

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tim Unggeh Tabang *Andalas Flying Robot Generation* (AFRG) telah melakukan riset dan pengembangan di bidang pesawat tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) dengan tujuan misi *monitoring*, dan *mapping*. Pesawat yang digunakan adalah jenis *skywalker* dengan konfigurasi sayap tetap (*Fixed Wing*), dimana pesawat ini dirancang untuk daya tahan terbang yang tinggi dan manuver yang stabil. Karakteristik tersebut didukung oleh ukuran sayap yang cukup besar, dengan rentang panjang (*wingspan*) mencapai 1,6 meter dan lebar pangkal sayap (*wingroot*) sebesar 0,3 meter. Namun, selama uji terbang di lapangan, pesawat menghadapi masalah berupa defleksi pada sayap, defleksi ini berupa momen *bending* dimana konstruksi sayap pesawat mengalami gaya ke arah atas akibat perbedaan tekanan yang timbul dari interaksi aerodinamis pesawat selama modus getar strukturalnya. Dalam perancangan UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*), salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan adalah nilai frekuensi pribadi, rasio redaman dan modus getar dari struktur pesawat tanpa awak [1]. Jika sayap pesawat tanpa awak mengalami pembebanan dinamis yang mendekati frekuensi pribadi (*natural frequency*) dari struktur sayap, maka dapat terjadi fenomena yang disebut *flutter* atau resonansi. *Flutter* adalah bentuk instabilitas aeroelastik yang terjadi ketika interaksi antara kekuatan aerodinamis dan elastisitas struktural menghasilkan getaran yang terus-menerus. Jika kondisi ini dibiarkan, getaran tersebut bisa mencapai amplitudo yang semakin besar seiring waktu [2].

Flutter atau resonansi getaran pada struktur pesawat menunjukkan adanya interaksi yang kompleks antara kekakuan struktur, aliran fluida (aerodinamis), dan momen inersia sayap. Fenomena ini menyebabkan getaran yang semakin membesar ketika frekuensi getaran eksternal mendekati frekuensi pribadi sayap, yang mengarah pada lendutan ke atas dan potensi kegagalan struktur akan terjadi bila tidak ditangani [2]. Salah satu metode untuk mengurangi risiko resonansi yang dapat menimbulkan getaran pada struktur sayap pesawat adalah dengan menyesuaikan kekakuan

struktur, baik dengan meningkatkannya maupun menurunkannya. Dalam penelitian sebelumnya, telah dilakukan modifikasi pada bagian inti (*core*) sayap pesawat AFRG, dimana melakukan modifikasi posisi peletakan spar dan panjang spar dengan tujuan untuk meningkatkan kekakuananya. Modifikasi ini bertujuan untuk menggeser frekuensi alami (frekuensi pribadi) struktur sayap ke arah yang lebih tinggi (kanan pada sumbu frekuensi), sehingga menjauh dari rentang frekuensi eksitasi. Selain pendekatan peningkatan kekakuan, upaya lain yang dapat dilakukan untuk mereduksi getaran akibat resonansi adalah dengan meningkatkan karakteristik redaman struktur. Salah satu strategi yang banyak dikembangkan adalah melalui modifikasi pada material serat penyusun komposit sayap. Dengan pemilihan atau rekayasa serat yang memiliki kemampuan redaman tinggi, energi getaran dapat diserap lebih efektif sehingga amplitudo respon dinamik dapat diminimalkan. Pendekatan ini terbukti efektif dalam meningkatkan stabilitas struktur tanpa mengorbankan kekakuan secara signifikan. [3].

Pada penelitian ini, dilakukan analisis dinamik struktur pada sayap pesawat tanpa awak dengan variasi *skin* komposit berpenguat serat karbon dan serat rami serta *epoxy* resin sebagai matriksnya, dimana akan membandingkan kedua material tersebut untuk mendapatkan peningkatan redaman dari struktur sayap pesawat tanpa awak.

1.2 Rumusan Masalah

Resonansi yang terjadi pada struktur sayap pesawat dapat memicu getaran berlebih yang berisiko menimbulkan kegagalan struktural. Untuk mengurangi risiko tersebut, diperlukan upaya peningkatan redaman pada struktur sayap. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah dengan memodifikasi material penyusun lapisan luar (*skin*) sayap, khususnya pada bagian serat komposit, guna meningkatkan kemampuan struktur dalam meredam getaran berlebih.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan Penelitian tugas akhir ini untuk melihat pengaruh jenis serat pada *skin* sayap pesawat tanpa awak terhadap nilai redaman dan frekuensi pribadi serta mendapatkan peningkatan nilai redaman pada modus getar struktural agar terjadinya penurunan amplitudo getaran pada struktur sayap dengan

membandingkan material lapisan terluar (*skin*) sayap antara komposit serat karbon dan serat rami bermatriks resin epoxy.

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun Manfaat dari tugas akhir ini adalah untuk memastikan pesawat tetap terjaga keamanannya dan terhindar dari kecelakaan akibat fenomena *flutter* selama penerbangan. Selain itu, hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam mengatasi resonansi getaran pada struktur sayap, sekaligus berfungsi sebagai pedoman dalam pengembangan struktur UAV terutama untuk tim AFRG.

1.5 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian yang akan dilakukan, yaitu:

1. Analisis dinamik yang dilakukan adalah struktur sayap pesawat tanpa awak jenis skywalker dengan konfigurasi sayap tetap (*fixed wing*).
2. Asumsi spar yang digunakan adalah spar alumunium yang terpasang dalam keadaan menyeluruh dengan dimensi panjang 100 mm dan posisi peletakkan 45 mm dari *Central Gravity* (CG).
3. Bahan yang digunakan untuk penelitian ini meliputi: serat karbon, serat rami, spar alumunium, *epoxy resin* sebagai matriks.
4. Analisis aliran udara dan sistem elektrikal diabaikan.
5. Pengujian simulasi yang dilakukan dengan mengoperasikan program MSC Nastran dan MSC Patran dengan asumsi bahwa material adalah isotropik, elastik, dan homogen.
6. Pengujian yang dilakukan adalah *ground test* dengan bantuan metoda *bump test*, yaitu dengan menggunakan alat *impact hammer*.

1.6 Sistematika Penulisan

Tugas akhir ini terdiri dari lima bab. Bab pertama adalah pendahuluan, yang mencakup latar belakang, rumusan masalah, tujuan, manfaat, batasan masalah, serta sistematika penulisan. Bab kedua memuat tinjauan pustaka yang berisi teori-teori relevan yang mendukung penelitian ini. Bab ketiga menjelaskan metodologi penelitian, termasuk jenis penelitian, instrumen, prosedur, serta cara pengolahan dan analisis data. Hasil pengujian melalui simulasi dan eksperimen, beserta validasi

data eksperimen terhadap hasil simulasi, dibahas pada bab keempat. Sementara itu, bab kelima berisi kesimpulan yang disusun berdasarkan temuan dari pengujian.

