

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara yang rawan terhadap bencana *hidrometeorologi*, salah satunya banjir, yang sering terjadi akibat curah hujan tinggi dan kondisi lingkungan yang belum tertata optimal. Provinsi Aceh termasuk wilayah yang memiliki tingkat kerawanan banjir cukup tinggi, sehingga membutuhkan sistem penanggulangan bencana yang cepat dan efektif, khususnya pada fase awal kejadian (Marlizar dkk., 2023). Dalam proses evakuasi tersebut, keberadaan sarana transportasi air seperti perahu *Search and Rescue* (SAR) menjadi sangat penting untuk mendukung mobilisasi penyelamatan dan distribusi bantuan ke daerah terdampak. Oleh sebab itu, pengembangan material struktur perahu SAR yang ringan, kuat, dan tahan terhadap kondisi lingkungan ekstrem menjadi salah satu aspek penting dalam mendukung efektivitas operasi penyelamatan pada kondisi banjir.

Perahu *Search and Rescue* (SAR) berbahan fiberglass banyak digunakan dalam proses evakuasi banjir karena memiliki massa relatif ringan, tahan korosi, dan mudah dibentuk dibandingkan material logam konvensional. Material *Glass Fiber Reinforced Polymer* (GFRP) juga memiliki rasio kekuatan terhadap berat yang baik sehingga banyak diaplikasikan pada konstruksi kapal. Namun, struktur *fiberglass* konvensional masih rentan terhadap pembebanan mekanis selama operasi di lingkungan banjir yang dipenuhi puing seperti kayu, batu, dan material keras lainnya. Selain benturan, distribusi beban penumpang, gelombang air, dan deformasi lambung menyebabkan struktur menerima pembebanan tarik, lentur, dan dampak secara berulang. Penelitian menunjukkan bahwa struktur komposit marine dapat mengalami kerusakan akibat benturan berulang (*repetitive impact*) dan efek hantaman gelombang (*slamming effect*) yang menyebabkan penurunan sifat mekanik material (Lozada dkk., 2022). Kerusakan tersebut dapat berupa retak pada *matriks* (*matrix cracking*), terlepasnya lapisan komposit (*delaminasi*), hingga putusannya serat penguat (*fiber breakage*) pada struktur komposit (Zhang dkk., 2023).

Paparan lingkungan perairan juga dapat mempercepat degradasi material akibat penetrasi air ke dalam struktur komposit sehingga menurunkan umur pakai material (Swiderski & Strag, 2023). Upaya peningkatan kekuatan pada fiberglass konvensional umumnya dilakukan dengan menambah ketebalan laminate, namun metode ini menyebabkan peningkatan massa struktur sehingga dapat menurunkan efisiensi operasional perahu SAR. Kondisi ini mendorong perlunya pengembangan struktur alternatif yang mampu menghasilkan konstruksi ringan namun tetap memiliki kekuatan mekanik, kekakuan, ketahanan tekan dan ketahanan impak yang baik, salah satunya melalui penerapan struktur *sandwich composite* (Wicaksono dkk., 2021).

Salah satu struktur komposit yang banyak dikembangkan untuk aplikasi struktur ringan adalah *sandwich composite*. Struktur ini terdiri dari dua lapisan permukaan (*skin*) yang dipisahkan oleh lapisan *core* sehingga mampu menghasilkan rasio kekakuan dan kekuatan terhadap massa yang tinggi. Dibandingkan laminate solid konvensional, struktur *sandwich composite* memiliki massa lebih ringan namun tetap mampu meningkatkan kekakuan, kekuatan lentur, serta kemampuan penyerapan energi benturan, sehingga banyak diaplikasikan pada industri transportasi dan maritim. Salah satu material *core* yang banyak digunakan adalah PVC *foam* karena memiliki densitas rendah, kemampuan menyerap energi yang baik, serta mampu meningkatkan kekakuan struktur terhadap pembebanan mekanis. Selain memiliki sifat mekanik yang baik, penggunaan PVC *foam* juga memberikan keuntungan berupa densitas yang rendah sehingga dapat mengurangi berat total struktur tanpa mengurangi kekakuan, serta mendukung kemampuan daya apung pada aplikasi perahu SAR..

Pada struktur *sandwich composite*, lapisan *skin* berperan sebagai bagian utama yang menahan pembebanan tarik, tekan, dan lentur, sedangkan *core* berfungsi meningkatkan kekakuan struktur dengan massa yang tetap ringan. Oleh karena itu, variasi ketebalan pada *skin* dapat mempengaruhi karakteristik mekanik struktur komposit, seperti kekuatan tarik, kekuatan *bending*, kekuatan tekan, dan kekuatan impak struktur *sandwich composite*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa peningkatan jumlah lapisan *skin* pada struktur *sandwich composite*

memberikan pengaruh terhadap kemampuan penyerapan energi benturan dan karakteristik mekanik material. Penelitian yang dilakukan oleh (Banowati dkk., 2022) menggunakan variasi *skin* 2, 4, dan 6 *layer* dengan ketebalan *core* tetap 5 mm menunjukkan bahwa variasi jumlah lapisan *skin* mempengaruhi nilai kekuatan *bending* dan dampak pada struktur *sandwich composite* (Banowati dkk., 2022). Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa konfigurasi *skin* memiliki peranan penting terhadap performa mekanik struktur *sandwich composite*.

Penelitian mengenai struktur *sandwich composite* telah banyak dilakukan menggunakan material sintetis seperti *carbon fiber* dan *fiberglass* sebagai lapisan *skin*. Variasi *skin* diketahui memberikan pengaruh terhadap karakteristik mekanik struktur, terutama pada kekuatan tarik, kekuatan *bending*, dan ketahanan dampak karena lapisan *skin* merupakan bagian utama yang menerima tegangan tarik dan tekan saat pembebanan. Penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Banowati dkk., 2022) menunjukkan bahwa variasi jumlah lapisan *skin* mempengaruhi nilai kekuatan *bending* dan dampak pada struktur *sandwich composite*. Namun, penelitian tersebut masih menggunakan material sintetis berupa *carbon fiber* dengan *core* kayu balsa. Sementara itu, penggunaan serat alam seperti serat kelapa sebagai material *skin* pada struktur *sandwich composite* untuk aplikasi perahu masih relatif terbatas. Serat kelapa memiliki potensi sebagai material alternatif karena memiliki massa ringan, biaya rendah, mudah diperoleh, serta kemampuan menyerap energi benturan yang cukup baik. Oleh sebab itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh variasi ketebalan *skin* serat kelapa dengan *core* PVC *foam* terhadap karakteristik mekanik struktur *sandwich composite* berupa kekuatan tarik, kekuatan *bending*, dan ketahanan dampak sebagai material alternatif pada struktur perahu SAR.

Dalam penelitian ini, pengujian sifat mekanik yang dilakukan meliputi uji tarik, uji *bending*, uji dampak, dan uji tekan. Pemilihan keempat jenis pengujian tersebut didasarkan pada kondisi pembebanan yang dialami oleh struktur perahu SAR. Uji tarik digunakan untuk mengetahui kekuatan dasar material penyusun, uji *bending* merepresentasikan beban lentur akibat gelombang air, uji dampak digunakan untuk mensimulasikan beban kejutan akibat benturan dengan benda keras selama

operasi perahu pada kondisi banjir, sedangkan uji tekan dilakukan untuk mengevaluasi kemampuan struktur *sandwich* dalam menahan beban tekan yang bekerja selama penggunaan. Selain pengujian sifat mekanik, dilakukan pula pengukuran densitas sebagai data pendukung untuk mengetahui karakteristik fisik material yang berkaitan dengan massa jenis komposit dan potensi penerapannya sebagai material alternatif perahu SAR. Dengan demikian, penelitian ini berjudul **“Analisis Sifat Mekanis Komposit *Sandwich* Berpenguat Serat Kelapa Dengan *Core PVC Foam* Sebagai Alternatif Material Perahu *Search And Rescue*”**. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan material alternatif yang lebih ringan, kuat, dan tahan terhadap kondisi lingkungan banjir sehingga dapat meningkatkan efektivitas operasi penyelamatan.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik kekuatan tarik komposit *skin* serat kelapa berdasarkan variasi ketebalan *skin*?
2. Bagaimana karakteristik kekuatan bending, kekuatan impak, dan kekuatan tekan komposit *sandwich* dengan *core PVC foam* berdasarkan variasi ketebalan *skin*?
3. Bagaimana kelayakan komposit *sandwich* sebagai alternatif material perahu SAR berdasarkan hasil pengujian sifat mekanis yang didukung oleh karakteristik densitas material?

1.3 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Penelitian menggunakan serat kelapa sebagai material penguat dengan orientasi serat searah.
2. Variasi ketebalan *skin*
3. Ketebalan *core* komposit ditetapkan sebesar 5 mm dengan menggunakan *PVC foam*.
4. Menggunakan resin *epoxy*.

5. Metode pembuatan komposit adalah *hand lay-up*.
6. Pengujian mekanis meliputi uji tarik, uji *bending*, uji impak dan uji tekan.
7. Pengujian tarik dilakukan pada spesimen lapisan *skin* komposit tanpa melibatkan struktur *sandwich*.
8. Standar pengujian menggunakan standar ASTM D3039 untuk uji tarik, ASTM C393 untuk uji *bending*, ASTM D6110 untuk uji impak, ASTM C364 untuk uji tekan.

1.4 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui karakteristik kekuatan tarik komposit *skin* serat kelapa berdasarkan variasi ketebalan *skin*.
2. Untuk mengetahui karakteristik kekuatan bending, kekuatan impak, dan kekuatan tekan komposit *sandwich* dengan *core* PVC *foam* berdasarkan variasi ketebalan *skin*.
3. Untuk mengetahui kelayakan komposit *sandwich* sebagai alternatif material perahu SAR berdasarkan hasil pengujian sifat mekanis yang didukung oleh karakteristik densitas material.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Memberikan informasi ilmiah mengenai karakteristik sifat mekanis komposit *sandwich* berpenguat serat kelapa dengan *core* PVC *foam* yang meliputi kekuatan tarik, kekuatan *bending*, kekuatan impak dan kekuatan tekan.
2. Menjadi acuan teknis dalam menentukan variasi ketebalan *skin* yang dapat menghasilkan komposit *sandwich* dengan kekuatan mekanis yang baik serta berat struktur yang relatif ringan.
3. Mendukung pemanfaatan serat kelapa sebagai material alami yang ramah lingkungan dan berpotensi digunakan sebagai material alternatif pada struktur perahu SAR di wilayah rawan banjir.