

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dalam bidang ilmu material menghasilkan material-material jenis baru yang terbuat dari paduan dua atau lebih material berbeda, seperti keramik, polimer dan komposit (Callister & Rethwisch, 2010). Komposit dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan agar memiliki sifat unggul dalam hal kekuatan (*strength*) (Vepřek & Reiprich, 1995), kekerasan (*hardness*) (Matsuoka, et al., 2014) dan ketahanan oksidasi sampai temperatur tinggi (1200⁰C) (Veprek, et al., 2004). Peningkatan sifat unggul tersebut pada suatu material dapat dilakukan dengan memanfaatkan metode pelapisan (Zhang et al., 2011). Aplikasi pelapisan komposit dapat digunakan pada peralatan mesin dengan operasi kecepatan tinggi (pengeboran, pemotongan, dan penggilingan) pada temperatur tinggi (Vepřek & Reiprich, 1995).

Bahan pelapis yang umum digunakan adalah Nikel sebagai matriks dan partikel Nitrida dan Karbida sebagai penguatnya, seperti TiN (Feng et al., 2014; Kumar & Mitra, 2017; Li et al., 2017; Wu, et al., 2017; Xia, et al., 2017), AlN (Chen et al., 2017; Xiong et al., 2014; Yang et al., 2016), TiAlN (Abrikosov et al., 2011; Liu et al., 2017; Vettivel, et al., 2017), Si₃N₄ (Khazrayie & Aghdam, 2010)), TiC (Gorji, et al., 2017; Kartal, et al., 2017; Sahoo & Masanta, 2017) dan SiC (Baron et al., 2017; Li, et al., 2017; Wasekar, et al., 2016; Zhou, et al., 2017)).

TiN dan TiC memiliki kekerasan 16 GPa (Kumar & Mitra, 2017) dan 15 GPa (Gorji, et al., 2017), namun teroksidasi pada 500⁰C (Vepřek & Reiprich, 1995) menjadi TiO₂ dengan kekerasan 136.58 MPa (Oh, et al., 2017). Pada SiC dan Si₃N₄ ketahanan oksidasinya smencapai 1200⁰C (Nasiri, et al., 2016) dan 1300⁰C (Liang et al., 2017), namun kekerasannya 8.1 GPa (Li, et al., 2017) dan 16.5 GPa (Mukhopadhyay, et al., 1991) serta saat teroksidasi menjadi SiO₂ kekerasannya menjadi 8.1 GPa (Wang, et al., 2015). Sementara kekerasan pada AlN dan AlC sebesar 7.5 GPa (Ma, et al., 2017) dan 7 GPa (Yate et al., 2009) dan teroksidasi menjadi Al₂O₃ pada 900⁰C (Cao et al., 2017) dengan kekerasan 415 MPa

(Ghanaraja, et al., 2017). Jika dibandingkan dengan material yang telah disebutkan sebelumnya, maka TiAlN/Si₃N₄ memiliki sifat mekanik yang lebih baik dengan ketahanan oksidasi sampai 1200⁰C (Veprek, et al., 2004) dan kekerasan sebesar 19 GPa (Feng et al., 2014).

Metode pelapisan yang banyak digunakan adalah *Arc Ion Plating* (Kimura, et al., 1999), *Chemical Vapour Deposition* (CVD) (Veprek, et al., 1996), *Vacum Arc Evaporation* (Veprek, et al., 2004), *Sputtering* (Zhang et al., 2011) dan elektrodposisi (Budi et al., 2017; X. B. Zhu, et al., 2011). Jika dibandingkan dengan metode lain, maka metode elektrodposisi memiliki keunggulan yaitu susunan peralatannya sederhana, tingkat produksinya tinggi dan lebih ekonomis dengan hasil yang mendekati kesetaraan dengan metode-metode lain (Budi, et al., 2013).

Metode elektrodposisi juga dapat digunakan untuk mendeposisikan lapisan komposit Ni-TiN (X. B. Zhu, et al., 2011). Zhu, X. B., et al (2011) menggunakan metode elektrodposisi untuk melapisi substrat kuningan (64 Cu – 36 Zn). Lapisan Ni-TiN teroptimasi pada densitas arus 0.5 A/dm², suhu 50⁰C, pH 3 dan larutan *elektroplating* dengan konsentrasi 0.38 mol/L Ni₂SO₄.7H₂O, 0.17 mol/L NiCl₂, 0.49 mol/L H₃BO₃, 2.4 g/L surfaktan, 8 g/L TiN. Hasil penelitian ini menunjukkan pelebaran puncak XRD untuk struktur Ni yang menunjukkan perbaikan ukuran kristal pada ukuran rata-rata sebesar 50 nm dengan ketahanan korosi lebih baik bagi lapisan Ni-TiN daripada lapisan Nikel murni.

Kimura, A., et al (1999) telah berhasil menambahkan atom Al kedalam lapisan Ti_{1-x}Al_xN, x = 0, 0.1, 0.3, 0.5, 0.6, 0.7, 0.9, dan 1 (Kimura, et al., 1999). Penelitian tersebut menggunakan substrat *mirror-polished cemented carbide* (WC-Co) dengan metode *arc ion plating*. Struktur yang terbentuk adalah struktur fcc saat x = 0 dengan ukuran kristal 4.23 Å dan berubah menjadi struktur heksagonal saat x ≥ 0.7 dengan ukuran kristal 4.15 Å. Kekerasan lapisan TiN, yaitu saat x = 0 adalah 2000 HV. Pada x ≤ 0.6 secara bertahap meningkat sampai 3200 HV dan menurun sampai 1400 HV saat x = 1.

Koller, C. M., et al (2014) juga meneliti TiAlN dengan membuat lapisan TiAlN dengan metode *reactive cathodic arc evaporation* (CAE). Penelitian tersebut menghasilkan lapisan Ti_{0.54}Al_{0.46}N dengan struktur fcc dan kekerasan

sebesar 31 GPa. Saat dipanaskan pada $T_a = 900^\circ\text{C}$ berubah menjadi fasa kubik TiN dan heksagonal AlN dengan kekerasan yang sama. Namun pada $1000^\circ\text{C} \leq T_a \leq 1200^\circ\text{C}$ kekerasan menurun sampai 22 GPa.

Partikel Silikon Nitrida (Si_3N_4) juga dapat dikombinasikan dalam lapisan komposit TiAlN/ Si_3N_4 (Feng et al., 2014; L. Zhu, et al., 2016). Feng, C., et al (2014) mendeposisikan lapisan komposit Cu-TiAlN/ Si_3N_4 pada permukaan substrat AISI-204 (Feng et al., 2014). Penelitian tersebut menggunakan metode *DC reactive magnetron sputtering* dengan pemberian Si (0-5.09%). Morfologi yang dihasilkan semakin halus seiring meningkatnya kandungan Si. Kekerasan lapisan TiAlN-Cu sebesar 9.672 GPa dan mencapai maksimum saat kandungan Si 5.09% sebesar 18.628 GPa. Namun Ni memiliki sifat mekanik lebih baik daripada Cu dengan titik leleh, modulus elastis dan geser, kuat tarik dan luluh lebih besar (Callister & Rethwisch, 2010), sehingga Ni yang akan dijadikan sebagai matriks logam dalam penelitian ini.

Zhu, L. H., et al (2016) juga meneliti TiAlN/ Si_3N_4 dengan membuat lapisan TiAlSiN dengan metode *cathodic arc evaporation* di atas permukaan substrat WC-Co. Penelitian dilakukan dengan menambahkan 10% Si sehingga menghasilkan $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.5}\text{N}$, $\text{Ti}_{0.5}\text{Al}_{0.4}\text{Si}_{0.1}\text{N}$ dan $\text{Ti}_{0.55}\text{Al}_{0.35}\text{Si}_{0.1}\text{N}$. Struktur kristal yang terbentuk adalah fasa TiAlN kubik dengan parameter kisi 0.4164 nm, 0.4149 nm, dan 0.4153 nm. Morfologi lapisan menjadi lebih halus dengan penambahan 10% Si. Kekerasan lapisan yang terbentuk sebesar 27.1, 34.7, dan 33.2 GPa.

Penelitian ini akan dilakukan dengan variasi konsentrasi Si_3N_4 sebesar 0.2 g/l, 0.4 g/l dan 0.6 g/l pada lapisan Ni-TiAlN/ Si_3N_4 di atas permukaan substrat WC dengan metode elektrodposisi. Pada penelitian ini pengujian morfologi, struktur kristal dan kekerasan material akan dilakukan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *X-Ray Diffraction* (XRD) dan *Vickers Hardness Test*.

B. Identifikasi Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka permasalahan yang dapat diidentifikasi adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pembentukan lapisan komposit Ni-TiAlN/ Si_3N_4 dengan metode elektrodposisi?

2. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi Si_3N_4 terhadap morfologi dan komposisi permukaan lapisan komposit Ni-TiAlN/ Si_3N_4 ?
3. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi Si_3N_4 terhadap struktur kristal lapisan komposit Ni-TiAlN/ Si_3N_4 ?
4. Bagaimana pengaruh variasi konsentrasi Si_3N_4 terhadap kekerasan lapisan komposit Ni-TiAlN/ Si_3N_4 ?

C. Pembatasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah yang ada, pada penelitian ini dibatasi pada masalah pengaruh konsentrasi Si_3N_4 terhadap morfologi, komposisi, struktur kristal dan kekerasan lapisan Ni-TiAlN/ Si_3N_4 .

D. Perumusan Masalah

Perumusan masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh konsentrasi Si_3N_4 terhadap morfologi, komposisi, struktur kristal dan kekerasan lapisan Ni-TiAlN/ Si_3N_4 ?

E. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi Si_3N_4 terhadap morfologi, komposisi, struktur kristal dan kekerasan lapisan Ni-TiAlN/ Si_3N_4 .

F. Manfaat Penelitian

Manfaat yang ingin diperoleh dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menghasilkan material berupa lapisan komposit dengan sifat mekanik yang baik sehingga dapat diaplikasikan dalam kebutuhan industri logam yang beroperasi pada suhu tinggi.
2. Memberikan informasi mengenai hasil morfologi, komposisi, struktur kristal dan kekerasan lapisan komposit Ni-TiAlN/ Si_3N_4 yang disintesis menggunakan metode elektrodposisi dengan pengaruh konsentrasi Si_3N_4 .
3. Sebagai pembandingan dan acuan penelitian pelapisan logam dengan teknik elektrodposisi.