

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Beberapa tahun terakhir, pembahasan mengenai roket senantiasa menjadi topik yang menarik perhatian banyak orang dari berbagai sektor. Khususnya dari para peneliti yang fokus utamanya mengembangkan roket baik dari mesin yang berkaitan dengan sistem kerja bagian dalam roket maupun dengan sistem kerja luar roket seperti badan maupun sirip roket. Perkembangan mengenai badan dan sirip roket, hal yang menjadi topik utama ialah analisis material roket yang paling bagus serta cocok digunakan. Adapun sifat material yang dibutuhkan untuk sirip roket ialah material yang ringan, memiliki kekuatan yang tinggi untuk dapat menahan tekanan terhadap atmosfer saat roket beroperasi di luar angkasa (Djarmiko, 2021), mudah dipabrikasi, serta stabil pada suhu tinggi.

Alumunium telah lama menjadi pilihan utama dalam industri dirgantara dan antariksa, termasuk dalam pembuatan sirip roket. Hal ini disebabkan oleh karakteristik materialnya yang ringan namun memiliki kekuatan yang cukup tinggi, ketahanan terhadap korosi, serta kemampuan mudah dibentuk dengan presisi tinggi, stabilitasnya mudah, dan paling penting biaya rendah. Sifat-sifat ini sangat penting untuk komponen roket dalam kondisi ekstrem selama peluncuran dan penerbangan (Dewanto et al., 2021). Karenanya, para peneliti mulai memanfaatkannya sebagai bahan utama dalam perancangan komponen badan dan sirip roket.

Sirip roket berfungsi untuk mengendalikan arah dan stabilitas roket selama penerbangan. Oleh karenanya, bahan pembuatannya harus memiliki kombinasi ideal antara sifat mekanik (kekuatan tarik, kekuatan tekan, dan kekerasan), dan sifat fisis (material yang ringan, dan ketahanan

terhadap lingkungan ekstrem, suhu tinggi dan tekanan yang berubah-ubah). Aluminium memenuhi kriteria ini, menjadikannya pilihan unggul diaplikasikan pada komponen sirip roket.

Selama perkembangannya, ditemukan beberapa kendala, dalam aluminium murni sering kali tidak cukup kuat untuk menahan beban mekanis yang sangat tinggi pada aplikasi tertentu dalam roket. Oleh karenanya, pengembangan paduan aluminium menjadi solusi untuk meningkatkan kekuatan dan ketahanan material tanpa mengorbankan sifat ringan dan ketahanan korosinya. Paduan aluminium dengan elemen penguat seperti tembaga, magnesium, silikon, seng, dan unsur lainnya telah dikembangkan untuk memenuhi berbagai kebutuhan teknis dalam aplikasi roket. Sehingga, para peneliti melakukan pengembangan baru pada material komposit aluminium berupa paduan aluminium (Salur & Acarer, 2021). Salah satu yang paling terkenalnya dalam industri dirgantara ialah paduan AA7075. Paduan ini mengandung seng sebagai elemen utama, dengan penambahan magnesium dan tembaga yang memberikan kombinasi kekuatan tinggi dan ketahanan terhadap korosi.

Paduan AA7075 merupakan salah satu kelompok paduan aluminium yang dikenal sebagai paduan material yang paling menjanjikan dibandingkan dengan material paduan aluminium lainnya karena sifat mekaniknya yang dapat ditingkatkan (Salur & Acarer, 2021). Pada paduan seri ini memiliki sifat mekanik sangat tinggi seperti kekuatan terhadap berat yang unggul, ketahanan aus (Das et al., 2021), tahan terhadap korosi, konduktivitas listrik tinggi (Simsek et al., 2019), kekerasan dan kekuatan tarik pada material yang baik (Zhang et al., 2022). Para peneliti menemukan bahwa paduan aluminium dapat dipadukan lagi dengan material lain untuk dapat lebih meningkatkan sifat mekaniknya serta meningkatkan masa pakai ketika digunakan dibawah

perlakuan panas secara signifikan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Zhenglong dan kawan-kawan (2020) bahwa paduan material yang paling umum digunakan dalam AMC (*Alumunium Material Composite*) adalah *titanium diborida* (TiB_2) (Lei et al., 2020).

Menurut Chen dkk (2023), dalam penelitiannya mengatakan TiB_2 adalah kandidat yang paling baik untuk dipadukan dengan Al7075. Material penguat ini dianggap sangat cocok dipadukan dengan paduan alumunium *series* AA7075 karena memiliki keterpaduan yang baik ketika ditambahkan sebagai penguat Al, selain itu keunggulan lainnya terdapat pada sifat mekaniknya yang tinggi, yaitu titik leleh yang sangat tinggi, kekerasan tinggi, stabilitas kimia yang sangat baik (Chen et al., 2023).

Maka dengan penambahan TiB_2 ke dalam paduan AA7075 dapat menghasilkan peningkatan yang signifikan dalam kekuatan mekanis dan kekerasan material, tanpa mengorbankan sifat lainnya seperti ketahanan korosi dan keuletan (mudah terdeformasi dan tidak mudah patah). Partikel TiB_2 berfungsi sebagai penghalang yang menghambat pergerakan dislokasi dalam material, serta salah satu mekanisme utama deformasi pada logam. Sehingga dapat disimpulkan, adanya penguatan TiB_2 paduan AA7075 menjadi material lebih mampu menahan beban tinggi dan suhu ekstrem yang dihadapi oleh sirip roket selama peluncuran. Ini menjadikannya material yang sangat kompetitif dan diandalkan dalam aplikasi yang memerlukan kombinasi optimal antara kekuatan, ringan, dan ketahanan terhadap kondisi operasi yang keras.

Selain diberi penguat partikel keramik seperti *titanium diboride* (TiB_2), salah satu proses penting dalam meningkatkan karakteristik mekanis AA7075 adalah proses penuaan (*aging*). Proses *aging* pada umumnya merupakan salah satu cakupan daripada proses perlakuan panas untuk paduan seri AA7075 yang memiliki dampak lebih tinggi pada

kinerjanya. Secara umum, proses ini melibatkan pemanasan material pada suhu tertentu selama waktu yang ditentukan untuk mengendapkan partikel-partikel yang memperkuat material di dalam matriks aluminium. Endapan ini meningkatkan kekuatan material dengan menghambat pergerakan dislokasi dalam struktur kristal, yang merupakan salah satu mekanisme utama deformasi pada logam. Pada proses ini, paduan AA7075 yang mengandung Al-Zn-Mg-Cu struktur mikronya berubah dari larutan padat menjadi zona *Guinier-Preston* (GP), menjadi presipitat metastabil η' , hingga akhirnya membentuk fase kesetimbangan η selama perlakuan panas. Endapan ini sangat efektif dalam meningkatkan kekuatan luluh (*yield strength*) dan kekuatan tarik (*tensile strength*) material (Zhang et al., 2022).

Dari penelitian yang dilaporkan oleh Simsek dkk, 2019 mengenai efek dari penambahan beberapa variasi suhu *aging* pada paduan AA7075 yang kemudian dari perbandingan dua variasi suhu yang diberikan menyimpulkan bahwa variasi suhu yang berbeda dapat mempengaruhi pembentukan endapan fase kedua (MgZn_2) dalam struktur paduan AA7075. Selain itu, perlakuan terhadap suhu yang berbeda (110°C , 120°C , dan 130°C) dapat mempengaruhi kekerasan, yang mana hasil kekerasan yang lebih tinggi ditunjukkan pada suhu 120°C yang artinya ketika suhu dinaikkan kembali dengan waktu yang konstan 24 jam maka terjadinya penurunan pada kekerasan (Simsek et al., 2019).

Arc melting adalah metode peleburan material yang menggunakan busur listrik untuk menghasilkan suhu yang sangat tinggi, cukup untuk melelehkan material murni atau paduan yang memerlukan suhu tertentu (Arun et al., 2024). Proses ini merupakan teknik yang sangat efektif untuk menangani material yang membutuhkan suhu tinggi karena dilakukan dalam lingkungan terkendali, kualitas dan komposisi material dapat dijaga

dengan baik.

Paduan AA7075 yang didoping dengan TiB_2 serta paduan AA7075 yang tanpa diberi penguat namun diberi perlakuan *aging* yang akan dilakukan dengan menggunakan metode kompaksi dan *arc melting*, serta dilakukan pengujian kekerasan dan uji erosi kemudian dilakukan karakterisasi dan dilakukan analisis data untuk melihat perbandingan yang paling optimal antara pengaruh penambahan penguat TiB_2 yang memiliki diberi dua variasi kandungan *weight percent* (wt%) serta yang diberi perlakuan *aging* pada paduan AA7075.

B. Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bahan yang digunakan Alloy AA7075.
2. Doping yang digunakan 8 wt.% TiB_2 .
3. Metode yang digunakan *Arc Melting*.
4. Proses pembentukan paduan menggunakan *Double Aging* (DA) (120°C selama 6 jam dan 140°C selama 6 jam).
5. Alat karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui fasa yang terbentuk *X-Ray Diffraction* (XRD).
6. Alat karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui kekuatan paduan menggunakan *leeb hardness tester* MITECH CO.,LTD.
7. Alat karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui struktur mikro menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) dan komposisi unsur menggunakan *Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy* (SEM-EDS-Mapping).
8. Alat karakterisasi yang digunakan untuk mengetahui densitas adalah densitometer menggunakan metode *Archimedes*.
9. Pengujian yang dilakukan adalah pengujian sifat mekanik (uji

kekerasan dan uji erosi), dan sifat fisis (densitas).

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan batasan masalah diatas yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana struktur mikro paduan AA7075 dan AA7075 + 8%TiB₂ setelah diberi perlakuan *double aging*?
2. Bagaimana fasa dan karakteristik kristal paduan AA7075 dan AA7075 + 8%TiB₂?
3. Bagaimana pengaruh TiB₂ terhadap performa AA7075 setelah pengujian erosi?

D. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengamati struktur mikro paduan AA7075 dan AA7075 + 8%TiB₂ setelah diberi perlakuan *double aging*.
2. Untuk menentukan fasa dan karakteristik kristal paduan AA7075 dan AA7075 + 8%TiB₂.
3. Untuk mengetahui pengaruh TiB₂ terhadap performa AA7075 setelah pengujian erosi.

E. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian terbagi menjadi dua, yaitu manfaat secara teoritis dan manfaat secara praktis. Adapun manfaatnya adalah sebagai berikut:

1. Secara Teoritis

- a. Dapat memberikan pemahaman yang baru dalam perkembangan paduan AA7075 diperkuat dengan TiB₂ yang diberi perlakuan *double aging*.

- b. Dapat memberikan informasi mengenai struktur mikro dan fasa dari paduan AA7075 dan AA7075 + 8% TiB₂ setelah diberi perlakuan *double aging*.
- c. Dapat memberikan informasi mengenai manfaat TiB₂ sebagai penguat dalam paduan AA7075 setelah diberi perlakuan *double aging* menggunakan metode *arc melting*.

2. Secara Praktis

- a. Dapat menjadi referensi baru mengenai perkembangan paduan baru yaitu AlTiB₂ yang diberi perlakuan penuaan ganda menggunakan metode *arc melting* dapat meningkatkan sifat mekanik dari paduan tersebut sehingga dapat dengan optimal saat diaplikasikan untuk roket.
- b. Dapat menjadi referensi baru mengenai perkembangan paduan Al7075 yang didoping dengan 8% TiB₂ dan juga diberi perlakuan proses penuaan ganda dengan menggunakan pengembangan metode yang sebelumnya belum pernah digunakan untuk membuat paduan AA7075/TiB₂ yaitu metode *arc melting*.