

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Serat alam yang berpotensi sebagai penguat NACO adalah rami atau dalam bahasa latin *Boehmeria nivea*, karena massa tanamnya pendek (55 hari) dan produktifitasnya tinggi (6 ton/kali panen/ha batang basah)[1]. Indonesia memiliki potensi yang cukup besar untuk mengembangkan rami karena memiliki lahan yang relatif luas dan iklim yang cocok untuk tanaman rami. Rami sangat cocok dikembangkan di Indonesia bagian barat yang beriklim basah karena tanaman ini memerlukan curah hujan sepanjang tahun. Berdasarkan persyaratan tumbuhnya banyak daerah yang sesuai antara lain: Jawa Barat, Jawa Tengah, Jawa Timur, Sumatera Utara dan Sumatera Selatan.

Dari sekian banyak tanaman serat, rami adalah salah satu tanaman yang memiliki kandungan serat yang tinggi dan memiliki karakteristik mirip kapas. Rami ternyata terbukti lebih mudah dibudidayakan dibandingkan tanaman kapas [2]. Rami termasuk tanaman yang mudah tumbuh diberbagai kondisi lahan namun saat ini pemanfaatan serat rami di Indonesia hanya sebatas sebagai bahan dasar pembuatan kain pakaian dan kertas. Kondisi ini akan memiliki nilai lebih jika serat tersebut dapat digunakan untuk menggantikan serat non alam (*fiber glass*) yang selama ini masih diimpor dari luar negeri sebagai penguat material komposit. Serat rami dipilih karena mempunyai karakteristik kuat, ringan, tahan lama terhadap penyinaran matahari dan kekuatan serat tidak berubah, tahan air, tahan jamur, serangga dan bakteri [2]. Di samping itu pohon rami cocok di daerah tropis. Perkembangan teknologi komposit saat ini sudah mulai mengalami pergeseran, dari bahan komposit berpenguat serat sintesis menjadi bahan komposit berpenguat serat alam. Serat alam rami (*Boehmeria Nivea*) memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai media penguatan pada resin polimer. Beberapa penelitian awal menunjukkan bahwa diameter serat rami (jenis rami cina super) dari Garut adalah sekitar 0.22-0.42 mm [3]. Menurut Mueller dan Krobjilobsky, massa jenis serat rami adalah 1.5-1.6 gr/cm³ dan kekuatan tarik serat rami berkisar 400-1050 MPa. Modulus elastisitas dan regangannya adalah sekitar 61.5GPa dan 3.6% [4].

Saat ini sudu turbin angin, yang sebelumnya dibuat dari material logam, telah dikembangkan dari material komposit *skin* GFRP (*glass fiber reinforced plastic*). Dari hasil penelitian diperoleh bahwa kayu sengon laut (*albizia falcata*) mempunyai kekuatan tarik dan kekuatan tekuk yang tinggi. Sedangkan rami memiliki kekuatan tarik dan kekuatan impak yang tinggi pula. Struktur komposit *sandwich* memiliki kemampuan menahan beban yang lebih besar daripada komposit lamina [5]. Rekayasa sudu turbin angin dari komposit perlu dikembangkan menjadi struktur komposit agar mampu menahan beban luar (benturan) serta mempunyai bobot yang ringan agar mudah berputar ketika ditiup angin.

Dari beberapa penelitian sebelumnya dilaporkan bahwa material komposit mengalami degradasi kekuatan yang diakibatkan oleh pengaruh lingkungan, seperti pengaruh kelembaban udara, panas matahari, radiasi ultraviolet, bahkan oksidasi termal. Kelembaban misalnya, dapat menurunkan kekuatan material komposit karena adanya difusi uap air ke material komposit yang dapat menyebabkan penurunan sifat temperatur transisi glass, yaitu temperatur dimana resin berubah sifat dari kondisi padat menjadi kondisi viskoelastis. Selain hal tersebut, proses degradasi komposit juga dipengaruhi oleh sifat kimia resin dan matriknya serta jangka waktu terpapar pada lingkungan. Beberapa material komposit sangat sensitif terhadap cuaca. Kombinasi dua atau beberapa faktor lingkungan dapat menyebabkan degradasi kekuatan material komposit [6].

Dalam kurun waktu operasional yang lama, sudu turbin angin mungkin terpapar pada lingkungan dengan temperatur rendah ($\leq -20^{\circ}\text{C}$) atau temperatur yang sangat tinggi ($\geq 50^{\circ}\text{C}$). Beberapa polimer akan menjadi rapuh jika dipapar pada temperatur yang sangat rendah [7]. Pengaruh temperatur terhadap sifat retak komposit secara detail telah diteliti oleh Marom [8]. Hasilnya menunjukkan bahwa energi retak interlamina menurun 25-30% pada kenaikan temperatur 50 – 100°C.

Selain mempercepat proses penyerapan air, temperatur juga sangat berpengaruh terhadap resin komposit. Springer menyimpulkan bahwa untuk komposit laminasi 90° (komposit didominasi resin), kenaikan temperatur dapat menurunkan modulus elastisitas dan kekuatan komposit, bahkan penurunan ini dapat mencapai 60% hingga 90% [9].

Hasil uji lentur pada sudu turbin setelah digunakan selama 5,5 bulan dengan menggunakan tiga parameter karakteristik mekanik material komposit, yaitu kekuatan lentur, regangan

lentur dan modulus elastisitas menunjukkan bahwa kekuatan lentur mengalami penurunan dari 30 MPa menjadi 29,04 MPa, sedangkan regangan lentur juga mengalami penurunan dari mula-mula sebesar 1,7% menjadi 1,68%. Pada parameter ketiga yaitu modulus elastisitas juga menunjukkan penurunan dari 2,018 GPa menjadi 1,879 GPa. Penurunan pada ketiga parameter karakteristik mekanik material komposit mengindikasikan bahwa terdapat pengaruh/hubungan antara kelembaban, difusi uap air dan kekuatan mekanis sudu turbin [5].

Struktur atau sistem yang memiliki nilai kekakuan paling besar maka nilai frekuensi natural semakin besar dan rasio redaman semakin kecil. Perhitungan nilai frekuensi natural ini merupakan hal yang utama karena apabila nilai frekuensi rangsangan sama dengan frekuensi natural sistem maka akan didapat resonansi dan osilasi besar yang berbahaya mungkin terjadi. Frekuensi natural yang meningkat maka rasio redaman menurun. Rasio redaman ini diperoleh untuk meredam getaran yang ada pada struktur atau sistem, jika rasio redaman menurun maka struktur atau sistem semakin kaku [10]. Sudu turbin yang beresonansi akan memberi pengaruh pada kinerja turbin angin. Agar fenomena ini dapat diantisipasi, maka karakteristik dinamik dari struktur perlu diidentifikasi terlebih dahulu. Adapun karakteristik dinamik yang dimaksud adalah frekuensi pribadi (ω_n), rasio redaman (ξ) dan modus getar(ψ)[10].

1.2 Tujuan

Tujuan yang hendak dicapai dalam penelitian ini antara lain:

- Memperoleh hubungan antara *thermal shock* terhadap kekuatan tarik dan lentur komposit resin berpenguat serat rami
- Memperoleh perbandingan kaji eskperimen sifat mekanik komposit berbasis serat rami dengan analisis numerik menggunakan ASCD 2015
- Memperoleh nilai frekuensi pribadi, rasio redaman, dan modus getar sudu turbin angin tipe NACA 4415 berbahan komposit resin berpenguat serat rami dengan tumpuan tetap melalui eksperimen dan numerik menggunakan ASM 2014

1.3 Manfaat

Setelah dilakukan penelitian ini diharapkan manfaat yang diperoleh adalah:

- a. Dapat digunakan sebagai bahan referensi dalam pembuatan material komposit yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik khususnya sudu-sudu turbin.
- b. Mengembangkan pemanfaatan potensi serat alam menjadi bahan baku komposit yang memiliki sifat mekanik yang lebih baik khususnya serat rami.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Variasi komposisi yang akan digunakan dari serat rami adalah 1 dan 2 lapis dan fraksi volume polyester adalah 82% dan 91%
2. Jumlah spesimen yang akan dibuat untuk tiap variasi komposisi dan *thermal shock* adalah 5 spesimen dan total jumlah spesimen adalah 100 spesimen, yaitu 50 spesimen untuk uji tarik dan 50 spesimen untuk uji lentur.
3. Pengujian tarik menggunakan standar ASTM-D638 sedangkan untuk pengujian lentur menggunakan standar ASTM-D790.
4. Lingkungan pengujian dalam ruangan berventilasi tanpa pengkondisian udara.
5. Material dianggap homogen untuk simulasi dan animasi menggunakan autodesk.

1.5 Sistematika Penulisan

Tulisan ini terdiri dari lima bab. Penulisan diawali dengan bab I yang berisi pendahuluan. Pada bab ini dibahas latar belakang penelitian, tujuan penelitian, manfaat, batasan masalah dan sistematika penulisan. Selanjutnya pada bab II dijabarkan teori-teori pendukung yang berhubungan dengan penelitian. Pada bab III dijelaskan tentang metodologi penelitian. Bab IV berisi tentang hasil dan pembahasan. Dan bab V berisi tentang kesimpulan dan saran