

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Masa sekarang pengembangan material ringan dan kuat saat ini sangat dibutuhkan untuk mengembangkan salah satunya penggunaan kepada otomotif. Maka dari itu komponen komponen kendaraan akan dibuat menjadi ringan agar penggunaan energi dapat optimal. Kebutuhan akan material yang ringan dan kuat akan diperlukan dimasa yang akan datang [1]

Magnesium merupakan unsur kimia dalam tabel periodik yang memiliki simbol Mg dan nomor atom 12. Magnesium dihasilkan dari beberapa sumber, seperti dolomit dan air laut. Magnesium memiliki beberapa kelebihan sifat ringan, mudah bereaksi dengan logam lain, dengan sifat yang mudah terbakar, setelah mengetahui sifat magnesium yang relatif ringan, sehingga cocok digunakan sebagai pengganti bahan besi cor dan baja yang relatif berat [2][3].

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai ketahanan korosi yang baik dan hantaran listrik yang bagus. Aluminium digunakan dalam bidang yang luas, untuk keperluan material pesawat terbang, mobil, motor, kapal laut dan konstruksi yang lain. Untuk mendapatkan peningkatan kekuatan mekanik, biasanya logam aluminium dipadukan dengan unsur Paduan [4]. Selain itu aluminium memiliki beberapa keunggulan yaitu ringan, sifat mampu dibentuk (*formability*) yang baik, ketahanan korosi yang baik, dan kekuatan yang dapat ditingkatkan dengan proses pengerjaan dingin atau melalui proses perlakuan panas [5]. Salah satu unsur yang dipadukan dengan aluminium adalah magnesium dan seng.

Seng merupakan sebuah unsur yang bisa meningkatkan kekuatan mekanik, kekerasan, serta kemampuan bentuk dari logam dasar tanpa mengorbankan ketangguhan material, dan juga mampu meningkatkan ketahanan oksidasi juga menstabilkan mikrostruktur [6]. Unsur Mg dan Zn didalam paduan Al juga bisa berperan dalam meningkatkan kekuatan serta

stabilitas termal pada paduan logam [7]. Hal ini menegaskan bahwa penambahan unsur Mg dan Zn dalam Paduan Al bisa menjadi salah satu Solusi untuk meningkatkan performa pada material teknik. Unsur ini berperan sangat penting dalam meningkatkan kekuatan dan kestabilan fasa pada paduan MgZnAl. Difusi yang membantu mempercepat pembentukan dan membuat unsur menjadi lebih merata pada saat fasa selama proses pemanasan sehingga paduan menjadi lebih kuat dan stabil. Melalui simulasi molekuler, perilaku difusi yang dapat dianalisis untuk memahami bagaimana interaksinya memengaruhi sifat mekanik dan termal paduan logam ringan [8].

Simulasi dinamika molekuler merupakan salah satu pendekatan yang mampu mempresentasikan interaksi antar atom secara realistis dengan menggunakan potensial antar atom sebagai dasar. Dengan metode ini, laju difusi atom dapat dianalisis, termasuk pada paduan MgZnAl, sekaligus memungkinkan pengamatan perubahan energi serta dampak variasi koefisien terhadap gerakan atom dalam struktur paduan tersebut. Proses difusi dapat dikaji melalui analisis terhadap mekanisme difusi yang paling dominan. Dengan memperkirakan nilai energi aktivasi, mekanisme difusi atom atom pada Paduan MgZnAl dapat dijelaskan secara lebih mendalam [9].

Temuan dari penelitian berbasis simulasi atomik pada aluminium yang mengandung berbagai elemen terlarut menunjukkan bahwa penambahan unsur paduan dapat mengubah mekanisme deformasi dan memicu perubahan struktur kisi kristal, yang pada akhirnya berdampak tidak langsung terhadap Gerakan atom serta kecepatan difusi dalam material. Meskipun demikian, penelitian yang mengkaji perilaku difusi atom MgZnAl, di dalam Paduan Al melalui simulasi atomik masih sangat minim [10]. Oleh sebab itu, penelitian ini dimaksud untuk memanfaatkan simulasi dinamika molekuler guna menganalisis kecepatan difusi atom pada Paduan MgZnAl, serta menilai pengaruh suhu dan konsentrasi terhadap perpindahan atom dalam skala atomik sebagai pondasi untuk mengoptimalkan mikrostruktur dan sifat mekanik Paduan MgZnAl.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagaimana mekanisme proses difusi atom pada Paduan unsur MgZnAl berdasarkan hasil simulasi dinamika molekuler?
2. Bagaimana koefisien difusi masing-masing unsur pada MgZnAl menggunakan simulasi dinamika molekuler?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis mekanisme difusi atomik pada unsur MgZnAl menggunakan metode simulasi dinamika molekuler.
2. Mengetahui bagaimana pengaruh koefisien difusi terhadap masing-masing unsur dalam sistem paduan MgZnAl.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Penelitian ini hanya berfokus pada analisis mekanisme difusi atom, mobilitas atom, dan koefisien difusi pada paduan $Mg_{25}Zn_{25}Al_{50}$ menggunakan simulasi dinamika molekuler, tanpa mengkaji sifat mekanik, sifat termal, sifat elektrik, maupun ketahanan korosi.
2. Simulasi dijalankan dengan batasan periodik (*Periodic Boundary Condition*) pada ketiga arah koordinat yaitu x,y, dan z.
3. Struktur kristal awal Paduan MgZnAl menggunakan struktur HCP (*Hexagonal closepacked*) untuk atom Al sebagai matrik utama
4. Analisis hanya difokuskan pada perhitungan koefisien difusi pada Paduan MgZnAl

1.5 Manfaat Penelitian

Penelitian ini bertujuan menunjukkan efektivitas metode simulasi dinamika molekuler dalam memprediksi sifat mekanik material, Adapun manfaat dari penelitian ini :

- a. Manfaat bagi kampus adalah menambah wawasan dan referensi ilmiah mengenai mekanisme difusi atomik dalam paduan logam ringan berbasis MgZnAl menggunakan pendekatan simulasi dinamika molekuler.
- b. Manfaat bagi penulis adalah dapat menjadi acuan dalam pengembangan metode simulasi komputasi untuk mempelajari perilaku atomik dan sifat termal material logam.
- c. Manfaat bagi masyarakat adalah dapat berkontribusi pada inovasi material ramah lingkungan yang mendukung efisiensi energi dan keberlanjutan teknologi masa depan.

