

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pemakaian material komposit terus dikembangkan karena material tersebut memiliki banyak keunggulan diantaranya memiliki massa jenis yang rendah, kekuatan yang baik, tahan korosi dan biaya produksi yang relatif murah. Namun permasalahan yang sering muncul dalam penggunaan material komposit berserat karbon atau gelas adalah pencemaran limbah non organik terhadap lingkungan hidup. Hal ini menyebabkan pengembangan material komposit dengan penguat berserat alam seperti rami, *sisal*, bambu, serat daun nanas dan lain-lain menjadi perhatian. Pemanfaatan tanaman yang menghasilkan serat sebagai bahan pembuat komposit sesuai dengan anjuran FAO kepada dunia industri dengan adanya deklarasi pada *International Year of Natural Fibres 2009*. Pada deklarasi tersebut FAO menganjurkan agar mulai tahun 2009 sudah menggunakan bahan baku yang ramah lingkungan dan mudah terdegradasi [1]. Selain itu, kelebihan-kelebihan utama dalam penggunaan serat alam sebagai penguat pada material komposit yaitu densitasnya rendah, mudah diuraikan alam, menghasilkan sifat kekakuan yang tinggi, tidak mudah patah, jenisnya yang banyak, hemat energi dan murah [2].

Pada saat ini, pemanfaatan material komposit berserat alam sebagai bahan alternatif banyak dipergunakan di industri otomotif, terutama untuk komponen otomotif seperti *Audi, BMW, Mercedes, Ford, Peugeot, Volkswagen, Volvo*, dan sebagainya [3] seperti yang diperlihatkan pada Gambar 1.1.



Gambar 1.1 Pemanfaatan material komposit berserat alam di komponen mobil
Mercedes E Class [3]

Di Indonesia, sangat banyak serat alam yang bisa dimanfaatkan seperti serat kelapa, serat daun nanas, serat daun pandan, dan lainnya. Pada penelitian ini akan menggunakan serat daun nanas sebagai penguat (*reinforcement*) pada material komposit karena serat daun nanas memiliki sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik yang dimiliki pada serat daun nanas disebabkan kandungan *cellulose* yang tinggi yaitu 70-82% [4]. Pemanfaatan serat daun nanas di Indonesia masih sangat terbatas, yaitu hanya pada industri kain batik di Pekalongan sedangkan daun nanas sangat melimpah di Indonesia karena nanas merupakan tumbuhan tropis yang banyak tumbuh di Indonesia.

Pemanfaatan serat daun nanas masih terus perlu ditingkatkan di Indonesia, salah satunya dengan memanfaatkan serat daun nanas sebagai penguat di material komposit. Namun, pada proses pembuatan material komposit tersebut tidak akan terlepas dari timbulnya cacat, salah satunya *void* yang dapat menyebabkan retak terinisiasi di dalam material. Retak akan menjalar jika pembebanan yang diberikan mencapai nilai kritisnya. Penjalaran retak juga tidak terlepas dari energi yang dilepaskan pada saat mulai menjalar. Retak akan tumbuh jika energi yang dilepaskan sudah mencapai nilai kritisnya atau yang dikenal dengan ketangguhan retak (*fracture toughness*).

Pengujian tentang ketangguhan retak pada komposit berserat alam dilakukan oleh Singleto. Pada pengujiannya Singleto mengkaji bagaimana sifat mekanik, deformasi

dan retak alami pada komposit polimer berserat rami alami. Pada pengujian tersebut dapat disimpulkan bahwa ketangguhan pada material komposit daur ulang berserat rami dapat ditingkatkan dengan mengatur fraksi volume serat dan ikatan antar lapisannya [5].

Kemudian pengujian retak pada material komposit juga dilakukan oleh Bayu Hendrawan [5]. Penelitian tersebut membahas tentang bagaimana pengaruh *stress ratio* terhadap laju perambatan retak fatik pada komposit serat kombinasi kenaf anyam dan kenaf kontinyu. Selain itu K.J Wong juga melakukan pengujian ketangguhan retak pada komposit berserat alam yaitu serat bambu pendek. Pada pengujian tersebut mengkaji ketangguhan retak pada komposit berserat bambu pendek, dengan variasi volume serat pada material komposit. Penelitian tersebut menyimpulkan bahwa ketangguhan retak akan mencapai nilai optimum pada komposit dengan volume seratnya 40-50 % [6].

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan terlihat bahwa ketangguhan suatu material komposit sangat tergantung dari jumlah fraksi volume serat yang ada di dalam material komposit. Selain itu fraksi volume serat juga sangat mempengaruhi sifat mekanik dari material komposit yang dibentuknya. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan suatu analisis pengaruh fraksi volume serat daun nanas terhadap ketangguhan retak suatu material komposit.

Penelitian ketangguhan retak terhadap material komposit berserat daun nanas masih sangat terbatas. Pada penelitian sebelumnya hanya membahas pengaruh orientasi arah serat terhadap perilaku retak [7]. Pada penelitian tersebut tidak mengkaji pengaruh fraksi massa serat daun nanas pada material komposit. Oleh karena itu, pada penelitian ini juga akan dilakukan variasi orientasi serat dengan variasi fraksi massa di material komposit.

1.2 Tujuan Penelitian

Pada penelitian ini variasi fraksi massa serat daun nanas dilakukan dengan memvariasikan jumlah lapisan serat di dalam material komposit. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mendapatkan nilai beban kritis dan mengetahui pengaruh penambahan lapisan serat terhadap nilai beban kritis pada material komposit.
2. Mendapatkan nilai energi regangan dan mengetahui pengaruh penambahan lapisan serat daun nanas terhadap nilai energi regangannya.
3. Mengetahui pengaruh variasi lapisan serat daun nanas terhadap nilai ketangguhan retak dari material komposit.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian ini adalah :

- 1) Dapat mengetahui jumlah lapisan atau fraksi massa yang optimum untuk mereduksi perambatan retak di material komposit berserat daun nanas.
- 2) Material komposit berserat daun nanas dapat dijadikan material terbarukan yang dapat dimanfaatkan di kehidupan sehari-hari.

1.4 Batasan Masalah

Batasan masalah pada penelitian ini adalah :

- 1) Pembebanan yang diberikan adalah pembebanan statik.
- 2) Laju perambatan retak diasumsikan jenis modulus I dimana penjalaran retak tegak lurus terhadap permukaan retak. Modus I merupakan penjalaran retak yang banyak terjadi material.

- 3) Ketebalan dan panjang *initial crack* yang digunakan konstan dan serat yang digunakan merupakan serat daun nanas yang disusun dan dianyam dengan arah serat 0° , 90° , 45° , $+45^\circ/-45^\circ$ dan $0^\circ/90^\circ$.

1.5 Sistematika Penulisan

Pada penulisan laporan ini terdiri dari lima bab dengan pembahasannya masing-masing dan lampiran. Bab pertama adalah bab pendahuluan yang berisikan latar belakang, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah serta sistematika penulisan. Selanjutnya bab kedua menjelaskan teori yang berhubungan dengan komposit, serat daun nanas, cacat pada material komposit, ketangguhan retak, standar pengujian ketangguhan retak dan metoda *Trapezoidal*. Pada bab ketiga, membahas tentang metodologi yang menampilkan peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian, serta langkah-langkah yang digunakan untuk menyelesaikan penelitian ini. Bab keempat berisikan tentang hasil dan pembahasan mengenai penelitian yang telah dilakukan. Pada bab kelima berisikan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan.

