

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemilihan material berkinerja tinggi dalam permodelan 3D untuk UAV (Unmanned Aerial Vehicle) atau interior otomotif menjadi hal yang krusial, mengingat material yang digunakan harus mampu menahan pembebanan, memiliki kekuatan mekanis yang memadai, serta tahan terhadap perubahan suhu. Dalam pengembangan material, polimer semakin banyak dijadikan alternatif untuk menggantikan material konvensional seperti logam atau kayu, yang meskipun kuat namun cenderung berat dan mahal. Sementara material plastik seperti ABS atau PP memang menawarkan keunggulan dari segi ringan dan biaya produksi yang rendah, namun dalam jangka panjang penggunaannya tidak selalu ramah lingkungan. Hal ini mendorong pencarian solusi dengan mengaplikasikan biopolimer seperti Polyhydroxyalkanoates (PHA), Polycaprolactone (PCL), PGA, PLA+, PBS, dan lain-lain. Di antara pilihan tersebut, PLA+ menarik perhatian karena harganya yang relatif ekonomis, proses pembuatannya yang sederhana, dan bahan dasarnya yang bersumber dari bahan alam seperti pati jagung, sugar beet, atau tebu. Meski demikian, PLA+ memiliki kelemahan dalam ketahanan terhadap suhu tinggi [1], sehingga memerlukan modifikasi tambahan agar cocok digunakan pada komponen interior otomotif atau UAV demi meningkatkan *safety factor*.

Salah satu pendekatan untuk mengatasi keterbatasan ini adalah dengan melapisi PLA+ menggunakan resin epoxy yang dikombinasikan dengan material tahan panas. Resin jenis Bisphenol A Epichlorohydrin, yang dipadukan dengan hardener Cycloaliphatic Amine, dikenal memiliki viskositas rendah sehingga mampu tersebar merata pada permukaan material saat proses coating [2]. Metode *dip coating* dipilih karena telah banyak digunakan dalam industri untuk menghasilkan lapisan *coating* yang seragam, yang diharapkan mampu meningkatkan kekuatan lentur, kekakuan, dan integritas struktural material [3].

Seiring dengan latar belakang tersebut, penting untuk mengkaji bagaimana sifat mekanik PLA+ terpengaruh setelah dilapisi dengan epoxy yang telah dicampur material tahan panas, yakni SiO₂ dan Al(OH)₃. Kedua material tersebut memiliki karakter getas yang dapat menjadi titik awal terbentuknya retak ketika material

mengalami pembebanan. Dari sudut pandang *fracture mechanics*, retak pertama kali kemungkinan besar akan muncul pada bagian coating yang mengandung material tahan panas, sebelum akhirnya merambat ke substrat PLA+. Proses penyebaran retak ini sangat bergantung pada kekuatan ikatan antara material tahan panas dengan matriks epoxy, serta pada daya rekat antara lapisan coating dengan PLA+. Bila ikatan antar material pada lapisan coating terjalin dengan baik, pertumbuhan retak bisa lebih terkendali sehingga material memiliki ketahanan yang lebih tinggi. Sebaliknya, apabila adhesi antar lapisan kurang optimal, retak pun dapat dengan cepat menyebar, yang berpotensi menyebabkan kegagalan struktural.

Lebih jauh lagi, menurut prinsip-prinsip *fracture mechanics*, retak akan mulai tumbuh apabila tegangan di ujung retak (*stress intensity factor*, K) telah mencapai ambang batas kritis (*fracture toughness*, K_c). Dalam sistem komposit seperti ini, keberadaan lapisan coating tidak hanya berfungsi sebagai pelindung, tetapi juga dapat mempengaruhi laju pertumbuhan retak, baik dengan menghambat maupun mempercepatnya, bergantung pada karakteristik ikatan antar material. Konsep Griffith's theory of brittle fracture juga mengingatkan bahwa energi elastis yang tersimpan dalam material akan dilepaskan saat retak berkembang, sehingga distribusi tegangan yang merata sangat penting untuk mengendalikan proses ini.

Dengan demikian, penelitian ini diarahkan untuk mengevaluasi bagaimana interaksi antara lapisan coating dan PLA+ memengaruhi kekuatan lentur dan modulus young dari spesimen PLA+ yang telah dilapisi dengan epoxy yang dipadukan dengan material tahan panas (SiO_2 dan $\text{Al}(\text{OH})_3$) sehingga dapat menjadi acuan dalam pengaplikasiannya dalam bidang interior otomotif ataupun UAV.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang dalam penelitian ini perlu diketahui pengaruh sifat mekanik dari PLA+ setelah dilapisi atau di-coating epoxy yang sudah dicampur material tahan panas yaitu SiO_2 dan $\text{Al}(\text{OH})_3$ yang bersifat getas akan menyebabkan retak pertama kali dimana keretakan pertama adalah dari material tahan panasnya kemudian menyebar ke PLA+ jika material tahan panas dalam coating berikatan kuat dengan PLA+.

1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis pengaruh coating resin epoxy dengan tambahan variasi konsentrasi silikon dioksida sebagai penguat stabilitas thermal atau aluminium trihidroksida sebagai penguat ketahanan terhadap api pada kekuatan lentur (*flexural strength*) spesimen PLA+.
2. Menganalisis pengaruh coating resin epoxy dengan tambahan variasi konsentrasi silikon dioksida sebagai penguat stabilitas thermal atau aluminium trihidroksida sebagai penguat ketahanan terhadap api pada modulus young (*young's modulus*) spesimen PLA+.

1.4 Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi signifikan dalam pengembangan material ramah lingkungan untuk aplikasi interior otomotif atau pesawat terbang. Dengan mengevaluasi pengaruh dip coating menggunakan resin Bisphenol A Epichlorohydrin yang dicampur dengan hardener Cycloaliphatic Amine pada PLA+ yang diperkuat serat, penelitian ini dapat memberikan wawasan baru mengenai peningkatan sifat mekanis material PLA+. Temuan ini penting juga penting untuk mendorong penggunaan material *biodegradable* yang lebih luas dalam industri dirgantara. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi acuan bagi para engineer dalam mengoptimalkan proses manufaktur dan material coating untuk aplikasi interior otomotif atau pesawat yang lebih efisien dan berkelanjutan.

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam Tugas Akhir ini adalah:

- 1) Material tahan panas yang digunakan adalah Silikon Dioksida dan Aluminium Trihidroksida.
- 2) Sifat mekanis yang dibahas meliputi kekuatan bending dan modulus elastisitas
- 3) Analisis hasil hanya dilakukan untuk parameter cetak yang telah disebutkan, tanpa mempertimbangkan variasi bentuk geometri cetakan atau aspek estetika dari hasil cetakan.
- 4) Kondisi lingkungan selama pengujian, seperti suhu dan kelembapan, dijaga konstan, dan variasi kondisi lingkungan tidak dipertimbangkan dalam analisis.

1.6 Sistematika Penulisan

Penulisan Proposal Tugas Akhir ini yang terdiri dari beberapa bagian bab yang saling berkaitan. Adapun sistematika dari penulisan Proposal Tugas Akhir pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

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

BAB II TINJAUAN PUSTAKA menjelaskan tentang landasan teori yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.

BAB III METODOLOGI menjelaskan tentang alat dan bahan pada penelitian dan juga menjelaskan langkah serta prosedur dari penelitian ini.

BAB IV HASIL & PEMBAHASAN menjelaskan tentang hasil dari data penelitian dan penyebab pengaruh dari data pengujian.

BAB V PENUTUP menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian yang dilakukan.

