

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Paduan Aluminium Silikon (AlSi) merupakan material logam yang memiliki keunggulan dalam aplikasi teknik, seperti otomotif, elektronik dan dirgantara, karena sifat mekaniknya yang luar biasa, termasuk kekuatan tarik, kekuatan tekan dan ketahanan korosi [1]. Dalam beberapa dekade terakhir, penelitian terhadap struktur amorf pada paduan AlSi semakin menarik perhatian, terutama karena kemampuannya untuk memberikan peningkatan sifat mekanis dibandingkan dengan struktur kristal. Struktur amorf tidak memiliki susunan atom yang teratur dan memiliki keunggulan dalam mendistribusikan tegangan secara lebih homogen, sehingga mengurangi konsentrasi tegangan yang berpotensi menyebabkan kerusakan material [2].

Penambahan Si dalam AlSi diketahui dapat meningkatkan kekuatan tekan dan deformasi, terutama melalui mekanisme penguatan mikrostruktur. Dalam produksi paduan AlSi seringkali menggunakan proses pendinginan cepat yang diketahui mampu menghasilkan struktur mikro optimal, di mana distribusi atom yang lebih seragam meningkatkan kekuatan tekan paduan dibandingkan dengan struktur kristal tradisional [3]. Selain itu, interaksi antara atom Al dan Si dalam struktur amorf memungkinkan redistribusi tegangan yang lebih efisien, sehingga meminimalkan kemungkinan terjadinya retak mikro [4].

Meskipun studi eksperimental telah menunjukkan bahwa variasi kandungan Si dapat mempengaruhi sifat mekanik paduan AlSi, namun penelitian yang membahas hubungan langsung antara komposisi Si, struktur mikro amorf, dan mekanisme deformasi pada tingkat atomik masih sangat terbatas [5]. Selain itu, pengukuran eksperimental sulit dilakukan dalam kondisi ekstrem, seperti tekanan tinggi atau suhu rendah, yang menghambat optimasi komposisi ideal untuk mendapatkan sifat mekanik yang terbaik.

Oleh karena itu, pendekatan berbasis simulasi dinamika molekuler menjadi sangat relevan dalam memahami pengaruh komposisi Si terhadap kekuatan tarik dan tekan paduan AlSi amorf.

Sejumlah penelitian terdahulu telah menggunakan MD untuk mempelajari mekanisme deformasi mikrostruktur, terutama dalam kaca logam dan paduan logam- keramik [6]. Simulasi ini memungkinkan analisis hubungan langsung antara variasi komposisi kimia, distribusi atom, dan sifat mekanik hingga tingkat atomik, memberikan wawasan yang sulit dicapai melalui eksperimen konvensional [7].

Namun, hingga saat ini, belum ada kajian mendalam yang secara khusus menggunakan MD untuk mengeksplorasi efek variasi kadar Si terhadap kekuatan tarik dan tekan pada paduan AlSi amorf secara kuantitatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengisi celah pengetahuan tersebut dengan menganalisis secara sistematis bagaimana perubahan komposisi Si dapat mempengaruhi struktur mikro, distribusi tegangan, dan sifat mekanik paduan AlSi amorf.

Hasil penelitian ini diharapkan tidak hanya memperluas pemahaman ilmiah mengenai perilaku mekanik paduan AlSi amorf, tetapi juga memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan material inovatif yang kuat, ringan, dan tahan lama untuk berbagai aplikasi teknik modern, seperti industri otomotif, dirgantara dan elektronik [8].

1.2 Perumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, penelitian ini difokuskan pada beberapa pertanyaan berikut:

1. Bagaimana pengaruh variasi komposisi Si terhadap kekuatan tarik material AlSi amorf?
2. Bagaimana pengaruh komposisi Si terhadap kekuatan tekan material AlSi amorf?
3. Bagaimana perubahan struktur paduan AlSi yang terjadi selama pembebanan tarik dan tekan?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah diatas, tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui pengaruh variasi komposisi Si terhadap kekuatan tarik material AlSi amorf.
2. Mengetahui pengaruh komposisi Si terhadap kekuatan tekan material AlSi amorf.
3. Mengetahui perubahan struktur yang terjadi setelah pembebanan tarik dan tekan.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian yang dilakukan ini mencakup beberapa poin penting sebagai berikut:

1. Penelitian ini menggunakan metode simulasi dinamika molekuler untuk mengkaji sifat mekanik paduan AlSi dalam fase amorf.
2. Variasi komposisi silikon yang digunakan dibatasi pada 0%,5%,10%,15%,dan 20% dari total 4000 atom.
3. Ukuran supersel yang digunakan adalah 10 x 10 x 10 sel satuan berbasis struktur kristalin FCC sebelum proses amorfisasi.
4. Simulasi dilakukan pada suhu ruang (300 K) setelah proses pemanasan dan quenching.
5. Arah pembebanan uji tarik dan tekan diberikan pada sumbu -Z dengan laju deformasi konstan sebesar 10^{10}s^{-1} .
6. Pengendalian temperatur dan tekanan sistem dilakukan menggunakan ansambel NVT untuk tahap pemanasan dan pendinginan, serta NPT Nose-Hoover untuk proses stabilisasi sebelum simulasi mekanik.

1.5 Manfaat Penelitian

Dalam suatu penelitian pasti terdapat manfaat yang dapat diambil, manfaat dari penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Penelitian ini dapat memberikan pemahaman mendalam mengenai pengaruh variasi komposisi Si terhadap kekuatan tarik dan tekan material AlSi amorf. Hasil dari penelitian ini dapat digunakan untuk

mengembangkan material paduan AlSi amorf yang lebih kuat dan tahan terhadap beban mekanis, sehingga berpotensi diaplikasikan pada industri otomotif, kedirgantaraan dan konstruksi.

2. Dapat membantu dalam merancang material dengan komposisi optimal yang sesuai dengan kebutuhan spesifik, seperti material ringan dengan kekuatan tinggi.
3. Menambah wawasan ilmiah mengenai mekanisme deformasi pada tingkat atomik dalam material amorf, khususnya AlSi.
4. Dapat menjadi landasan bagi penelitian lanjutan dalam pengembangan material amorf lainnya.

