

# **BAB 1**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Meningkatnya kebutuhan akan material yang lebih canggih untuk berbagai aplikasi suhu tinggi dapat dipenuhi dengan menggunakan intermetalik berbasis titanium yang berbeda. Kombinasi bobot yang ringan dan kekuatan tinggi membuat paduan berbasis TiAl sangat menarik pada industri otomotif dengan aplikasi tertentu seperti turbin bilah, katup buang atau rotor pengisi daya turbo. Kegiatan saat ini untuk mengoptimalkan sifat-sifat paduan berbasis TiAl terutama difokuskan pada peningkatan kekuatan dan ketahanan mulur pada tinggi suhu serta untuk mencapai perilaku oksidasi yang lebih baik. [1]

Paduan TiAl menarik banyak perhatian dari komunitas riset termasuk universitas, badan yang didanai publik, manufaktur industri, dan pengguna produk akhir adalah karena ia memiliki kombinasi unik dari sifat mekanik ketika dievaluasi berdasarkan sifat kepadatannya. Secara khusus, sifat suhu tinggi dari beberapa paduan dapat lebih unggul daripada superalloy. [2]

TiAl telah diselidiki secara ekstensif selama beberapa dekade terakhir sebagai bahan kandidat yang cocok untuk aplikasi suhu tinggi, karena titik lelehnya yang tinggi, kepadatan rendah, kekerasan yang relatif tinggi dan ketahanan korosi yang sangat baik, serta oksidasi yang baik dan ketahanan mulur pada suhu tinggi. Namun, pengembangan dan aplikasi TiAl masih sangat terbatas di beberapa tahun terakhir karena daktilitasnya yang rendah pada suhu kamar. Untuk mengatasi kekurangan ini, beberapa metodologi telah dikembangkan, termasuk perlakuan panas, pemurnian butir dan elemen paduan, serta pengenalan fase penguat kedua untuk membentuk komposit. Di antara pendekatan ini, elemen paduan, yang dicapai dengan memasukkan atom substitusi ke TiAl, telah menerima banyak perhatian dalam beberapa tahun terakhir. [3]

Salah satunya penelitian yang dilakukan oleh Duan dkk, hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan 1% Sn mendorong pembentukan bilah dan memberikan kontribusi yang luar biasa terhadap peningkatan kekuatan suhu kamar dan keuletan suhu tinggi dari paduan Ti-Al. Paduan menunjukkan fitur patahan kuasi-belahan pada suhu kamar dan mereka mengalami deformasi plastis yang sangat signifikan pada suhu tinggi. [4]

Spesialis telah memikirkan cara untuk memanfaatkan potensi besar yang diberikan oleh bahan intermetalik berbasis TiAl untuk aplikasi mesin aero selama bertahun-tahun. Sifat materialnya luar biasa. TiAl adalah paduan yang menunjukkan kombinasi unik dari karakteristik keramik dan logam. Dalam hal sifat mekanik, hampir setara dengan paduan nikel yang digunakan saat ini, meskipun kerapatannya jauh lebih rendah, ia memiliki titik leleh yang tinggi dan kekuatan mulur yang jauh lebih tinggi daripada paduan titanium. Sifat-sifat ini disebabkan oleh komposisi khusus dari paduan dan berbagai perlakuan panas yang dikembangkan secara khusus untuk tujuan tersebut. [5]

Perkembangan penelitian dengan menggunakan metode simulasi dinamika molekuler pada skala nano khususnya pada Nanorod yaitu penelitian yang dilakukan oleh Zhang dkk yang berjudul “Simulasi Dinamika Molekul Dari Peleburan Tembaga Nanorod” penelitian ini dihitung menggunakan skala besar atom/molekul simulator paralel besar-besaran ular (LAMMPS), batang nanorod ditempatkan di tengah box simulasi dengan ukuran  $10.86 \times 10.86 \times 21.72$  nm dengan jumlah atom mulai dari 4036 hingga 45905. Interaksi interatomik atom tembaga menggunakan metode atom tertanam (EAM) potensial selama proses peningkatan suhu dari 200 K hingga 1600 K, serta menggunakan metode ensembel kanonik (nomor atom konstan, volume box konstan, dan suhu konstan) dengan integrasi langkah waktu 1 femtosecond. Dalam penelitian peleburan nanorod tembaga dengan menggunakan simulasi dinamika molekuler, kami menemukan bahwa nanorod tembaga mengalami dua perubahan struktural termal selama proses pemanasan, yaitu transisi bentuk dan transisi leleh diikuti dengan diameter nanorod tembaga yang menurun. Bentuk transisi berubah menjadi

bentuk yang lebih pendek dan lebih luas, dan transisi leleh yang berubah menjadi cair. [6]

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Yongli Liu yang berjudul “Studi Dinamika Molekuler Deformasi Tarik Pada Aluminium Nanorod” geometri awal sampel dibangun dalam box dengan ukuran  $30\text{\AA} \times 30\text{\AA} \times 80\text{\AA}$ , dimana orientasi kristalografi sepanjang sumbu X, Y dan Z. Kemudian model aluminium nanorod berbentuk kubus dibangun di dalam sepanjang arah X dan Y dan 32 unit sel sepanjang arah Z. Jadi total volume simulasi nanorod memiliki panjang  $129.6\text{\AA}$  dan lebar kedalaman  $64,8\text{\AA}$ . Dengan langkah waktu  $0,5\text{ fs}$  ( $0.5 \times 10^{-10}\text{s}$ ). Deformasi peregangan aluminium nanorod adalah dilakukan pada platform Skala Besar Atomic/Molecular Massively Parallel Simulator (LAMMPS). Dalam penelitian ini ditemukan bahwa sebagian besar material dalam skala nano, aluminium nanorod memiliki kekuatan luluh yang sangat tinggi pada suhu kamar dan laju regangan memiliki sedikit efek pada modulus Young ( $44.8\text{ GPa}$ ) aluminium nanorod. Ketika tingkat peregangan dibawah  $9.26 \times 10^9\text{s}^{-1}$ , kita dapat memperoleh kekuatan luluh dan regangan luluh yang tinggi, dan menghadirkan aluminium nanorod menghadirkan satu mekanisme patah leher. Namun, ketika laju regangan melebihi  $9.26 \times 10^9\text{ s}^{-1}$ , aluminium nanorod patah didekat batas dan menghadirkan dua mekanisme leher, dan memiliki tegangan melompat dan patah cepat.[7]. Oleh karena itu pada penelitian kali ini penulis melakukan investigasi dengan menggunakan dinamika molekuler untuk mengetahui pengaruh temperatur pada kekuatan tarik dari bahan paduan TiAl nanorod dan bagaimana perilaku paduan TiAl nanorod pada saat mendapat pembebanan tarik.

## 1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini mengangkat tentang bagaimana pengaruh temperatur terhadap kekuatan tarik TiAl nanorod dengan menggunakan simulasi dinamika molekuler, dan bagaimana kelakuan paduan TiAl nanorod pada saat mendapat pembebanan tarik.

### **1.3 Tujuan Penelitian**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh temperatur kekuatan tarik dan mengetahui kelakuan pada paduan TiAl Nanorod pada saat mendapat pembebanan tarik dengan menggunakan simulasi dinamika molekuler.

### **1.4 Batasan Masalah**

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Uji tarik dilakukan pada arah 001,
2. Langkah intergrasi yang digunakan adalah 1fs.
3. Variasi temperatur yang di gunakan yaitu 100 K, 200 K, 300 K, 400 K, 500 K, dan 600 K
4. Penelitian ini dilakukan dengan cara simulasi dinamika molekuler pada paduan TiAl Nanorods.

### **1.5 Manfaat Penelitian**

Berdasarkan tujuan penelitian ini, maka diharapkan memperoleh manfaat, adapun manfaat sebagai berikut :

- a. Mampu menganalisa hasil dari kekuatan tarik dari paduan TiAl dengan menggunakan simulasi dinamika molekuler.
- b. Sebagai rujukan dalam pengembangan bahan paduan TiAl yang dapat digunakan secara luas dalam berbagai bidang industri, khususnya mesin dan otomotif.