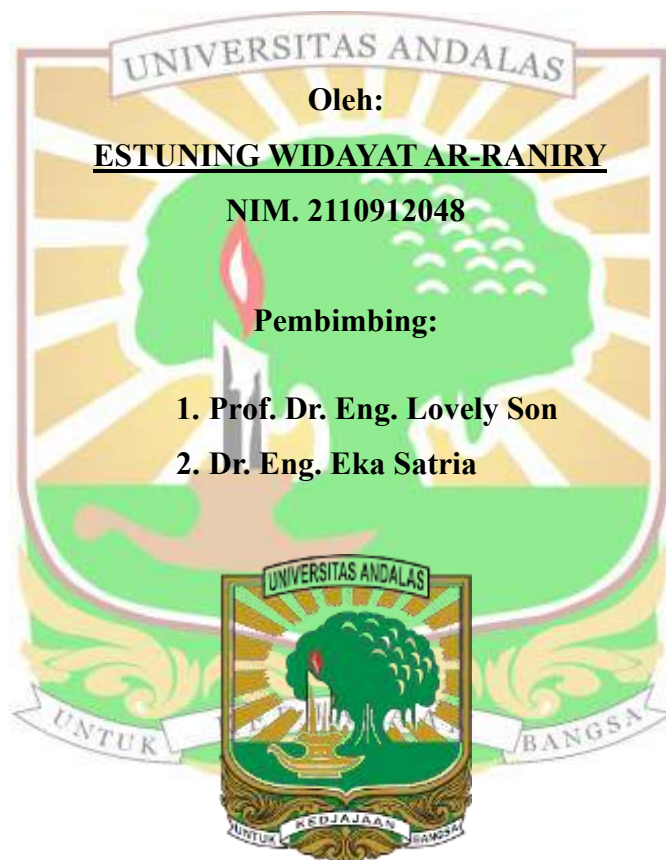


TUGAS AKHIR

ANALISIS DINAMIK STRUKTUR SAYAP UAV BERMATERIAL KOMPOSIT DENGAN MENGGUNAKAN MATRIKS *POLYESTER* DAN *VINYL ESTER* BERPENGUAT SERAT KARBON DAN SERAT RAMI



Oleh:

ESTUNING WIDAYAT AR-RANIRY

NIM. 2110912048

Pembimbing:

1. Prof. Dr. Eng. Lovely Son

2. Dr. Eng. Eka Satria

**DEPARTEMEN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG
2025**

ABSTRACT

Resonance in an aircraft wing occurs when the natural frequency of the structure approaches the excitation frequency generated by airflow or the engine. If this happens continuously, it can cause structural damage to the unmanned aerial vehicle (UAV) wing. To reduce the occurrence of this resonance phenomenon, the stiffness of the aircraft wing structure can be increased or decreased. Previous studies have modified the placement of ribs and spars in the wing structure to increase stiffness by shifting the natural frequency of the structure. Another way to reduce vibrations caused by resonance is to increase the damping of the wing structure. In this study, modifications to the resin and fiber of the wing skin are carried out to analyze their influence on the structural damping ratio. The fibers used are ramie fiber and carbon fiber, while the resin is a mixture of 70% thermoset polyester and 30% vinyl ester. The testing is conducted using two approaches: numerical simulation with MSC Nastran and MSC Patran, and experimental modal analysis on the structure using an impact hammer excitation, followed by comparison to determine the optimal material configuration.

In this final project, based on the results of experimental testing and simulation, the UAV wing variation using ramie fiber shows a higher damping ratio compared to carbon fiber in all vibration modes. This is due to the hollow structure of ramie fibers, which makes them effective in damping vibrations, combined with the viscoelastic properties of the polyester–vinyl ester resin mixture, which further enhances structural damping. On the other hand, the damping ratio of the carbon fiber specimen is slightly lower. Although the arrangement of carbon fibers is smoother and denser, which is less effective in damping vibrations, when combined with the polyester–vinyl ester resin mixture, it still provides a favorable response in reducing vibrations in the UAV wing structure.

Keywords: Resonance, natural frequency, damping ratio, composite material.

ABSTRAK

Resonansi pada sayap pesawat terjadi ketika frekuensi pribadi struktur mendekati frekuensi gangguan dari getaran yang berasal dari aliran udara atau motor, jika hal ini terjadi secara terus-menerus dalam rentang waktu yang lama maka dapat mengakibatkan rusaknya konstruksi pada sayap pesawat tanpa awak. Untuk mengurangi terjadinya fenomena resonansi ini ialah dengan cara menaikkan atau menurunkan kekakuan dari struktur sayap pesawat. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan modifikasi peletakan rib dan spar pada struktur sayap pesawat untuk menaikkan kekakuan struktur dengan cara menggeser frekuensi pribadi struktur. Cara lain untuk mengurangi getaran akibat fenomena resonansi ini ialah dengan menaikkan redaman struktur sayap pesawat. Pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi dari resin dan serat pada *skin* sayap pesawat untuk menganalisis pengaruh terhadap rasio redaman struktur. Serat yang digunakan ialah serat rami dan serat karbon sedangkan resin yang digunakan adalah campuran 70% *thermoset polyester* dan 30% *vinyl ester*. Pengujian akan dilakukan dengan 2 cara yaitu secara numerik menggunakan simulasi melalui perangkat lunak MSC Nastran dan MSC Patran lalu secara eksperimental modal analysis pada struktur menggunakan alat eksitasi *impact hammer*, kemudian dibandingkan untuk menentukan konfigurasi material yang optimal.

Pada tugas akhir ini, berdasarkan hasil pengujian eksperimental dan simulasi diperoleh variasi sayap pesawat menggunakan serat rami menghasilkan nilai rasio redaman lebih tinggi dari serat karbon pada semua modus getar, hal ini karena material rami memiliki bentuk yang berongga dan baik dalam meredam getaran ditambah campuran dari resin *polyester* dan *vinyl ester* yang bersifat viskoelastis membantu menaikkan redaman struktur. Sedangkan untuk rasio redaman spesimen serat karbon sedikit lebih rendah, walaupun bentuk susunan serta karbon lebih halus dan rapat yang tidak baik dalam meredam getaran, ketika dicampurkan dengan resin *polyester* dan *vinyl ester* memberikan respon yang baik dalam meredam getaran dari struktur sayap pesawat.

Kata kunci: Resonansi, frekuensi pribadi, rasio redaman, material komposit.