

TUGAS AKHIR

**ANALISIS DINAMIK SAYAP PESAWAT TANPA AWAK
DENGAN STRUKTUR KOMPOSIT BERPENGUAT
SERAT KARBON DAN SERAT RAMI BERMATRIKS
RESIN EPOXY**



Prof. Dr. Eng Lovely Son

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

2025

ABSTRACT

Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) are rapidly developing technologies with various functions, ranging from mapping and surveillance to research missions. One of the main challenges in UAV wing structures is the potential occurrence of resonance or flutter, which can trigger excessive vibrations and pose a risk of structural failure. The objective of this final project research is to examine the effect of fiber type on the UAV wing skin toward the damping ratio and natural frequency, as well as to achieve an increase in structural vibration mode damping that leads to reduced vibration amplitude. This is carried out by comparing the outer layer (skin) materials of the wing made from carbon fiber and ramie fiber composites with an epoxy resin matrix. This study applies a quantitative approach through numerical simulation using MSC Nastran–Patran software and experimental testing using the Experimental Modal Analysis (EMA) method, where excitation forces are applied using an impact hammer. The analysis was conducted at three excitation points to obtain data on natural frequencies, mode shapes, and damping ratios for each material variation. The results show that the carbon fiber composite exhibits higher natural frequencies at every vibration mode, indicating greater structural stiffness compared to ramie fiber. Conversely, the ramie fiber composite produces higher damping ratios, with a high value of 0.0411 from the experimental test, while carbon fiber only reached 0.0208, representing an increase of approximately 97.6%. This improvement demonstrates the superior vibration energy absorption capability of ramie fibers compared to carbon fibers. A similar trend was also observed in the simulation results, where the damping ratio of the ramie composite increased from 0.013 for carbon to 0.0345 for ramie, corresponding to an increase of about 165%. The higher damping value in the ramie composite effectively reduces vibration amplitude and minimizes the risk of excessive resonance.

Keywords: UAV, composite, carbon fiber, ramie fiber, damping.

ABSTRAK

Pesawat tanpa awak (Unmanned Aerial Vehicle/UAV) merupakan teknologi yang berkembang pesat dengan berbagai fungsi, mulai dari pemetaan, pengawasan, hingga misi penelitian. Salah satu tantangan utama pada struktur sayap UAV adalah potensi terjadinya resonansi atau *flutter*, yang dapat memicu getaran berlebih dan berisiko menyebabkan kegagalan struktural. Tujuan penelitian tugas akhir ini adalah 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 terjadi penurunan amplitudo getaran pada struktur sayap dengan membandingkan material lapisan terluar (*skin*) sayap antara komposit serat karbon dan serat rami bermatriks epoxy resin. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif melalui simulasi numerik dengan perangkat lunak MSC Nastran–Patran serta pengujian eksperimental menggunakan metode *Experimental Modal Analysis* (EMA), yaitu pemberian gaya eksitasi menggunakan *impact hammer*. Analisis dilakukan pada tiga titik eksitasi untuk memperoleh data frekuensi alami, modus getar, dan rasio redaman dari masing-masing variasi material. Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposit serat karbon memiliki frekuensi alami lebih tinggi pada setiap modus getar, yang menandakan tingkat kekakuan struktural lebih besar dibandingkan serat rami. Sebaliknya, komposit serat rami menghasilkan rasio redaman yang lebih tinggi, dengan nilai tertinggi sekitar, 0,0411 pada hasil eksperimen, sedangkan karbon hanya 0,0208, dengan peningkatan sekitar 97,6%. Peningkatan ini menunjukkan kemampuan serat rami dalam menyerap energi getaran lebih baik dibandingkan serat karbon. Tren yang sama juga terlihat pada hasil simulasi, di mana nilai redaman komposit rami meningkat dari 0,013 pada karbon menjadi 0,0345 pada rami, atau mengalami peningkatan sekitar 165%. Nilai redaman yang lebih besar pada komposit rami tersebut dapat menurunkan amplitudo getaran dan meminimalkan risiko resonansi berlebih.

Kata kunci: UAV, komposit, serat karbon, serat rami, redaman.