodeposisi adalah substrat dapat diendapkan pada area yang lebih luas (Anggia dkk, 2016). Oleh karena itu, proses elektrodeposisi mempunyai peran penting untuk penyelesaian permukaan, perlindungan korosi, dan ketahanan material terhadap erosi. Ada dua metode elektrodeposisi, yaitu *Direct Current Electrodeposition* dan *Pulse Current Electrodeposition*. Teknik elektrodeposisi arus pulsa lebih efisien dibandingkan teknik elektrodeposisi lainnya. Hal ini dikarenakan teknik arus pulsa saat ini menawarkan proses yang sederhana, efisiensi tinggi, tingkat keamanan tinggi dan daya tahan yang sangat baik. Variasi rapat arus pada elektrodeposisi arus pulsa dapat menghasilkan permukaan lapisan komposit yang lebih halus dan homogen (Xia dkk, 2017).

Pada proses elektrodeposisi, nikel banyak digunakan untuk bahan rekayasa yang bertindak sebagai matriks logam. Lapisan tipis komposit dari matriks logam mengandung partikel penguat yang terdispersi di dalamnya, biasanya mempunyai berbagai sifat khusus seperti pengerasan, tahan terhadap suhu tinggi, tahan gesekan dan tahan korosi. Sifat-sifat ini bergantung pada morfologi dan partikel pengisi (penguat) dalam lapisan komposit (Zhao dkk, 2015). Pelapis komposit berbasis Nikel telah mendapat perhatian luas oleh para peneliti dan menunjukkan sifat mekanik, pelumasan,

dan ketahanan korosi yang lebih baik. Banyak penelitian telah dilakukan pada kodeposisi berbagai partikel keras seperti zirkonia ( $ZrO_2$ ), titanium oksida, titanium nitrida, alumina ( $Al_2O_3$ ), cerium oksida ( $CeO_2$ ), silika ( $SiO_2$ ) tungsten karbida (WC), niobium, dan karbon nanotube (CNT) sebagai penguat dalam matriks Nikel untuk meningkatkan ketahanan korosi dan sifat mekanik (Guo dkk, 2018).

AlN diakui sebagai bahan keramik logam nitrida, telah banyak diterapkan dalam opto-elektronik, manufaktur semikonduktor, dan aplikasi militer karena sifat fisik dan kimianya yang baik (Chunyang dkk, 2018). Aluminium nitrida (AlN) dipilih sebagai nanoaditif karena karakteristik yang diinginkan termasuk koefisien muai panas yang rendah ( $20-500^\circ C, 4,6 \cdot 10^{-6}/K$ ) dan stabilitas kimia, resistivitas listrik yang tinggi ( $> 10^{16} Vm$ ), ketahanan aus yang baik dan perlindungan korosi (Radwan dan Shakoor, 2020).

Dalam literatur yang ada, sebagian besar penelitian membahas struktur kristal dan morfologi permukaan lapisan komposit Ni-AlN. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Radwan dan Shakoor (2020) mengenai lapisan komposit Ni-AlN menyimpulkan bahwa hasil pengamatan pola XRD dari lapisan komposit Ni-AlN menunjukkan puncak tajam pada bidang kristal Ni (111) pada sudut  $2\theta$  sekitar  $45^\circ$ , yang mengindikasikan adanya struktur kristal. Puncak difraksi tambahan terlihat pada sudut  $52^\circ$  dan  $77^\circ$  dengan orientasi bidang kristal (200) dan (220). Namun, tidak ada puncak yang terdeteksi untuk AlN, mungkin karena elektrodeposisi AlN ke dalam matriks Ni, sehingga AlN mungkin tidak terdistribusi secara merata di lapisan permukaan yang dilapisi.

Berdasarkan tinjauan dan hasil penelitian sebelumnya, diperlukan penelitian untuk memodifikasi struktur komposit Ni-AlN/ $Si_3N_4$  dengan memanfaatkan variasi konsentrasi arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi. Variasi konsentrasi arus pulsa yang dipertimbangkan adalah  $0,35 \text{ mA/mm}^2$  dan  $0,45 \text{ mA/mm}^2$ . Substrat yang akan digunakan adalah Tungsten Karbida (WC) yang akan membentuk lapisan pada komposit Ni-AlN/ $Si_3N_4$ . Tungsten Karbida yang telah dilapisi kemudian diuji

menggunakan *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) untuk menganalisis morfologi dan komposisinya, sementara *X-Ray Diffraction* (XRD) digunakan untuk menganalisis struktur kristal pada lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Selanjutnya kekerasan diuji melalui penggunaan *Vickers Hardness Test*. Hasil karakterisasi menunjukkan dampak variasi rapat arus pulsa terhadap tampilan, komposisi, struktur kristal, dan tingkat kekerasan dari lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> dengan tujuan mencapai hasil yang optimal dan memuaskan.

### **B. Perumusan Masalah**

Perumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut.

1. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa 0,35 mA/mm<sup>2</sup> dan 0,45 mA/mm<sup>2</sup> terhadap fasa dan struktur kristal lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ?
2. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus 0,35 mA/mm<sup>2</sup> dan 0,45 mA/mm<sup>2</sup> terhadap morfologi permukaan lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ?
3. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus 0,35 mA/mm<sup>2</sup> dan 0,45 mA/mm<sup>2</sup> terhadap komposisi kandungan unsur lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ?
4. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus 0,35 mA/mm<sup>2</sup> dan 0,45 mA/mm<sup>2</sup> terhadap tingkat kekerasan lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> ?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi terhadap fasa dan struktur kristal lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.
2. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi terhadap morfologi permukaan lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.
3. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi terhadap komposisi kandungan unsur lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

4. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi terhadap tingkat kekerasan lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan panduan terkait parameter optimal untuk memproduksi bahan dengan sifat mekanik yang unggul, yang dapat diaplikasikan dalam sektor industri. Selain itu, penelitian ini juga dapat menyediakan referensi mengenai analisis struktur kristal, karakteristik morfologi permukaan, komposisi unsur, dan tingkat kekerasan dari lapisan komposit Ni-AlN/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang diproduksi dengan variasi rapat arus pulsa menggunakan metode elektrodeposisi. Informasi ini diharapkan akan menjadi landasan yang berharga dalam konteks penggunaannya dalam kebutuhan industri.