

# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Kehidupan manusia tidak terlepas dari kebutuhan akan logam, salah satunya untuk peralatan perkakas seperti mata bor (Rahman dkk., 2020). Namun, logam memiliki kelemahan seperti rentan mengalami korosi dan aus (Sandra dkk., 2020). Dalam aplikasi industri, korosi menjadi faktor yang mempengaruhi kinerja dan masa pakai material (Doğan dkk., 2023). Korosi merupakan proses degradasi massa atau mutu material, terutama logam, akibat interaksi dengan lingkungan, baik secara alami maupun buatan (Mulyati, 2019). Proses ini terjadi melalui reaksi redoks, dimana logam mengalami oksidasi sementara oksigen mengalami reduksi (Zuchry & Magga, 2017).

Salah satu solusi untuk mengatasi masalah korosi pada logam adalah dengan menerapkan metode pelapisan komposit (Kusumawati dkk., 2019). Komposit merupakan kombinasi material berfase padat terdiri dari dua atau lebih material dalam skala makroskopik, menghasilkan kualitas yang lebih baik dibandingkan material penyusunnya (Samlawi dkk., 2018). Pelapisan ini dirancang untuk meningkatkan sifat ketahanan korosi, aus, mekanik material (Kusumawati dkk., 2019), dan memperbaiki kinerja tribologi, memperpanjang umur komponen, serta penggunaan material substrat yang lebih murah (Rajendran dkk., 2022). *Metal Matrix Composite* (MMC) merupakan kombinasi logam sebagai matriks dan keramik sebagai penguat (Mulyanti, 2011). Penguat biasanya memiliki kekuatan tarik yang baik dan sifat elastis, sementara matriks bersifat ulet dan lunak, serta akan mengikat saat mencapai titik bekunya (Tjahjanti, 2018). MMC memungkinkan logam untuk mempertahankan sifat mekanik unggulnya, seperti kekuatan, kekerasan, dan konduktivitas, sambil memanfaatkan keunggulan material penguat (S. Liu dkk., 2017).

Matriks logam yang sering digunakan adalah nikel, dikarenakan nikel memiliki daya hantar listrik dan termal yang baik, serta kekuatan dan kekerasan sedang (Kusumawati dkk., 2019). Selain itu, nikel memiliki ketahanan korosi yang

baik, sehingga pelapisan nikel mampu mengurangi laju korosi pada logam (Saputra dkk., 2017). Dibalik keunggulannya nikel memiliki kelemahan yaitu dapat melunak pada temperatur tinggi, hal ini dapat mengurangi sifat ketahanan aus dan korosi (Budi dkk., 2015). Untuk itu, lapisan nikel perlu ditambahkan dengan bahan aditif yang mengandung partikel nitrida (Budi dkk., 2015) dan oksida (Alhosseini & Mousavi, 2019). Dimana penambahan bahan aditif dapat meningkatkan sinterabilitas serta sifat fisik dan mekanik material (Alhosseini & Mousavi, 2019). Partikel nitrida dan oksida seperti TiN (Aranzaes dkk., 2019), Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (Widodo & Subardi, 2019) dan Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> (Fayomi dkk., 2021) ditambahkan sebagai bahan aditif. Titanium Nitrida (TiN) memiliki modulus elastisitas, kekerasan mikro, ketahanan aus yang tinggi (Xia dkk., 2015) kekerasannya yang mencapai (~2140 HV) dan titik leleh yang mencapai (3273 K) (Doğan dkk., 2023). Alumina (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) memiliki kekuatan mekanik yang tinggi, bersifat isolator listrik, penghantar panas yang baik, memiliki kekerasan yang tinggi (HV: 800-1200 kgf/mm<sup>2</sup>), tahan panas sampai temperatur 1500 °C (Nasrun & Sujianto, 2020). Silikon Nitrida (Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>) merupakan partikel keramik keras yang memiliki sifat mekanik dan termal yang unggul, seperti kekuatan, ketangguhan, ketahanan terhadap panas, ketahanan korosi, serta tingkat kekerasan yang tinggi, dan juga ketahanan aus yang baik (Kusumawati dkk., 2019). Oleh karena itu, Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> digunakan sebagai lapisan komposit melalui metode elektrodeposisi dengan variasi rapat arus pulsa.

Salah satu metode pelapisan komposit yang kini berkembang pesat adalah elektrodeposisi. Metode ini memiliki beberapa keunggulan dibandingkan metode pelapisan lainnya, seperti biaya proses yang lebih rendah, lapisan yang lebih merata, daya rekat yang lebih baik, serta kebutuhan tegangan yang tidak terlalu tinggi (Kusumawati dkk., 2019). Selain itu, metode ini dapat meningkatkan ketahanan terhadap korosi (Kusumawati dkk., 2019). Metode pelapisan elektrodeposisi yaitu proses pengendapan logam pada katoda yang memanfaatkan energi listrik melalui larutan elektrolit (Rahman dkk., 2020). Teknik pelapisan ini diterapkan untuk mendeposisikan partikel berukuran mikro atau sub-mikro pada matriks logam maupun non-logam (Budi dkk., 2015). Lapisan yang dihasilkan melalui metode elektrodeposisi dipengaruhi oleh berbagai parameter, seperti

temperatur, rapat arus, konsentrasi larutan, kecepatan pengadukan, dan tingkat keasaman larutan (pH) (Jiang dkk., 2016).

Variasi kuat arus pada proses elektrodeposisi mempengaruhi morfologi dan struktur lapisan yang terbentuk. Dalam perkembangannya, banyak penelitian saat ini menggunakan metode elektrodeposisi arus pulsa, dimana arus diterapkan secara periodik dengan pola gelombang berbentuk persegi panjang (*rectangular wave*) (Davega & Dahlan 2015). Metode ini menghasilkan permukaan yang lebih homogen dan lebih halus (Davega & Dahlan 2015). Seperti pada penelitian yang dilakukan Oktaviani dkk. (2018), dengan menguji morfologi lapisan komposit Ni-TiN. Penelitian ini menunjukkan bahwa pada kuat arus 4 mA, lapisan yang terbentuk memiliki morfologi kasar dan terdapat retakan, menyebabkan ketidakrataan lapisan. Hal ini disebabkan oleh temperatur yang tidak stabil selama proses, sehingga atom-atom mengalami ketidakstabilan termal dan membentuk retakan (Naat dkk., 2104). Pada arus 5 mA, morfologi lapisan lebih halus, namun terdapat aglomerat di permukaan akibat energi tarik antar partikel ion yang lebih besar dibandingkan energi tolak (Permatasari dkk., 2015). Sementara itu, pada kuat arus 6 mA, lapisan terlihat lebih halus dengan sedikit aglomerat dan retakan di beberapa area. Kuat arus merupakan parameter penting dalam elektrodeposisi, karena semakin tinggi arus, semakin tinggi pula laju elektroporesis dan kandungan nitrida dalam lapisan, sehingga morfologi lapisan menjadi lebih halus (Permatasari dkk., 2018).

Penelitian ini bertujuan melakukan pelapisan material untuk meningkatkan kualitasnya, terutama dalam hal sifat mekanik seperti kekerasan. Tungsten Karbida yang dilapisi kemudian dilakukan pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscopy - Energy Dispersive Spectroscopy* (SEM-EDS) untuk menganalisis morfologi dan komposisinya, serta *X-Ray Diffraction* (XRD) untuk menganalisis struktur kristal lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub>. Pengujian kekerasan dilakukan dengan *Vickers Hardness Test*. Dari hasil karakterisasi tersebut didapatkan pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap morfologi, komposisi, struktur kristal, dan kekerasan lapisan. Tujuan akhir penelitian ini adalah

mengoptimasi parameter proses elektrodeposisi, untuk memperoleh lapisan nikel yang maksimal pada permukaan material.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah yang dapat dikaji dalam penelitian ini meliputi:

1. Bagaimana proses pembentukan lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> melalui metode elektrodeposisi?
2. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap morfologi dan komposisi lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk?
3. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap struktur kristal lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk?
4. Bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap kekerasan lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk?

## **C. Tujuan**

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mencapai hal-hal berikut.

1. Melakukan pembentukan lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> dengan metode elektrodeposisi.
2. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap morfologi dan komposisi lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk.
3. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap struktur kristal lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk.
4. Menganalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap tingkat kekerasan lapisan komposit Ni-TiN-Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Si<sub>3</sub>N<sub>4</sub> yang terbentuk.

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

Berdasarkan tujuan tersebut, penelitian ini diharapkan memberikan beberapa manfaat sebagai berikut.

1. Memberikan informasi terkait pembentukan lapisan komposit Ni-TiN- $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{Si}_3\text{N}_4$  menggunakan metode elektrodeposisi.
2. Mengkaji pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap struktur kristal, morfologi, komposisi dan kekerasan lapisan komposit yang dihasilkan.
3. Memberikan informasi rapat arus optimal guna menghasilkan material dengan sifat mekanik yang unggul.
4. Material komposit yang dihasilkan diharapkan dapat dimanfaatkan untuk berbagai aplikasi industri yang membutuhkan kekuatan dan daya tahan tinggi.

