

TUGAS AKHIR

PENGARUH PERENDAMAN AIR LAUT DAN BENSIN PERTAMAX TERHADAP SIFAT LENTUR MATERIAL PLA+, ABS+, DAN PC HASIL PROSES 3D PRINTING

Oleh:

HAFIZ IRHAMSyah

NBP.1910913014



DEPARTEMEN TEKNIK MESIN

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS ANDALAS

PADANG

2026

ABSTRACT

The implementation of Fused Deposition Modeling (FDM) or 3D printing technology for structural components of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) demands materials with superior environmental durability. This study aims to analyze the effect of a 19-day immersion in seawater and Pertamina gasoline on the physical characteristics (mass change) and flexural mechanical properties of 3D-printed FDM PLA+, ABS+, and Polycarbonate (PC) materials for UAV structural applications. Bending tests were conducted based on the ASTM D790 standard before and after immersion. The results showed that fluid absorption was highly influenced by material polarity. In seawater, the hydrophilic PLA+ experienced a 3.98% mass loss due to hydrolytic degradation, while the hydrophobic ABS+ and PC gained 4.96% and 3.68% mass, respectively, due to water trapped in the interlayer voids. In gasoline, massive hydrocarbon diffusion occurred in lipophilic materials, where ABS+ underwent extreme swelling with a 58.61% mass surge and PC increased by 14.49%, while the lipophobic PLA+ remained stable with a mere 0.08% mass change. Environmental exposure subsequently degraded the mechanical performance. In seawater, the flexural strength reduction was minimal, with PC being the most resilient (dropping by 1.31% to 51.28 MPa), followed by ABS+ (by 4.13% to 40.62 MPa), and PLA+ (by 5.38% to 66.54 MPa). However, in Pertamina gasoline, fluid penetration acted as a plasticizer that disrupted interlayer bonding. Consequently, the flexural strength of ABS+ plummeted by 85.83% (retaining 6.00 MPa) and PC dropped by 71.48% (to 14.82 MPa). PLA+ also weakened significantly, with flexural strength dropping by 42.86% (to 40.19 MPa) and flexural modulus decreasing by 67.88% (to 878 MPa). PC is highly recommended for UAV structural components due to its superior durability in seawater and highest residual strength in gasoline, whereas ABS+ is strongly discouraged for applications involving potential contact with gasoline.

Keywords: 3D Printing, PLA+, ABS+, Polycarbonate (PC), Seawater, Pertamina Gasoline, Flexural Test, UAV.

ABSTRAK

Penggunaan teknologi *Fused Deposition Modeling* (FDM) atau *3D printing* untuk komponen struktural *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) menuntut material yang memiliki ketahanan lingkungan yang tinggi. Penelitian ini bertujuan menganalisis pengaruh perendaman air laut dan bensin Pertamina selama 19 hari terhadap karakteristik fisik (massa) dan sifat mekanis lentur (*flexural properties*) material PLA+, ABS+, dan *Polycarbonate* (PC) hasil *3D printing* FDM untuk aplikasi struktural UAV. Pengujian bending dilakukan mengacu pada standar ASTM D790 sebelum dan sesudah perendaman. Hasil menunjukkan penyerapan fluida dipengaruhi polaritas material. Pada media air laut, PLA+ (hidrofilik) mengalami penurunan massa 3,98% akibat degradasi hidrolitik, sedangkan ABS+ dan PC (hidrofobik) mengalami kenaikan massa masing-masing 4,96% dan 3,68% akibat air yang terjebak pada rongga *antarlayers*. Pada media bensin, terjadi difusi hidrokarbon masif pada material lipofilik di mana ABS+ mengalami *swelling* ekstrem dengan lonjakan massa 58,61% dan PC naik 14,49%, sedangkan PLA+ (lipofobik) stabil dengan perubahan massa hanya 0,08%. Paparan lingkungan ini menurunkan performa mekanis material. Di lingkungan air laut, penurunan kekuatan bending relatif minim dengan PC sebagai yang tertangguh (turun 1,31% menjadi 51,28 MPa), diikuti ABS+ (turun 4,13% menjadi 40,62 MPa), dan PLA+ (turun 5,38% menjadi 66,54 MPa). Namun pada bensin Pertamina, fluida bertindak sebagai agen pemlastis (*plasticizer*) yang merusak ikatan *antarlayers*. Akibatnya, kekuatan bending ABS+ anjlok ekstrem 85,83% (sisa 6,00 MPa) dan PC turun 71,48% (menjadi 14,82 MPa). PLA+ juga melemah signifikan dengan kekuatan bending turun 42,86% (menjadi 40,19 MPa) dan modulus elastisitas turun 67,88% (menjadi 878 MPa). Material PC direkomendasikan sebagai pilihan terbaik untuk struktural UAV karena memiliki stabilitas tertinggi di air laut dan kekuatan sisa tertinggi di bensin, sedangkan ABS+ sangat tidak direkomendasikan untuk aplikasi yang berisiko kontak dengan bensin.

Kata kunci: 3D Printing, PLA+, ABS+, Polycarbonate (PC), Air Laut, Bensin Pertamina, Uji Bending, UAV.