

ANALISIS SIFAT TARIK BIO KOMPOSIT HIBRIDA SERAT BAMBU DAN KENAF DENGAN MATRIKS BIO – EPOXY BERBASIS *EPOXIDIZED SOYBEAN OIL* SEBAGAI BAHAN ALTERNATIF LAMBUNG KAPAL

Hafidz Hilmansyah

ABSTRAK

Kebutuhan akan material lambung kapal yang ringan dan ramah lingkungan mendorong pencarian bahan alternatif untuk menggantikan *fiberglass reinforced plastic* (FRP). Komposit berpenguat serat alam menjadi opsi potensial, tetapi pengembangannya masih terhambat oleh variabilitas sifat mekanis dan keterbatasan data validasi. Penelitian ini bertujuan menganalisis efek hibridisasi serat bambu–kenaf serta kadar *Epoxidized Soybean Oil* (ESO) dalam matriks bio-epoksi terhadap kekuatan tarik biokomposit, sekaligus menguji kelayakannya terhadap regulasi Biro Klasifikasi Indonesia (BKI). Pengujian mekanis berbasis ASTM D3039 diterapkan pada tiga variasi sampel V1 (serat 20%, ESO 10%), V2 (serat 15%, ESO 15%), dan V3 (serat 10%, ESO 20%) yang kemudian divalidasi lewat simulasi metode elemen hingga menggunakan software Abaqus. Hasil pengujian menunjukkan bahwa Variasi 1 (V1) mencatatkan performa mekanis paling unggul dengan nilai rata-rata UTS mencapai 114 MPa dan Modulus Plastis sebesar 773 MPa, yang membuktikan bahwa peningkatan fraksi serat efektif memperkuat material. Model komputasi juga memperlihatkan tingkat presisi tinggi dengan margin *error* rata-rata yang sangat minim di kisaran 4,7% sampai 6,3%. Evaluasi terhadap regulasi BKI mengonfirmasi bahwa seluruh variasi sukses melewati ambang batas kekuatan tarik minimum. Namun, analisis keselamatan menunjukkan hanya kelompok V1 dan V2 yang berada pada rentang aman, sedangkan V3 telah menyentuh batas kritis. Studi ini menyimpulkan bahwa optimasi komposisi menentukan kelayakan struktural, di mana biokomposit hibrida berbasis ESO ini sangat berpotensi sebagai material alternatif lambung kapal ukuran kecil atau komponen non-struktural, dengan V1 sebagai konfigurasi paling optimal.

Kata Kunci: Biokomposit Hibrida, Serat Bambu-Kenaf, Epoxidized Soybean Oil, Simulasi Abaqus, Lambung Kapal.

ANALYSIS OF TENSILE PROPERTIES OF BAMBOO AND KENAF FIBER HYBRID BIOCOMPOSITE WITH EPOXIDIZED SOYBEAN OIL-BASED BIO-EPOXY MATRIX AS AN ALTERNATIVE SHIP HULL MATERIAL

Hafidz Hilmansyah

ABSTRACT

The demand for lightweight and environmentally friendly ship hull materials has driven the search for alternative materials to replace fiberglass reinforced plastic (FRP). Natural fiber-reinforced composites have emerged as a promising option; however, their development remains constrained by the variability of mechanical properties and limited validation data. This study aims to analyze the effects of bamboo–kenaf fiber hybridization and Epoxidized Soybean Oil (ESO) content within a bio-epoxy matrix on the tensile strength and plastic modulus of hybrid biocomposites while evaluating their compliance with the Bureau Classification of Indonesia (BKI) regulations. ASTM D3039 tensile testing was conducted on three specimen variations: V1 (20% fiber, 10% ESO), V2 (15% fiber, 15% ESO), and V3 (10% fiber, 20% ESO). The experimental results were validated using finite element simulations in Abaqus software. Variation 1 (V1) exhibited the highest mechanical performance, achieving an average Ultimate Tensile Strength (UTS) of 114 MPa and a Plastic Modulus of 773 MPa, demonstrating that a higher fiber volume fraction effectively improved tensile performance. Numerical validation showed good agreement with the experimental results, with an average error ranging from 4.7% to 6.3%. Furthermore, all variations exceeded the minimum tensile strength requirement specified by BKI. Safety evaluation indicated that V1 and V2 remained within the acceptable range, whereas V3 reached the critical limit. Therefore, the ESO-based bamboo–kenaf hybrid biocomposite demonstrates strong potential as an alternative material for small-scale ship hulls and non-structural marine components, with V1 identified as the optimum composition.

Keywords: *Hybrid Biocomposite, Bamboo–Kenaf Fiber, Epoxidized Soybean Oil, Abaqus Simulation, Ship Hull.*