

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi pesawat tanpa awak atau *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) mengalami peningkatan yang signifikan dalam beberapa tahun terakhir. UAV telah dimanfaatkan dalam berbagai bidang seperti pemantauan wilayah maritim, pertanian presisi, pemetaan, pengawasan lingkungan, hingga mitigasi bencana. Seiring berkembangnya aplikasi tersebut, kebutuhan akan komponen yang ringan, kuat, dan efisien menjadi semakin penting untuk meningkatkan performa serta efisiensi operasional drone [1]

Untuk memenuhi kebutuhan tersebut, material polimer banyak digunakan pada berbagai komponen drone, seperti badan pesawat (*fuselage*), pelindung sistem elektronik, dudukan komponen, *landing gear*, hingga tangki penyimpanan cairan. Penggunaan material polimer dipilih karena memiliki massa yang ringan, mudah dibentuk, serta mampu memberikan rasio kekuatan terhadap berat yang baik. Namun demikian, komponen drone sering beroperasi pada lingkungan yang beragam, termasuk wilayah maritim yang memiliki paparan air laut serta kondisi yang memungkinkan kontak langsung dengan bahan bakar cair. Oleh karena itu, diperlukan material yang tidak hanya ringan dan kuat, tetapi juga memiliki ketahanan yang baik terhadap lingkungan operasional tersebut.

Material yang umum digunakan pada teknologi FDM antara lain *Polylactic Acid* (PLA+), *Acrylonitrile Butadiene Styrene* (ABS+), dan *Polycarbonate* (PC). Ketiga material tersebut banyak digunakan karena memiliki bobot ringan, mudah diproses, serta karakteristik mekanik yang berbeda-beda sesuai kebutuhan aplikasi [2]. PLA+ merupakan material berbasis biopolimer yang memiliki kemudahan pencetakan dan stabilitas dimensi yang baik [3]. ABS+ dikenal memiliki ketangguhan dan ketahanan benturan yang lebih baik dibandingkan PLA [4], sedangkan PC memiliki kekuatan mekanik, ketahanan benturan, dan stabilitas termal yang lebih tinggi sehingga

banyak digunakan pada aplikasi teknik yang memerlukan performa struktural yang baik [5].

Meskipun memiliki berbagai keunggulan, material hasil proses FDM memiliki karakteristik yang berbeda dibandingkan material yang diproduksi menggunakan metode manufaktur konvensional. Proses pencetakan secara berlapis (*layer-by-layer*) berpotensi menghasilkan rongga atau porositas internal akibat ikatan antar lapisan (*interlayer bonding*) yang tidak sempurna [6]. Keberadaan porositas tersebut dapat menjadi jalur masuk bagi cairan ke dalam struktur material sehingga meningkatkan kemungkinan terjadinya penyerapan fluida (*fluid absorpction*).

Karakteristik tersebut menjadi penting untuk diperhatikan pada aplikasi drone, terutama pada komponen yang berpotensi terpapar lingkungan cair. Air laut dipilih sebagai media perendaman karena dapat merepresentasikan kondisi operasi drone di wilayah pesisir dan maritim yang memiliki kandungan garam tinggi sehingga berpotensi mempercepat proses degradasi material [7]. Selain itu, bensin Pertamina digunakan sebagai media perendaman untuk mensimulasikan kondisi penggunaan material pada tangki drone berbahan bakar cair. Paparan kedua media tersebut berpotensi memengaruhi karakteristik fisik maupun mekanik material selama masa operasional.

Paparan media cair terhadap material polimer dapat menyebabkan terjadinya proses difusi dan absorpsi ke dalam struktur material. Penelitian yang dilakukan oleh Vicente et al. menunjukkan bahwa peningkatan penyerapan air pada material PLA hasil manufaktur aditif dapat menyebabkan perubahan sifat mekanik dan kekakuan material [8]. Leite et al. juga melaporkan bahwa porositas pada material hasil FDM dapat meningkatkan kemampuan material dalam menyerap air sehingga memengaruhi sifat mekaniknya [9]. Selain itu, Chandran et al. menunjukkan bahwa spesimen PLA yang mengalami kondisi jenuh air mengalami penurunan kekuatan mekanik dibandingkan spesimen dalam kondisi kering [10]. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa lingkungan cair memiliki pengaruh yang signifikan terhadap performa material polimer hasil proses FDM.

Dalam kondisi operasional drone, komponen sering mengalami pembebanan lentur akibat distribusi massa, getaran, manuver penerbangan, maupun beban aerodinamis. Oleh karena itu, pengujian bending menjadi metode yang relevan untuk mengevaluasi kemampuan material dalam mempertahankan kekuatan dan kekakuannya setelah terpapar lingkungan cair. Pengujian lentur berdasarkan standar ASTM D790 digunakan untuk menentukan nilai *flexural strength* dan *flexural modulus* sehingga dapat diketahui perubahan sifat mekanik yang terjadi akibat proses perendaman [11].

Meskipun berbagai penelitian telah membahas pengaruh lingkungan terhadap sifat mekanik material hasil FDM, sebagian besar penelitian masih berfokus pada media air biasa dan pengujian tarik. Penelitian yang membandingkan pengaruh perendaman air laut dan bensin Pertamina terhadap sifat lentur material PLA+, ABS+, dan Polycarbonate masih relatif terbatas, khususnya pada aplikasi komponen drone. Selain itu, kajian yang menghubungkan karakteristik penyerapan massa dengan perubahan sifat lentur setelah paparan kedua media tersebut masih jarang ditemukan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh perendaman air laut dan bensin Pertamina selama 19 hari terhadap tingkat penyerapan massa dan sifat lentur material PLA+, ABS+, dan Polycarbonate hasil proses FDM sebagai pertimbangan dalam pemilihan material untuk komponen drone yang beroperasi pada lingkungan maritim maupun terpapar bahan bakar cair [12].

1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang tersebut, didapatkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana tingkat penyerapan air laut dan bensin Pertamina pada masing-masing material PLA+, ABS+, dan PC selama waktu perendaman hingga 19 hari?
2. Bagaimana pengaruh perendaman air laut terhadap kekuatan bending dan modulus elastisitas PLA+, ABS+, dan PC?
3. Bagaimana pengaruh perendaman bensin *Pertamax* terhadap kekuatan *bending* dan modulus elastisitas PLA+, ABS+, dan PC?

1.3 Tujuan

Adapun tujuan penelitian ini adalah:

1. Menentukan pengaruh perendaman air laut dan bensin *Pertamax* terhadap tingkat penyerapan material PLA+, ABS+, dan PC.
2. Menentukan pengaruh perendaman air laut dan bensin *Pertamax* terhadap kekuatan bending material PLA+, ABS+, dan PC.
3. Menentukan pengaruh perendaman air laut dan bensin *Pertamax* terhadap modulus elastisitas material PLA+, ABS+, dan PC.

1.4 Manfaat

Manfaat penelitian ini adalah:

1. Memberikan data eksperimental mengenai perubahan sifat lentur material PLA+, ABS+, dan PC setelah perendaman dalam air laut dan bensin *Pertamax*.
2. Menjadi dasar pertimbangan dalam pemilihan material untuk aplikasi yang beroperasi pada lingkungan maritim atau terpapar bahan bakar.
3. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan studi ketahanan lingkungan (*environmental durability*) pada material hasil manufaktur aditif.

1.5 Batasan Masalah

Adapun Batasan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Material yang digunakan yaitu PLA+, ABS+, dan PC.
2. Proses pencetakan menggunakan metode FDM dengan parameter cetak yang dibuat konstan.
3. Media perendaman yang diterapkan yaitu air laut dan bensin *Pertamax*.
4. Pengujian mekanik yang dilakukan terbatas pada uji lentur (*bending test*).
5. Penelitian tidak membahas uji tarik, uji impak, maupun analisis kimia material.
6. Lama waktu perendaman ditentukan sesuai rancangan eksperimen.

1.6 Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan proposal tugas akhir dapat diuraikan yaitu sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN menjelaskan tentang latar belakang, tujuan penelitian, manfaat penelitian, batasan masalah penelitian, dan sistematika penulisan.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA menjelaskan tentang teori yang mengacu pada penelitian.

BAB III METODOLOGI menjelaskan tentang alat, bahan, prosedur, dan tahapan penelitian.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN menjelaskan tentang hasil pengujian serta analisa dan pembahasan tentang hasil pengujian.

BAB V PENUTUP kesimpulan yang didapat dari hasil penelitian serta saran mengenai penelitian selanjutnya.

