

ABSTRAK

Komposit *sandwich hybrid* merupakan material yang dapat digunakan sebagai alternatif material pelindung karena memiliki struktur ringan dan kemampuan mekanik yang baik. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh jarak alur bambu dan jumlah lapisan *x ray film* terhadap kekakuan bending dan ketangguhan impak komposit *sandwich hybrid* serta mengidentifikasi pola kerusakan yang terjadi. Penelitian dilakukan secara eksperimental menggunakan bambu sebagai *core*, *x ray film* sebagai *skin*, dan resin epoxy sebagai matrik dengan metode *hand lay-up*. Variasi jarak alur bambu yang digunakan adalah 3 mm dan 5 mm, sedangkan jumlah lapisan *x ray film* terdiri atas 12, 18, dan 24 lapis. Pengujian bending mengacu pada ASTM C393, sedangkan pengujian impak menggunakan metode *charpy* dengan modifikasi ukuran yang mengacu pada ASTM D256. Hasil penelitian menunjukkan nilai kekakuan bending tertinggi sebesar $9,52 \times 10^{14}$ kN/m² pada kombinasi jarak alur bambu 3 mm dan 24 lapis *x ray film*. Nilai ketangguhan impak tertinggi sebesar 9,4415 kJ/m² diperoleh pada kombinasi yang sama. Hasil ANOVA menunjukkan bahwa kedua faktor dan interaksinya berpengaruh signifikan terhadap ketangguhan impak. Pola kerusakan bending meliputi *core crash*, *debonding*, *void*, dan *face wrinkling*, sedangkan pengujian impak menunjukkan *brush fracture* dan delaminasi. Kombinasi jarak alur 3 mm dan 24 lapis *x ray film* memberikan hasil terbaik, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai material alternatif rompi anti peluru.

Kata kunci: Komposit *sandwich hybrid*, Bambu, *x ray film*, *hand lay-up*, kekakuan bending, ketangguhan impak, ANOVA dua arah

ABSTRACT

Hybrid sandwich composites are materials that can be used as an alternative protective material due to their lightweight structure and good mechanical properties. This research aims to determine the effect of bamboo groove spacing and the number of layers of X-ray film on the bending stiffness and impact toughness of hybrid sandwich composites, as well as to identify the damage patterns that occur. The research was conducted experimentally using bamboo as the core, X-ray film as the skin, and epoxy resin as the matrix with the hand lay-up method. The variations in bamboo groove spacing used were 3 mm and 5 mm, while the number of layers of X-ray film consisted of 12, 18, and 24 layers. Bending tests refer to ASTM C393, while impact tests used the Charpy method with size modifications based on ASTM D256. The research results show that the highest bending stiffness value is 9.52×10^{14} kN/m² at the combination of 3 mm bamboo groove spacing and 24 layers of X-ray film. The highest impact toughness value of 9.4415 kJ/m² was obtained at the same combination. ANOVA results indicate that both factors and their interaction significantly affect impact toughness. The bending damage patterns include core crush, debonding, voids, and face wrinkling, while impact testing shows brush fracture and delamination. The combination of 3 mm groove spacing and 24 layers of X-ray film yields the best results, thus having the potential to be developed as an alternative material for bulletproof vests.

Keywords: *Hybrid sandwich composite, bamboo, x ray film, hand lay-up, bending stiffness, impact toughness, two-way ANOVA*