

# SIFAT TARIK DAN SIFAT LENTUR PADA *BODY* MOTOR KOMPOSIT LAMINA DENGAN PERLAKUAN ALKALI

Kevin Hanada<sup>1)</sup>, Sofyan Djamil<sup>2)</sup> dan Sobron Y. Lubis<sup>2)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Mesin

<sup>2)</sup>Staf Pengajar Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
e-mail: kevinh.tm@stu.untar.ac.id, sofyand@ft.untar.ac.id, sobronl@ft.untar.ac.id

**Abstract:** Composite is a combination of two or more materials that have different mechanical properties and characteristics. One of the reinforcement materials or reinforcement that is widely used is natural materials. One of Indonesia's natural materials and a very large source of bamboo is widely used in building construction as an alternative to wood because it has high flexibility and strength. To balance the strength of bamboo with high tensile strength while low flexural strength, a solution is needed to maximize the strength of bamboo by combining it with a bamboo composite system. In this study, bamboo that has been processed into woven sheets manually with plain weave type is then given a certain amount of epoxy resin and then a Tensile Strength Test is carried out using ASTM D3039 / D3039M and a flexural test using ASTM D7264 / 7264M to obtain maximum composite and flexural strength. After the test was carried out, it was continued by observing the microstructure of the specimen using SEM (Scanning Electron Microscope). The results showed the tensile test value with a value of 50 Mpa compared to the ABS tensile strength value of 53 Mpa, the Modulus of Elasticity with a value of 0.38 GPa compared to the ABS modulus of elasticity of 0.41 Gpa. The results of the flexural test obtained flexural strength with a value of 47.06 Mpa compared to the value of ABS flexural strength of 49.6 Mpa, flexural modulus with a value of 0.52 Gpa compared to the value of ABS flexural modulus of 0.55 Gpa.

**Keywords:** plain, epoxy, tensile, flexural.

## PENDAHULUAN

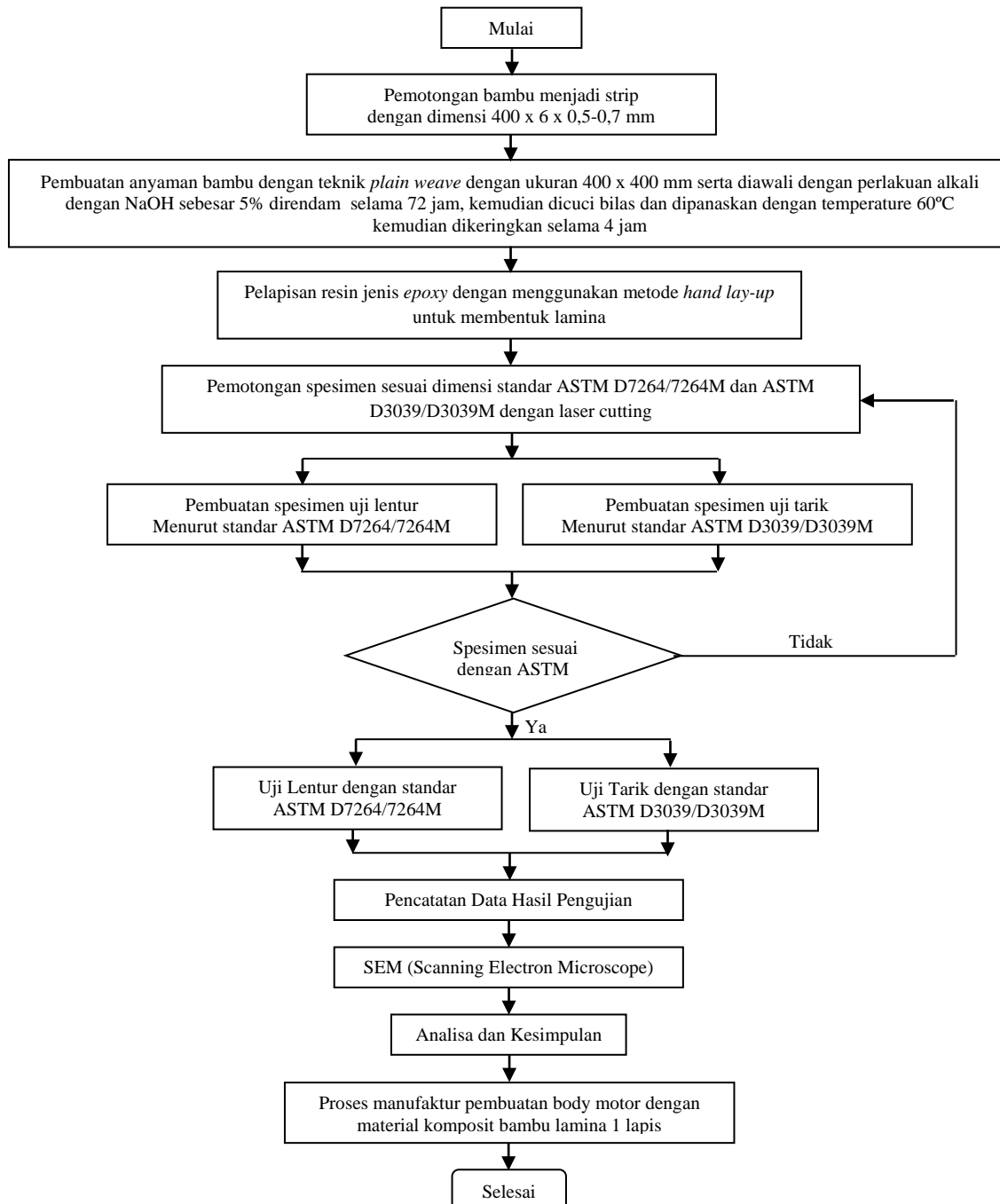
Komposit merupakan kombinasi dua atau lebih material yang memiliki sifat mekanik dan karakteristik berbeda. Salah satu material penguat atau *reinforcement* yang banyak digunakan adalah material alam [1]. Pada saat ini, material alam merupakan pilihan yang baik dalam berbagai industri seperti otomotif, penerbangan, migas (minyak dan gas) dan lain-lain, karena memiliki kelebihan seperti ramah lingkungan, biaya pembuatan dan bahan yang lebih murah dan ketersediaan yang berlimpah untuk jangka panjang.

Salah satu material alam yang banyak Indonesia dan sumber yang sangat banyak yaitu bambu, banyak digunakan dalam konstruksi bangunan sebagai alternatif pengganti kayu karena memiliki sifat kelenturan dan kekuatannya yang tinggi. Secara umum industri saat ini sering menggunakan logam atau polimer dan komposit alam sebagai komponen-komponen konstruksi, yang memiliki keunggulan masing-masing [2].

Dalam perkembangan, bambu dapat digunakan sebagai struktur pengganti kayu maupun baja, contoh penggunaan bambu sebagai rangka kuda-kuda dan rangka jembatan [4]. Pada penelitian-penelitian yang terdahulu penggunaan bambu untuk struktur rangka masih berupa bambu model asli dari alam yaitu berbentuk silinder, akan tetapi dalam penyambungan memang mengalami kendala untuk mengimbangi kekuatan bambu itu sendiri. Untuk mengimbangi kekuatan bambu dengan kekuatan tarik yang tinggi sedangkan kekuatan lentur rendah, perlu dicari solusi agar bisa memaksimalkan kekuatan bambu dengan mengkombinasikan dua atau lebih dari komponen, sehingga menjadi komposit bambu. Penelitian ini, diharapkan meningkatkan nilai guna bambu sebagai *reinforcement*, sehingga dapat digunakan sebagai bagian dari komposit alam, dan industri-industri dapat memanfaatkan bambu semaksimal mungkin [4]. Pada penelitian ini, bambu yang sudah diolah menjadi lembaran-lembaran akan dianyam secara manual dengan tipe *plain weave* lalu diberikan resin *epoxy* dengan jumlah tertentu dan pada akhirnya akan dilakukan uji tarik (*tension test*) dan uji lentur (*flexural test*) untuk mendapatkan nilai kekuatan tarik dan kekuatan lentur maksimum komposit bambu tersebut serta akan disajikan dalam bentuk kurva.

## METODE PENELITIAN

Metodologi ini dilakukan dalam beberapa tahap: persiapan bahan baku, pembuatan strip bambu secara manual, pembuatan spesimen dan pengujian menurut standar ASTM D7264/7264M untuk *tensile test* dan ASTM D3039/D3039M untuk *flexural test*, analisa hasil pengujian dan pengambilan kesimpulan seperti yang dapat dilihat pada diagram alir di Gambar 1. Metode yang dilakukan dijelaskan dalam diagram alir (*flowchart*) di bawah ini:



Gambar 1. Diagram alir proses penelitian

### Tahapan penelitian

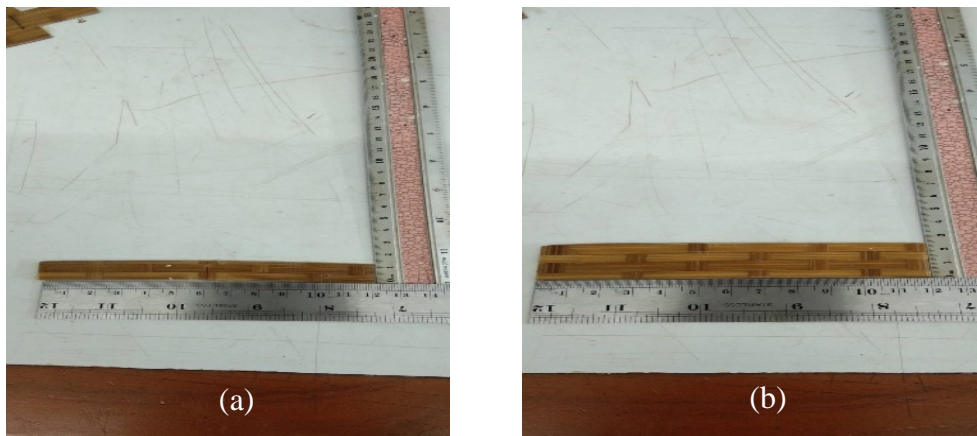
#### 1. Tahapan bahan baku bambu

- Bambu diambil dari desa Mekarsari, kelurahan Negrasi, Kecamatan Karawaci, Kota Tangerang yang berjenis bambu apus (*gigantochloa apus*) berumur 3-4 tahun.

- b. Bambu dipotong dengan pisau secara manual hingga berukuran strip dengan tebal 0,5-0,7 mm dan lebar 6 mm.

## 2. Proses Perlakuan Alkali

Perlakuan alkali dilakukan untuk memisahkan lignin dan kontaminan yang terkandung di dalam strip bambu untuk menghilangkan lignin sehingga dapat meningkatkan adhesi antarmuka *reinforcement* dan *matrix*. Proses perendaman dengan larutan NaOH 5% selama 72 jam dan dipanaskan di oven pada temperatur 60°C. *Strip* bambu dikeringkan dalam temperatur ruang selama 4 jam.

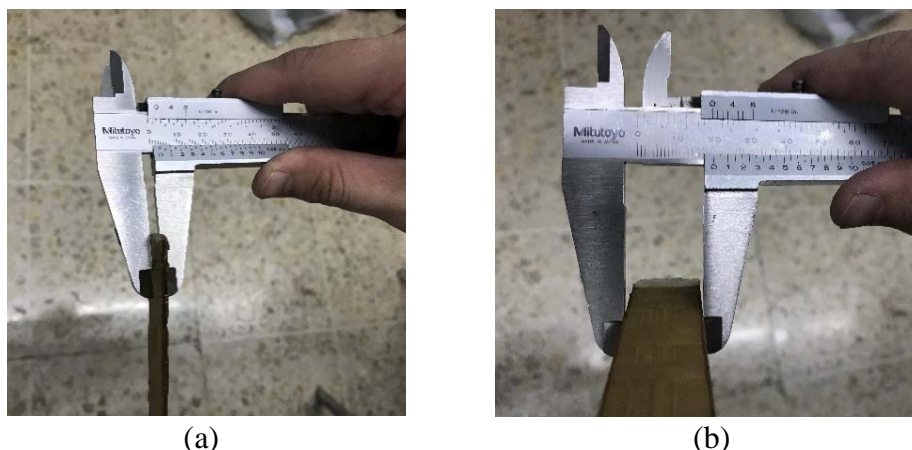


Gambar 2. Spesimen (a) Uji tarik dengan standar pengujian ASTM D3039/D3039M dan (b) Uji lentur dengan standar pengujian ASTM D7264/D7264

## 3. Pengujian Tarik

Pengujian tarik menggunakan spesimen uji dengan dimensi mengikuti standar ASTM D3039/D3039M. Pengujian ini dapat dibagi menjadi tahapan sebagai berikut.

1. Pengukuran lebar dan tebal spesimen uji dengan menggunakan jangka sorong pada tiga titik yang berbeda.



Gambar 3. Pengukuran (a) Lebar dan (b) Tebal spesimen uji tarik

2. Pemasangan *fixture* pada *universal testing machine* untuk digunakan sebagai pencekam spesimen.
3. Peletakkan spesimen secara vertikal.
4. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol *reset-dpm 2-ld 2-start* pada *digitalized control* untuk membuat nilai *displacement* dan *load* menjadi nol. Pengujian dilakukan dengan pemberian *load* maksimal sebesar 99,99 kN.

- Pengujian dimulai dengan menekan tombol *down* pada *universal testing machine* dan nilai *load* yang sedang diberikan pada spesimen uji dapat dilihat pada layar *digitalized control*. Nilai *load* yang digunakan dalam perhitungan adalah nilai *load* maksimal yang terbaca pada *digitalized control*.



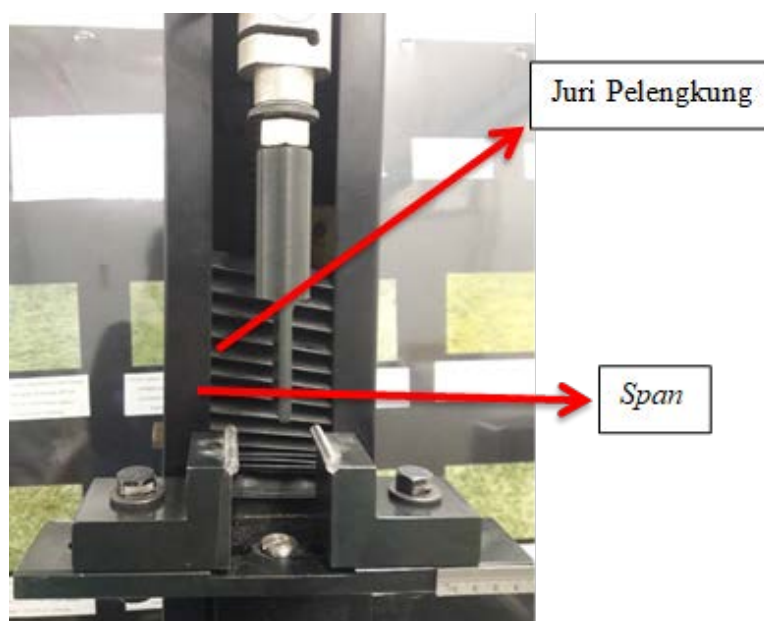
Gambar 4. Proses pengujian tarik

- Pengujian dilakukan kembali dengan tahapan yang sama sebanyak lima kali untuk mendapatkan data yang diperlukan.

#### 4. Pengujian lentur

Pengujian lentur menggunakan spesimen uji dengan dimensi mengikuti standar ASTM D7264/D7264M - 07. Pengujian ini dapat dibagi menjadi tahapan sebagai berikut.

- Pengukuran lebar dan tebal spesimen uji dengan menggunakan jangka sorong pada tiga titik yang berbeda.  
Pemasangan *span* dan juri pelengkung pada *universal testing machine* untuk digunakan sebagai pemberi *load* dan tumpuan spesimen uji.



Gambar 5. Juri pelengkung dan *span*

2. Peletakkan spesimen secara horizontal pada *span* dengan jarak *span* sesuai dengan standar pengujian dan diposisikan tepat terhadap juri pelengkung.



Gambar 6. Penempatan spesimen uji lentur

3. Pengujian dilakukan dengan menekan tombol *reset-dpm 2-ld 2-start* pada *digitalized control* untuk membuat nilai *displacement* dan *load* menjadi nol. Pengujian dilakukan dengan pemberian *load* maksimal sebesar 99.99 kN.

Pengujian dimulai dengan menekan tombol *up* pada *universal testing machine* dan nilai *load* yang sedang diberikan pada spesimen uji dapat dilihat pada layar

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian spesimen dapat dilihat pada Gambar 7 untuk uji *tensile* dan Gambar 8 untuk uji *flexural*.



Gambar 7. Hasil pengujian *tensile* spesimen standar pengujian ASTM D3039/D3039M

Hasil pengujian tarik dapat dihitung:

$$\sigma = \frac{F}{A_0} \quad (1)$$

$$\varepsilon = \frac{l_i - l_0}{l_0} \quad (2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (3)$$

dengan:

F = Gaya Tarik (kN)

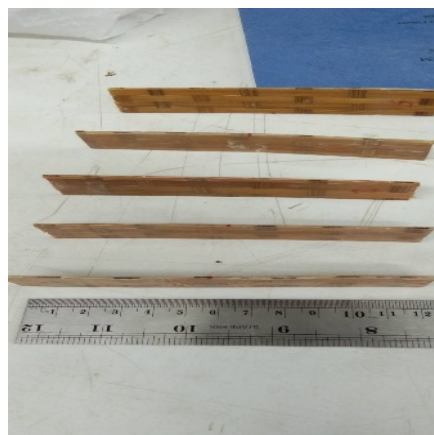
A<sub>0</sub> = Luas Penampang (mm<sup>2</sup>)

l<sub>i</sub> = Panjang Akhir (mm)

l<sub>0</sub> = Panjang Awal (mm)

Tabel 1. Hasil pengujian *tensile* spesimen uji

Spesimen	F (kN)	ε (%)	σ <sub>t</sub> (MPa)	E <sub>t</sub> (GPa)
1	1,14	0,49	50,00	0,25
2	1,18	0,51	41,40	0,21
3	0,92	0,4	40,75	0,16
4	1,78	0,76	49,96	0,38
5	1,50	0,64	42,70	0,27
Max			50,00	0,38
Min			40,75	0,16
Rata-rata			44,97	0,34
Standar deviasi			4,62	0,01



Gambar 8. Hasil pengujian *flexural* spesimen standar pengujian ASTM D7264/D7264M

Tabel 2. Hasil pengujian *flexural* spesimen uji

Pengujian	F (kN)	ε (%)	σ <sub>f</sub> (MPa)	E <sub>f</sub> (GPa)
1	0,14	0,084	41,50	0,49
2	0,14	0,083	41,67	0,51
3	0,16	0,090	47,06	0,52
4	0,15	0,089	44,64	0,50
5	0,13	0,087	37,79	0,43
Max			47,06	0,52
Min			37,79	0,43
Rata-rata			42,53	0,49
Standar deviasi			4,63	0,04

Hasil pengujian flexural dapat dihitung:

$$\sigma = \frac{3 PL}{2bh^2} \quad (4)$$

$$\varepsilon = \frac{6 \delta h}{L^2} \quad (5)$$

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} \quad (6)$$

dengan:

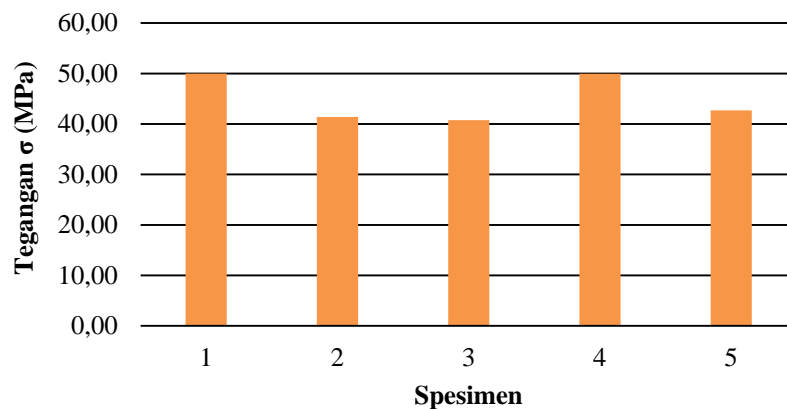
$\sigma$  = Tegangan (MPa)

P = Gaya Tekan (kN)

L = Panjang (mm)

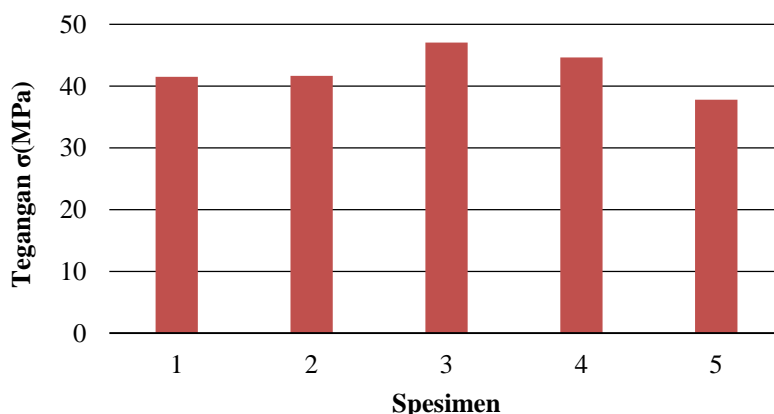
b = Lebar Spesimen (mm)

h = Tebal Spesimen (mm)



Gambar 5. Grafik nilai *tensile strength* spesimen uji

Spesimen 3 menunjukkan nilai tegangan terendah yang disebabkan oleh adanya gelembung udara yang terperangkap di dalam komposit hal ini mengakibatkan mudahnya komposit mengalami patah/*fracture*



Gambar 6. Grafik nilai *flexural strength* spesimen uji

Spesimen 1 menunjukkan nilai tegangan terendah yang disebabkan oleh adanya gelembung udara yang terperangkap di dalam komposit hal ini mengakibatkan mudahnya komposit mengalami patah/*fracture*.



Setelah dilakukan pengujian, perhitungan data dan analisis hasil, data berupa *tensile strength* dan *flexural strength* spesimen uji dibandingkan dengan spesimen uji ABS (*Acrylonitrile Butadiene Styrene*) yang pada umumnya digunakan untuk salah satu aplikasi *body motor*. Berikut hasil komparasi kekuatan masing-masing material:

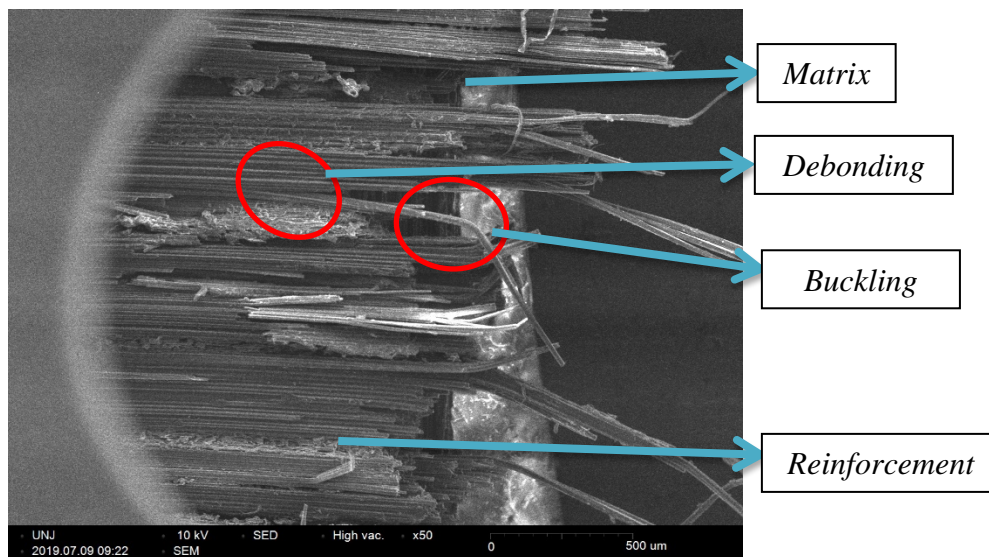
Tabel 3. Perbandingan sifat mekanis material *body motor* ABS dan material komposit uji

Spesimen	<i>Tensile Strength</i>	<i>Flexural Strength</i>	<i>Modulus Elastisitas</i>	<i>Modulus Flexural</i>
Komposit bambu lamina	50 MPa	47,06 MPa	0,38 GPa	0,52 GPa
ABS	53 MPa	49,6 MPa	0,41 GPa	0,55 GPa

Berdasarkan Tabel 3, dapat dilihat bahwa nilai modulus elastisitas dan *flexural* komposit uji memiliki nilai yang setara dengan material ABS. Hal tersebut disebabkan karena komposit terdiri dari *matrix* berupa *epoxy* yang bersifat getas dan *reinforcement* berupa serat bambu. Perpaduan antara *epoxy* yang bersifat getas dan serat bambu menghasilkan komposit yang mampu menahan beban *flexural* dan *tensile* yang tinggi. Namun material ABS merupakan jenis polimer *thermoplastic* yang dapat didaur ulang dan bersifat elastis, maka material ABS memiliki keunggulan berupa *sustainability* yang lebih meyakinkan karena ketika mendapatkan beban berlebih, *body motor* yang menggunakan material ABS mengalami deformasi yang dapat diperbaiki tapi akan mengalami *fatigue* dalam jangka waktu yang lama.

#### Pengamatan hasil pengujian dengan SEM (*Scanning Electron Microscope*)

Hasil pengujian diamati dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*) dengan perbesaran 50x untuk menganalisa bentuk patahan yang terjadi pada spesimen.

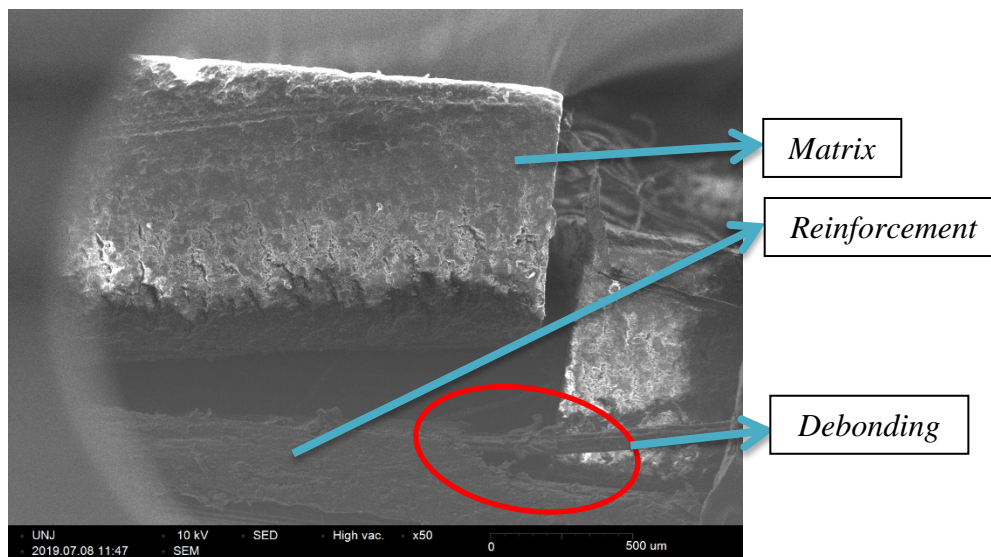


Gambar 7. Bentuk patahan spesimen uji tarik

Berdasarkan Gambar 7 dan Gambar 8, dapat dilihat bahwa penyebab patahnya spesimen uji adalah fenomena *debonding*, merupakan mekanisme lepasnya ikatan *interface* antar material penyusun komposit saat terjadi pembebanan. Komposit terdiri dari *matrix* dan *reinforcement* yang dikombinasikan menjadi sebuah kesatuan. *Matrix* berfungsi untuk menyalurkan beban yang diterima ke *reinforcement*, maka ketika beban yang diberikan melebihi beban yang mampu diterima komposit, mengalami *failure*. Spesimen uji yang mengalami *break*, terjadi fase *debonding*,



disebabkan ikatan *interface* yang lemah antara *matrix* berupa resin *epoxy* dan *reinforcement* berupa anyaman bambu.



Gambar 8. Bentuk patahan spesimen uji lentur

## SIMPULAN

Setelah melakukan pengujian dan analisis terhadap komposit bambu lamina, dapat diambil disimpulkan.

1. Dari pengujian lentur pada komposit, didapatkan nilai tegangan lentur maksimum 47,06 MPa dan modulus *flexural* sebesar 0,52 GPa. Sedangkan untuk material ABS tegangan lentur maksimum 49,06 MPa dan modulus *flexural* sebesar 0,55 Pa,
2. Hasil pengujian tarik pada komposit, didapatkan nilai tegangan tarik maksimum 50,00 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,38 GPa. Dan untuk material ABS nilai tegangan tarik maksimum 53,00 MPa dan modulus elastisitas sebesar 0,41 Gpa.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mazumdar, Sanjay K., 2002. *Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering*. CRC Press LLC. Boca Raton, Florida: USA.
- [2] Hirmawan, Buyung. 2010. *Sifat Mekanik Komposit Serat Bambu Akibat Pengaruh Musim Hujan Dengan/Tanpa Pelapisan*. Jurusan Teknik Fisika Institut Teknologi Surabaya, Jawa Timur.
- [3] Verma, C.S. and Chariar, V.M..2012. *Development of Layered Laminae Bamboo Composite and Their Mechanical Properties*. AICTE Chanderlok Building, Janpath, New Delhi: India.
- [4] Kresnarini, Hesti Indah. 2011. *Menggali Peluang Ekspor untuk Produk dari Bambu*. Kementerian Perdagangan Republik Indonesia: Jakarta.
- [5] ASTM International. *D7264: Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. West Conshohocken: USA. 2007.
- [6] ASTM International. *D3039: Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. West Conshohocken: USA. 2007.
- [7] Putra, D. R., & Sosiati, H. (2017). Karakterisasi Kuat Tarik Komposit Laminat Hibrida Kenaf/E-Glass Yang Difabrikasi Dengan Matriks Polypropylene. *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 1(1), 41-45.
- [8] Ghozali, M. Y. G., Budiyanoro, C., & Sosiati, H. (2017). Karakterisasi Kuat Tarik Komposit Laminat Hibrid Kenaf-E-Glass/Polyethylene (Pe). *JMPM (Jurnal Material dan Proses Manufaktur)*, 1(1), 31-35.

- [9] Djamil, S., Lubis, S., & Pospos, C. C. (2018). Sifat mekanik pada komposit lamina menggunakan matriks kayu mahoni dan reinforcement bambu. *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*, 12(2), 83-89.
- [10] Purna Irawan, A., & Sukania, I. W. (2018). Kekuatan Tekan Material Spoiler Mobil Berbasis Komposit Rotan Epoksi. *Jurnal Imiah Teknik Mesin POROS*, 16(1), 64-68.
- [11] Lasarus, R. (2018, December). Analisis Sifat Mekanik Serat Kulit Kayu Khombuow Dan Serbuk Bambu Dengan Metode Uji Tarik. In *Neutrino* Vol. 1, No. 2, pp. 13-17.