

**ANALISIS PENGARUH *HARDENER* TERHADAP
SIFAT MEKANIS MATERIAL *HYBRID COMPOSITE*
FIBERGLASS DAN *FIBERCARBON* DENGAN *MATRIX EPOXY***

Khiair Muhammad Mumtaz

ABSTRAK

Penelitian ini mengkaji pengaruh variasi rasio *hardener* terhadap sifat mekanis dan mekanisme kegagalan material *hybrid composite* berbasis *fiberglass* dan *fibercarbon* dengan *matrix epoxy*. Variasi *hardener* yang digunakan adalah 1:1, 1:0,5, dan 1:0,3 dengan proses fabrikasi menggunakan metode *hand lay-up* serta pengujian tarik berdasarkan ASTM D3039 dan analisis mikrostruktur menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa *rasio hardener* memberikan pengaruh signifikan terhadap sifat mekanis material *hybrid composite*, di mana variasi 1:0,5 menghasilkan nilai *Ultimate Tensile Strength* (UTS) tertinggi sebesar 170,7 MPa, diikuti oleh 1:1 sebesar 157,8 MPa dan 1:0,3 sebesar 77,4 MPa. Kinerja optimum pada rasio 1:0,5 dikaitkan dengan terbentuknya struktur *crosslinking* yang efektif sehingga meningkatkan *load transfer* antara *matrix* dan *fiber*. Analisis SEM menunjukkan bahwa variasi 1:1 didominasi oleh *matrix cracking*, *fiber pull-out*, dan *delamination* yang mengindikasikan perilaku getas, sedangkan variasi 1:0,5 menunjukkan dominasi *fiber breakage* yang mencerminkan ikatan antarmuka yang lebih baik. Sementara itu, variasi 1:0,3 menunjukkan distribusi *matrix* yang tidak merata (*resin rich areas*), lemahnya ikatan antarmuka, serta dominasi kegagalan adhesif akibat proses *curing* yang tidak sempurna. Dengan demikian, variasi *hardener* 1:0,5 dapat dianggap sebagai komposisi optimum yang menghasilkan kombinasi terbaik antara kekuatan tarik, kualitas ikatan antarmuka, dan efektivitas distribusi beban pada komposit laminat.

Kata Kunci: Variasi *Hardener*, *Fiberglass*, *Fibercarbon*, *Hybrid Composite*

***EFFECT OF HARDENER ON THE MECHANICAL
PROPERTIES OF HYBRID COMPOSITE MATERIALS
REINFORCED WITH FIBERGLASS AND FIBERCARBON
USING AN EPOXY MATRIX***

Khiair Muhammad Mumtaz

ABSTRACT

This study investigates the effect of hardener ratio variation on the mechanical properties and failure mechanisms of hybrid composite materials reinforced with fiberglass and carbon fiber using an epoxy matrix. The hardener ratios employed were 1:1, 1:0.5, and 1:0.3, with specimens fabricated using the hand lay-up method, followed by tensile testing in accordance with ASTM D3039 and microstructural analysis using Scanning Electron Microscopy (SEM). The results indicate that the hardener ratio significantly influences the mechanical properties of the hybrid composite, where the 1:0.5 ratio exhibits the highest Ultimate Tensile Strength (UTS) of 170.7 MPa, followed by 1:1 with 157.8 MPa and 1:0.3 with 77.4 MPa. The optimal performance at the 1:0.5 ratio is attributed to the formation of an effective crosslinking structure, which enhances load transfer between the matrix and the fibers. SEM analysis reveals that the 1:1 ratio is dominated by matrix cracking, fiber pull-out, and delamination, indicating brittle behavior, whereas the 1:0.5 ratio shows dominant fiber breakage, reflecting improved interfacial bonding. In contrast, the 1:0.3 ratio exhibits non-uniform matrix distribution (resin-rich areas), weak interfacial bonding, and dominant adhesive failure due to incomplete curing. Therefore, the 1:0.5 hardener ratio can be considered the optimum composition, providing the best combination of tensile strength, interfacial bonding quality, and load transfer efficiency in laminated composite structures.

Keywords: *Variation of hardener ratio, Fiberglass, Fibercarbon, Hybrid Composite*