

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Saat ini, penggunaan logam telah meluas di berbagai sektor industri, khususnya pada bidang rekayasa material. Meluasnya penggunaan logam dalam berbagai aplikasi memerlukan sifat mekanik yang tinggi, seperti kekuatan, kekerasan, ketahanan aus, ketahanan korosi, dan ketahanan suhu ekstrem (Nu'maa *et al*, 2020). Logam khususnya logam murni banyak diproduksi karena memiliki sifat-sifat yang unik seperti deformasi elastis, penghantar panas dan listrik yang baik, tahan terhadap goresan, serta memiliki kekuatan yang baik (Sinaga *et al*, 2023). Meskipun begitu, logam sendiri memiliki beberapa kekurangan, seperti masalah korosi dan keausan yang dapat mempengaruhi kualitasnya. Proses pelapisan logam yang dielektrodeposisikan pada substrat mampu meningkatkan nilai kekuatan suatu material (Fu *et al*, 2021). Salah satu logam yang baru-baru ini telah banyak dibahas dan berhasil digunakan sebagai lapisan yang diperkuat pada komponen mekanik yaitu lapisan logam berbasis Nikel (NBCs). Logam nikel (Ni) sering digunakan sebagai bahan matriks dalam lapisan komposit karena memiliki sifat keuletan yang baik dan ketahanan korosi yang tinggi. Nikel memiliki struktur kristal yang disebut FCC (*Face-Centered Cubic*) dengan titik leleh sekitar 1455°C. Ketahanan korosi nikel terjadi karena pembentukan lapisan oksida pasif pada permukaannya, yang berfungsi sebagai pelindung terhadap pengaruh lingkungan yang korosif (Fafeng *et al*, 2021). Nikel mengalami fase deformasi elastis, oleh karena itu nikel digunakan sebagai bahan yang dilapisi dalam pembuatan lapisan tipis untuk memperkuat film.

Salah satu jenis material yang sedang dikembangkan adalah komposit logam atau lebih dikenal dengan Komposit Matriks Logam atau *Metal Matrix Composite* (MMC). Lapisan komposit terdiri dari dua material penyusun yaitu matriks dan bahan penguat. Matriks dapat berupa logam, keramik, maupun polimer, yang biasanya terdapat dengan jumlah yang lebih besar. Pembentukan lapisan komposit

matriks membutuhkan bahan penguat yang bisa diisi dari kelompok Oksida (SiO_2 , Al_2O_3 , TiO_2 , ZrO_2 , Cr_2O_3 , dsb), Karbida (SiC , WC , B_4C , TiC , Cr_3C_3 , dsb), Nitrida (TiN , Si_3N_4 , CrN , BN , dsb). Salah satu cara umum untuk meningkatkan kualitas material komposit adalah dengan menggabungkannya dengan serat. Proses ini bertujuan untuk mencapai nilai kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh lebih tinggi daripada yang dapat diberikan oleh material komposit murni. Selain itu, material komposit memiliki keunggulan dengan kombinasi yang menarik, seperti kekuatan yang tinggi, daya tahan yang lama, berat yang ringan, serta sifat tahan korosi yang baik (Rajak *et al*, 2019). Maka dari itu material komposit sangat populer dan banyak digunakan dalam bidang rekayasa dan ilmu material. Untuk menghasilkan pembentukan lapisan komposit yang maksimal diperlukan sintesis senyawa intan yang sintetis, salah satunya yaitu dengan sintesis senyawa nitrida. Salah satu senyawa nitrida yang memiliki nilai kekerasan dan kekuatan mekanik yang tinggi serta ketahanan aus yang baik adalah Silikon Nitrida (Si_3N_4) (Sharma dan Khanduja, 2015). Pada penelitian ini, Tungsten Karbida (WC) digunakan sebagai substrat yang akan dilapisi dengan lapisan komposit $\text{Ni/Si}_3\text{N}_4$ dengan variasi rapat arus pulsa. Tungsten Karbida (WC) digunakan karena memiliki sifat mekanik, fisik, dan kimia yang menarik, seperti tingkat kekerasan yang tinggi, titik lebur yang tinggi, konduktivitas listrik dan termal yang baik, serta ketahanan terhadap korosi yang tinggi (Kornaus *et al*, 2016).

Pembentukan lapisan komposit dapat diperoleh dengan berbagai cara, salah satunya dengan menggunakan metode elektrodposisi. Umumnya metode elektrodposisi merupakan suatu proses pembentukan endapan logam pada katoda dengan menggunakan energi listrik melalui suatu elektrolit (Huriyati *et al*, 2017). Kelebihan dari metode elektrodposisi sendiri yaitu biaya yang relatif murah, mudah untuk mengatur ketebalan lapisan, proses yang sederhana, serta mudah untuk membuat lapisan permukaan yang lebih luas (Wahidiyah, 2015). Terdapat dua teknik elektrodposisi, yaitu *Direct Current Electrodeposition* dan *Pulse Current Electrodeposition*. Teknik elektrodposisi arus pulsa lebih efektif dibandingkan dengan teknik elektrodposisi lainnya. Hal ini disebabkan karena teknik *pulse current* menawarkan proses yang sederhana, efisiensi tinggi, tingkat

keamanan yang tinggi, dan ketahanan yang lebih unggul (Xia *et al*, 2017). Variasi rapat arus dalam elektrodeposisi arus pulsa dapat menghasilkan permukaan lapisan komposit yang lebih halus dan homogen (Jones dan Smith, 2017). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi rapat arus berpengaruh terhadap morfologi lapisan, semakin tinggi rapat arus maka permukaan lapisan akan semakin halus. Dianalisis pengaruh variasi rapat arus pulsa $0,4 - 0,8 \text{ mA/mm}^2$ terhadap pembentukan lapisan komposit Ni/Si₃N₄ menghasilkan rapat arus pulsa sebesar $0,8 \text{ mA/mm}^2$ memiliki struktur yang lebih baik (Sinaga *et al*, 2023). Peningkatan rapat arus dalam elektrodeposisi arus pulsa terhadap sifat mekanik lapisan komposit juga dapat meningkatkan kekerasan lapisan dalam aplikasi yang memerlukan ketahanan terhadap keausan dan abrasi (Pu *et al*, 2020). Penelitian elektrodeposisi arus pulsa lainnya dilakukan pada lapisan komposit Ni-B/TiN dengan kerapatan arus $1,5 \text{ A/dm}^2$ dan $4,5 \text{ A/dm}^2$ menunjukkan hasil dalam morfologi lapisan, ketahanan korosi, dan sifat mekanik yang berbeda-beda. Pada rapat arus $1,5 \text{ A/dm}^2$ terjadi penumpukan partikel TiN yang tidak merata dan permukaan lapisan kasar, sedangkan pada rapat arus $4,5 \text{ A/dm}^2$ partikel TiN terdistribusi lebih homogen sehingga permukaan lapisan menjadi lebih halus (Doğan *et al*, 2020). Proses elektrolisis dalam pelapisan material komposit menggunakan kaidah elektrodeposisi arus pulsa dapat mencapai laju deposisi yang sangat tinggi seiring dengan tingkat kerapatan arus yang tinggi (Lajevardi dan Shahrabi, 2017).

Pada penelitian ini dilakukan proses pelapisan komposit menggunakan Ni/Si₃N₄ pada substrat Tungsten Karbida (WC) untuk meningkatkan sifat mekanik. Substrat yang dilapisi kemudian dilakukan pengujian menggunakan teknik *Scanning Electron Microscopy-Energy Dispersive* (SEM-EDS) untuk menganalisis morfologi dan komposisinya. Selain itu, analisis fasa dan struktur kristal dengan menggunakan teknik *X-Ray Diffraction* (XRD) terhadap lapisan Ni/Si₃N₄, serta uji sifat mekanik kekerasan dengan metode uji *Vickers* untuk mengetahui nilai kekerasan yang dihasilkan. Beberapa hasil karakterisasi tersebut diharapkan dapat menunjukkan pengaruh variasi rapat arus pulsa terhadap

morfologi, komposisi, struktur kristal, dan kekerasan dari lapisan komposit Ni/Si₃N₄.

B. Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang diatas, perumusan masalah yang dapat dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi rapat arus pulsa lapisan komposit Ni/Si₃N₄ pada proses pelapisan terhadap struktur mikro dan sifat mekanik kekerasan menggunakan metode elektrodeposisi.

C. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis komposisi dan struktur morfologi lapisan komposit Ni/Si₃N₄ yang dihasilkan dari variasi rapat arus pulsa 0,15 mA/mm², 0,25 mA/mm², dan 0,35 mA/mm².
2. Menganalisis fasa dan struktur kristal yang dihasilkan pada proses pembentukan lapisan komposit Ni/Si₃N₄ berdasarkan variasi rapat arus pulsa 0,15 mA/mm², 0,25 mA/mm², dan 0,35 mA/mm².
3. Menguji sifat mekanik kekerasan lapisan komposit Ni/Si₃N₄ pada Tungsten Karida (WC) dengan menggunakan *Vickers Hardness test* pada variasi rapat arus pulsa 0,15 mA/mm², 0,25 mA/mm², dan 0,35 mA/mm².

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan referensi untuk penelitian lebih lanjut mengenai lapisan komposit Ni/Si₃N₄ dengan variasi rapat arus menggunakan metode elektrodeposisi arus pulsa.
2. Memahami kondisi optimal untuk menciptakan material dengan sifat mekanik yang unggul dan dapat di aplikasikan pada bidang tertentu.
3. Memberikan informasi tentang struktur mikro, sifat mekanik, serta pengaruh variasi rapat arus dalam proses pelapisan komposit Ni/Si₃N₄ dengan menggunakan metode elektrodeposisi arus pulsa.