

PULL AND BENDING FORCE CARBON FIBER COMPOSITE

M. Ardi Cahyono¹, Laura Laksamana²

Jurusan Teknik Dirgantara-Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
mactps774@gmail.com

Abstract

Based on the test data, it can be seen that the average stress value on the carbon fiber composite with the fiber direction of 0° - 30° - 60° has the highest tensile stress value in the TA 2 specimen, namely 121.439 MPa, the highest strain value in the TA 1 specimen is 0.031, the value The highest modulus of elasticity in the TA 3 specimen is 438,460 MPa, while for the fiber direction 0° - 45° - 90° the highest tensile stress value in the TB 3 specimen is 670.691 MPa, the highest strain value in the TB 3 specimen is 0.096, the highest elasticity modulus value in the specimen TB1 is 1076,993 MPa.

Keyword: Fiber, specimen and modulus

1. Latar Belakang

Seiring berkembangnya desain dan teknologi baik pesawat komersil maupun pesawat militer saat ini berkembang pula pesawat tanpa awak atau yang disebut *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)*. Pesawat UAV merupakan pesawat yang digerakkan tanpa pilot didalamnya. Pengoperasian pesawat UAV sendiri cukup didepan komputer atau menggunakan *remote control*. Pesawat UAV biasa digunakan untuk foto udara, pengintaan, pemetaan, observasi dan lainnya. Dalam pembuatan pesawat UAV membutuhkan material yang ringan tetapi juga kuat, salah satu bahan yang mempunyai ketentuan itu adalah komposit [1][2][3]. Komposit salah satu bahan struktur yang banyak digunakan saat ini, karena mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan material logam, seperti ketahanan terhadap korosi, bahan yang mudah dicari, harga yang cukup terjangkau, serta memiliki massa jenis yang lebih rendah dibandingkan dengan bahan dari logam. Bahan komposit sangat efisien untuk penggunaan pada struktur yang memerlukan kombinasi antara kekuatan dan kekakuan yang tinggi serta bobot yang ringan. Dalam penelitian ini penulis akan melakukan pengujian spesimen pada material komposit karbon dengan pemasangan arah serat 0° - 45° - 90° dan 0° - 30° - 60° dengan metode *hand lay up*, bertujuan untuk mengetahui seberapa kuat komposit serat karbon, khususnya serat karbon dengan resin *lycal*. Kemudian hasil manufaktur komposit tersebut penulis akan melakukan pengujian spesimen, yaitu uji tarik dan bending untuk mengetahui sifat mekanis dari spesimen [4][5].

2. Metodologi Penelitian

Pengujian pada penelitian ini adalah dengan pembuatan spesimen komposit serat karbon dengan *resin lycal* yang selanjutnya dilakukan pengujian yaitu uji tarik dan uji *bending* dari komposit serat karbon untuk mengetahui kekuatan spesimen komposit menggunakan metode *hand lay-up*[5][6]. Dalam penelitian ini menggunakan beberapa metode pengumpulan data, yaitu:

a. Studi Literatur

Merupakan metode pengumpulan data berdasarkan pada study kepustakaan yang digunakan yaitu dengan membaca buku-buku referensi yang berkaitan dengan tema penelitian yang diangkat penulis sebagai pedoman dalam penulisan penelitian ini.

b. Metode Observasi

Merupakan metode pengumpulan data yang digunakan untuk mengumpulkan data dengan cara melihat dan mengamati kegiatan dilapangan tentang bagaimana proses manufaktur komposit dari serat karbon yang selanjutnya dilakukan pengujian, dari pengujian ini maka diperoleh data-data yang dibutuhkan selanjutnya akan dilakukan analisis.

c. Metode Wawancara

Merupakan metode pengumpulan data yang dilakukan dengan cara bertanya langsung kepada dosen pembimbing dan pihak-pihak yang ahli dan berpengalaman pada bidang yang akan dibahas pada penelitian ini.

d. Website Internet

Merupakan metode pengumpulan data yang dimana penulis mengambil data-data dari website di internet, berkembangnya teknologi informasi dan komunikasi sangatlah mendukung dalam pengumpulan data-data dalam penyusunan penelitian ini.

e. Proses Analisis

Proses analisis dilakukan setelah data-data yang terkumpul mencukupi. Proses analisis merupakan proses dimana data-data yang terkumpul mencukupi. Proses analisis merupakan proses yang dimana data-data yang terkumpul diolah. Dari pengolahan data inilah maka akan dapat di peroleh suatu hasil, dimana hasil ini merupakan pemecahan dari rumusan masalah yang telah disusun pada bab sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses pertama yang dilakukan dalam melakukan penelitian adalah pembuatan spesimen komposit uji tarik sesuai standar ASTM D3039 dengan dimensi spesimen 250mm x 25mm x 2,5mm dan spesimen komposit uji *bending* sesuai standar ASTM D7264 dengan dimensi spesimen 128mm x 13mm x 4mm. Spesimen dibuat dengan 2 jenis fraksi *volume*, untuk spesimen uji tarik dengan menggunakan 8 *layer fiber carbon*, dan spesimen uji *bending* menggunakan 13 *layer fiber carbon*, menggunakan jenis *Woven Roving Carbon Unidirectional 300GSM* dengan tebal 0,3 mm][7][8]. Jumlah spesimen yang dibuat adalah masing-masing 3 spesimen.

a. Perhitungan Fraksi Volume Spesimen Uji Tarik

Adapun langkah perhitungan fraksi *volume* spesimen uji tarik sebagai berikut:

- 1) Menimbang massa *fiber carbon* dengan ukuran disesuaikan dengan cetakan yang sudah dibuat dengan dimensi 250mm x 140mm x 2,5mm yaitu 11 gr/lembar.
2. Menentukan *volume* komposit yang dimensinya disesuaikan dengan cetakan yang dibuat.

$$\begin{aligned} \text{Volume komposit} &= P \times L \times T \\ &= 250\text{mm} \times 140\text{mm} \times 2.5\text{mm} \\ &= 87500\text{mm}^3 = 87.5 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- 3) Menentukan *volume fiber carbon* yang menggunakan 8 lembar *fiber carbon*.

$$\begin{aligned} \text{Massa Total Fiber Carbon} &= 8 \times \text{massa fiber carbon} \\ &= 8 \times 11 \text{ gr} \\ &= 88 \text{ gr} \\ \text{Volume fiber carbon} &= \frac{\text{massa fiber carbon}}{\text{massa jenis fiber carbon}} \\ &= \frac{mf}{\rho_f} = \frac{88 \text{ gr}}{1.42 \text{ gr/cm}^3} = 61.97 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

- 4) Menentukan fraksi *volume* matriks pada komposit.

$$\begin{aligned} \text{Fraksi Volume Carbon} &= \frac{\text{volume fiber carbon}}{\text{volume komposit}} \times 100\% \\ &= \frac{61.97 \text{ cm}^3}{87.5\text{cm}^3} \times 100\% \end{aligned}$$

$$= 70.82\%$$

- 5) Menentukan fraksi *volume* matriks pada komposit.

$$\begin{aligned} \text{Volume Matriks} &= v. \text{komposit} - v. \text{carbon} \\ &= 87.5 \text{ cm}^3 - 61.97 \text{ cm}^3 \\ &= 25.53 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Fraksi Volume Matriks} &= \frac{\text{volume matriks}}{\text{volume komposit}} \times 100\% \\ &= \frac{25.53 \text{ cm}^3}{87.5 \text{ cm}^3} \times 100\% \\ &= 29.18\% \end{aligned}$$

- 6) Menentukan kebutuhan *lycal* dan *hardener* pada matriks yang digunakan.
Perbandingan *lycal* dan *hardener* 3 : 1

$$\begin{aligned} \text{Volume Lycal} &= \frac{3}{4} \times v. \text{matriks} \\ &= \frac{3}{4} \times 25.53 \text{ cm}^3 = 19.15 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Kebutuhan Lycal} &= v. \text{lycal} \times \text{massa jenis lycal} \\ &= 19.15 \text{ cm}^3 \times 1.1125 \text{ gr/cm}^3 = 21.30 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume Hardener} &= \frac{1}{4} \times v. \text{matriks} \\ &= \frac{1}{4} \times 21.30 \text{ cm}^3 = 6.38 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa Hardener} &= v. \text{hardener} \times \text{massa jenis hardener} \\ &= 6.38 \text{ cm}^3 \times 0.875 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 5.58 \text{ gr} \end{aligned}$$

Dari perhitungan fraksi *volume* untuk spesimen uji tarik didapat fraksi *volume carbon* 70.82% dan fraksi *volume* matriks 29.18%

b. Perhitungan Fraksi Volume Spesimen Uji *Bending*

Adapun langkah perhitungan fraksi *volume* spesimen uji *bending* sebagai berikut:

- 1) Menimbang massa *fiber carbon* dengan ukuran disesuaikan dengan cetakan yang sudah dibuat dengan dimensi 155mm x 65mm x 4mm yaitu 3 gr/lembar.
- 2) Menentukan *volume* komposit yang dimensinya disesuaikan dengan cetakan yang dibuat.

$$\begin{aligned} \text{Volume komposit} &= P \times L \times T \\ &= 155 \text{ mm} \times 65 \text{ mm} \times 4 \text{ mm} \\ &= 40300 \text{ mm}^3 = 40.3 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

- 3) Menentukan *volume fiber carbon* yang menggunakan 8 lembar *fiber carbon*.

$$\begin{aligned} \text{Massa Total Fiber Carbon} &= 13 \times \text{massa fiber carbon} \\ &= 13 \times 3 \text{ gr} \\ &= 39 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume fiber carbon} &= \frac{\text{massa fiber carbon}}{\text{massa jenis fiber carbon}} \\ &= \frac{mf}{\rho f} = \frac{39 \text{ gr}}{1.42 \text{ gr/cm}^3} = 27.46 \text{ cm}^3 \end{aligned}$$

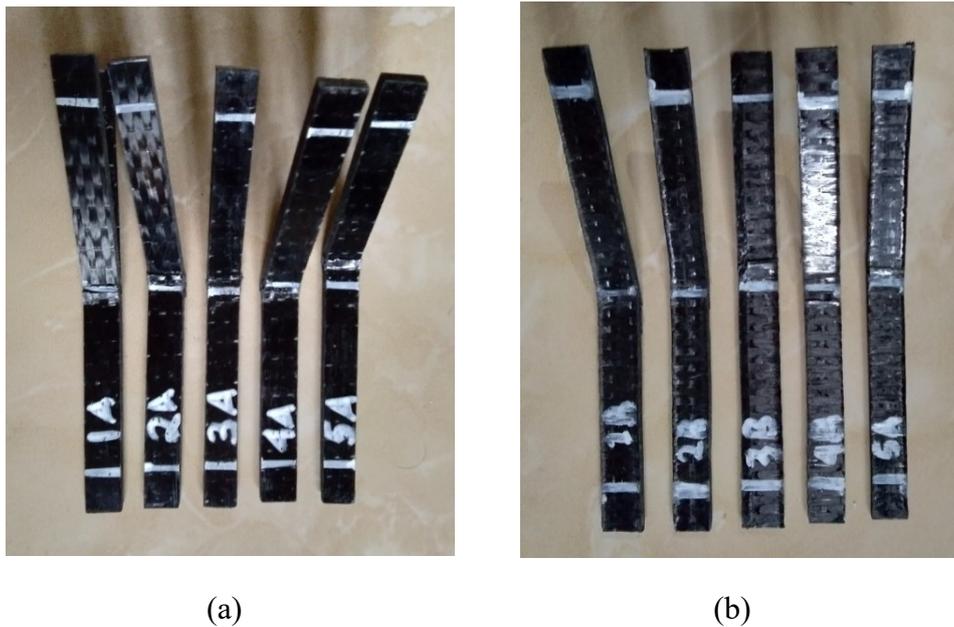
- 4) Menentukan fraksi *volume* matriks pada komposit.

$$\begin{aligned} \text{Fraksi Volume Carbon} &= \frac{\text{volume fiber carbon}}{\text{volume komposit}} \times 100\% \\ &= \frac{27.46 \text{ cm}^3}{40.3 \text{ cm}^3} \times 100\% \\ &= 68.15\% \end{aligned}$$

- 5) Menentukan fraksi *volume* matriks pada komposit.
- $$\begin{aligned} \text{Volume Matriks} &= v. \text{komposit} - v. \text{carbon} \\ &= 40.3 \text{ cm}^3 - 27.46 \text{ cm}^3 \\ &= 12.84 \text{ cm}^3 \\ \text{Fraksi Volume Matriks} &= \frac{\text{volume matriks}}{\text{volume komposit}} \times 100\% \\ &= \frac{12.48 \text{ cm}^3}{40.3 \text{ cm}^3} \times 100\% \\ &= 31.85\% \end{aligned}$$
- 6) Menentukan kebutuhan *lycal* dan *hardener* pada matriks yang digunakan.
Perbandingan *lycal* dan *hardener* 3 : 1
- $$\begin{aligned} \text{Volume Lycal} &= \frac{3}{4} \times v. \text{matriks} \\ &= \frac{3}{4} \times 12.48 \text{ cm}^3 = 9.63 \text{ cm}^3 \\ \text{Kebutuhan Lycal} &= v. \text{lycal} \times \text{massa jenis lycal} \\ &= 9.63 \text{ cm}^3 \times 1.1125 \text{ gr/cm}^3 = 10.71 \text{ gr} \\ \text{Volume Hardener} &= \frac{1}{4} \times v. \text{matriks} \\ &= \frac{1}{4} \times 12.48 \text{ cm}^3 = 3.21 \text{ cm}^3 \\ \text{Massa Hardener} &= v. \text{hardener} \times \text{massa jenis hardener} \\ &= 3.21 \text{ cm}^3 \times 0.875 \text{ gr/cm}^3 \\ &= 2.81 \text{ gr} \end{aligned}$$

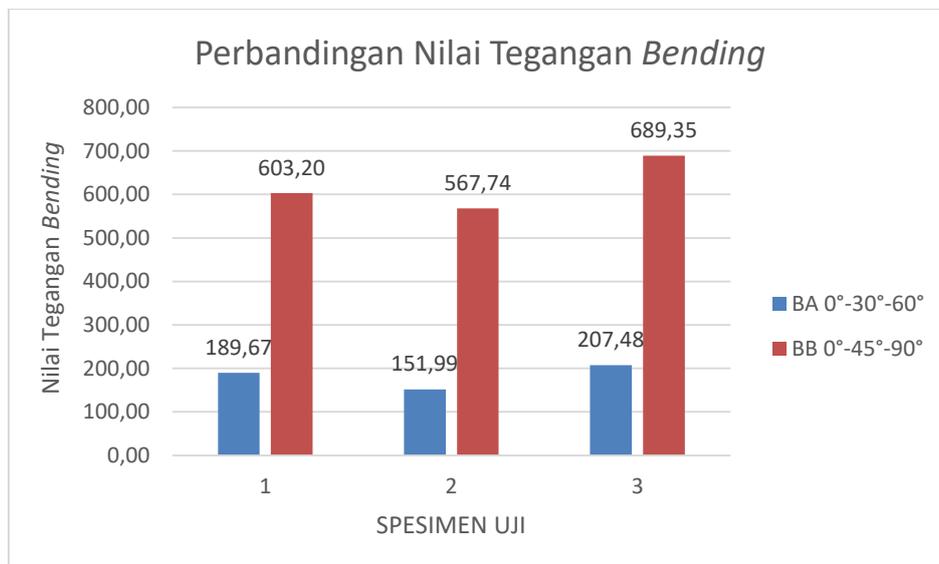
Dari perhitungan fraksi *volume* untuk spesimen uji tarik didapat fraksi *volume carbon* 68.15% dan fraksi *volume* matriks 31.85% sedangkan Untuk menentukan ATA *chapter* mana yang akan digunakan sebagai bahan analisis keandalan penelitian ini, penulis menggunakan metode *reliability control program* menggunakan rumus *defect monitoring* milik PT.IAT, rumus ini digunakan untuk menyesuaikan dengan utilitas armada PT.IAT yang cenderung rendah namun dengan tingkat *case* yang cukup tinggi. Komponen dengan jumlah *defect* tertinggi berdasarkan analisis menggunakan *defect monitoring* selama periode 2014-2019 adalah ATA *chapter* 34 navigation dengan total *defect case* mencapai 108 *cases*, namun komponen pada ATA *chapter* 34 navigation tidak memiliki batasan umur komponen yang tercatat pada dokumen *airworthiness limitation section* sehingga digantikan oleh ATA *chapter* 62 main rotor dengan jumlah *defect* 63 *defect cases*, kedua terbanyak setelah ATA *chapter* 34 navigation[10]. Komponen pada ATA *chapter* 62 main rotor yang dipilih adalah komponen *scissors lower link*, *pitch change rod-end*, dan *frequence adapter rod-end*.

Pengujian *bending* ini dilakukan dengan menggunakan alat UTM (*Universal Testing Machine*) merk GOTECH TESTING MACHINE INC, di Laboratorium Nurtanio Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta. Pengujian *bending* ini dengan 2 variasi arah serat yaitu arah serat 0°-30°-60° yang disimbolkan dengan (BA), dan untuk arah serat 0°-45°-90° yang disimbolkan dengan (BB). Data yang didapat dari pengujian *bending* spesimen komposit sera *fiber carbon* ini berupa *max. Load*, *area*, *yield point*, *elastic modulus*, *span*.

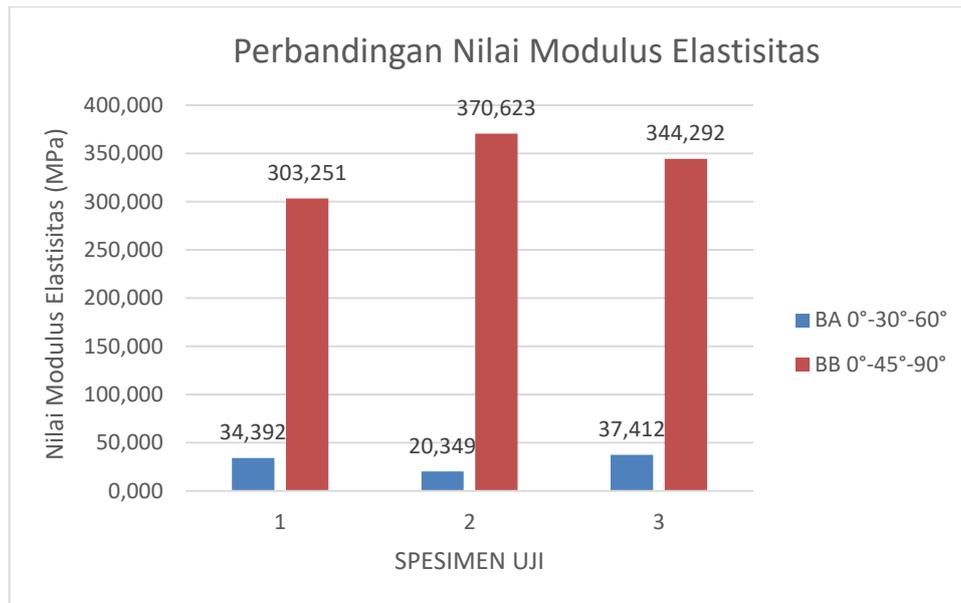


Gambar 1. (a) Spesimen Hasil Pengujian *Bending* Arah Serat 0°-30°-60°, (b) Spesimen Hasil Pengujian *Bending* Arah Serat 0°-45°-90°

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai rata-rata tegangan *bending* pada komposit serat karbon dengan arah serat 0°-30°-60° mempunyai nilai tegangan *bending* tertinggi pada spesimen BA3 yaitu 207,48 MPa, nilai modulus elastisitas tertinggi pada spesimen BA2 yaitu 3,74 MPa sedangkan untuk arah serat 0°-45°-90° nilai tegangan *bending* tertinggi pada spesimen BB yaitu 689,35 MPa, nilai modulus elastisitas tertinggi pada spesimen BB2 yaitu 37,06 MPa..



Gambar 2. Grafik Perbandingan Nilai Tegangan Uji *Bending* Komposit Serat Karbon



Gamabr 3. Grafik Perbandingan Nilai Modulus Elastisitas Uji *Bending* Komposit Serat Karbon

Setelah dilakukan pengujian dan diketahui bahwa arah serat 0°-45°-90° memiliki tegangan *bending* rata-rata lebih besar yaitu 620,10 MPa dibandingkan arah serat 0°-30°-60° yaitu 183,05 MPa hal ini terjadi disebabkan:

- Pada saat pengujian *bending* terjadi 2 gaya yaitu gaya tekan yang diterima spesimen diatas sumbu netral dan gaya tarik yang diterima spesimen dibawah sumbu netral.
- Pada saat pembuatan spesimen pengukuran sudut yang kurang presisi.
- Pada saat menimbang *massa* dari resin dan *hardener* terjadinya error (kelebihan atau kekurangan) yang dapat mempengaruhi kekuatan dari masing-masing spesimen uji.
- Proses pengadukan resin dan *hardener* yang kurang merata.
- Perbedaan tekanan saat proses hand lay up yang dapat menghasilkan void saat proses pengeringan, yang dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada permukaan spesimen.
- Proses pemotongan spesimen yang masih manual membuat dimensi spesimen kurang presisi sehingga mempengaruhi nilai kekuatan dan modulus elastisitas spesimen.

4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil perhitungan diatas dapat diketahui nilai rata-rata tegangan *bending* pada komposit serat karbon dengan arah serat 0°-30°-60° mempunyai nilai tegangan *bending* tertinggi pada spesimen BA3 yaitu 207,48 MPa, nilai modulus elastisitas tertinggi pada spesimen BA2 yaitu 3,74 MPa sedangkan untuk arah serat 0°-45°-90° nilai tegangan *bending* tertinggi pada spesimen BB yaitu 689,35 MPa, nilai modulus elastisitas tertinggi pada spesimen BB2 yaitu 37,06 MPa

Daftar Pustaka

- [1] Kusuma, Sahrul Budi. 2019. *Skripsi: Analisa Perbandingan Hasil Uji Tarik Pada Material Komposit Sandwich Carbon Polyfoam Dengan Sudut Face 90° Dan 45°*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
- [2] Baskoro, Yoga. 2018. *Skripsi: Analisa Kekuatan Tarik Dan Bending Struktur Komposit Serat Karbon Dengan Metode Manufaktur Hand Lay-Up*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

- [3] Prayogo, Muji. 2014. *Skripsi: Analisis Keuatan Mekanis Komposit Sandwich Serat Glass Dengan Core Foam*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto.
- [4] ASTM D3039. *Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Material*
- [5] ASTM D7264. *Standart Test Method For Flexural Properties Of Polymer Matrix Composite Material*
- [6] Pengertian Komposit, <https://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit/> diakses pada 20 April 2020
- [7] Gambar Resin *Lycal*, <https://resincraft./2016/03/18/resin-sintesis-bening-untuk-kerajinan/> diakses pada 20 April 2020
- [8] Gibson F, Ronald. 1994. *Principles of Composite Materials Mechanics*. New York: McGraw-Hill Inc
- [9] Jones R.M, 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Scripta Book Company, Washington D.C., USA
- [10] Beliu, Harun N. Pell, Yeremias M. Jastron, Jahirwan Ut. 2016. *Analisa Kekuatan Tarik dan Bending pada Komposit Widuri*. Kupang: Universitas Nusa Cendana