

## **Body Mobil dengan Komposit Matriks *Fiber Carbon-Honeycomb* dan Penguat Resin *Lycal***

Sri Mulyo Bondan Respati<sup>1\*</sup>, Ibnu Katsir<sup>2</sup>, Muhammad Dzulfikar<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim

Jl. Menoreh Tengah X/22, Sampangan, Semarang 50236, Indonesia

\* Penulis korespondensi; E-mail: bondan@unwahas.ac.id

---

### **ABSTRAK**

*Body mobil KMHE yang dilombakan oleh kemandikbud tahunan, kebanyakan menggunakan rangka aluminium. Penelitian ini mengajukan bahan carbon fiber-honeycomb sebagai pengganti rangka aluminium. Dalam penelitian metode yang digunakan adalah melapisi honeycomb dengan lapisan carbon fiber-resin. Cara pelapisan bagian dari 1 sampai 3 lapisan pembuatan material menggunakan hand lay-up. Standar specimen yang digunakan adalah ASTM D638-02 dan ASTM D790-02. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa berturut-turut kekuatan tarik dan bending tertinggi didapat pada 3 lapisan atas komposit karbon fiber-honeycomb 3449,49 kg/mm<sup>2</sup> dan untuk pengujian bending 203,65 kg/mm<sup>2</sup>. Jika dibandingkan dengan aluminium maka bahan ini dapat digunakan sebagai body mobil KMHE.*

**Kata kunci:** Komposit; serat karbon-resin; *honeycomb*.

### **ABSTRACT**

*The annual KMHE body car competition organized by the Ministry of Education and Culture, mostly uses an aluminum frame. Penelitian ini mengusulkan material carbon fiber-honeycomb sebagai pengganti rangka aluminium. In the research, the method used was to coat the honeycomb with a layer of carbon fiber-resin. The way of layering the parts from 1 to 3 layers of making the material uses a hand lay-up. The specimen standards used are ASTM D 638-02 and ASTM D 790-02. The results of this study indicate that respectively the highest tensile and bending strengths are obtained at the top 3 layers of carbon fiber-honeycomb composite 3449.49 kg/mm<sup>2</sup> and for bending testing 203.65 kg/mm<sup>2</sup>. When compared to aluminum, this material can be used as a KMHE car body.*

**Keywords:** Composite; karbon fiber-resin; *honeycomb*.

---

### **PENDAHULUAN**

Sejak lama komposit sudah digunakan dalam bangunan tua. Di Mesir lebih dari 3000 tahun sebelum masehi menggunakan tanah liat yang diberi isi jerami sebagai penguat. Penggunaan komposit tidak terbatas pada bangunan saja. Mulai tahun 1990an, komposit mulai dikembangkan dengan teknologi modern. Pertumbuhan pengembangan komposit tiap tahunnya adalah 3.8%. Sejak polimer dikembangkan sebagai bahan matrik komposit. Material yang jumlahnya lebih dari dua atau dua dan masing-masing material penggabungannya dapat dipisahkan disebut dengan komposit [1]. Perkembangan komposit semakin pesat hingga sekarang mulai digunakan dalam industri maju. Industri maju itu sendiri seperti industri kendaraan transportasi (mobil, motor, kereta, hingga pesawat terbang). Hal ini karena komposit memiliki keunggulan yaitu

bahan yang ringan kuat dan kaku. Komposit yang terbuat dari bahan non logam juga tahan terhadap korosi. Hal ini yang membuat bahan komposit mulai digunakan untuk membuat bahan bodi mobil agar lebih hemat energi meskipun masih prototip.

Djadjang Sukarna sebagai Sekretaris Direktorat Jendral Energi Terbarukan dan Konversi Energi menyatakan bahwa energi fosil sangat terbatas. Sehingga perlu adanya energi pengganti. Prediksi Djadjang Sukarna bahwa di Indonesia pada tahun 2030 akan menjadi pengimpor energi.

Maka melalui ajang (KMHE) yang diadakan oleh DIKTI di pemerintah berharap terciptanya inovasi baru dalam efisiensi energi. Mahasiswa sebagai peserta dalam lomba ini diharapkan menjadi peduli terhadap pelestarian lingkungan dengan memodifikasi mobil KMHE yang irit bahan bakar di dunia pendidikan [2].



Gambar 1. Opening lomba KMHE 2018. [2]

KMHE prototipe menghadirkan kendaraan roga tiga denga disain aerodinamis sehingga irit bahan bakar dan menggunakan energi listrik merupakan langkah yang tepat karena energi listrik sangat ramah lingkungan dan merupakan energi yang dapat di ciptakan tanpa harus bergantung pada bahan bakar fosil. Untuk pembuat mobil hemat energi diperlukan bahan yang ringan bahan yang ringan cocoknya pakai komposit

Komposit yang cocok adalah material komposit dari bahan resin pengikat serat dan serat yang dipakai adalah salah satu yang sering dipakai secara komersial telah digunakan di berbagai bidang seperti industri pesawat terbang, automotif, alat-alat olahraga dan lain-lain adalah FRCM (*Fiber Reinforced Composite Material*). Karakteristik FRCM yang unggul dibandingkan material konvensional seperti logam, terletak pada sifat mekanik yang dimiliki oleh FRCM antara lain adalah kuat (*strenght*), kaku (*stiffness*), ringan, dan tahan terhadap korosi.

Menurut Matthews & Rawlings, [3]. Komposit terdiri dari dua bahan yang disebut matrik dan serat. Matrik sebagai bahan pengikat dan serat sebagai bahan penguat. Campuran dua bahan tersebut diharapkan muncul bahan baru yang mempunyai kekuatan lebih baik dari kedua bahan pembuatnya. Dalam perkembangannya, serat yang digunakan serat karbon (*carbon fiber*). Serat Karbon sendiri dikembangkan karena mempunyai kekuatan yang sangat baik yaitu memiliki kekuatan tarik sampai 4000 kg/mm<sup>2</sup> [4]. Akan tetapi serat karbon ini mempunya berat jenis yang tinggi 1,6 g/cm<sup>2</sup> yang menjadikan bahan ini sering dipakai sebagai serat dalam matrik yang ringan contohnya plastik. Plastik terdiri berbagai macam jenisnya salah satunya *polyeteline*. *Polyeteline* ini juga dikembangkan dijadikan bahan *honeycomb*. Kelebihan bahan *honeycomb* adalah memperingan dan memperkuat bahan dibandingkan dengan yang *solid* [5].

Pemilihan bahan material tidak lepas dari sifat fisik dan sifat mekanik. Sifat fisik dalam material komposit diperlukan bahan yang saling kompatibel secara kimia. Sifat mekanik mekanik dalam komposit diperlukan untuk membandingkan dengan bahan lain. Sifat mekanik dipengaruhi oleh gaya dari luar. Sifat-sifat ini dibandingkan dengan standar

rangka aluminium yang sering digunakan dalam mobil. Standar itu sendiri adalah 350-390 MPa kekuatan tariknya [6] dan kekuatan *bending* minimum 178 MPa [7]

Pada mobil KMHE kebanyakan menggunakan rangka aluminium atau baja ringan. Untuk itu pada penelitian ini menghadirkan rangka sekaligus digunakan sebagai bodi dengan menggunakan bahan *Honey comb* yang dilapisi dengan serat karbon agar lebih kuat sebagai keterbaruan.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji densitas, kekuatan bending, kekuatan tarik dari bahan komposit serat *carbonfiber* dengan *honeycomb*. Agar dapat dibandingkan untuk kegunaan selanjutnya.

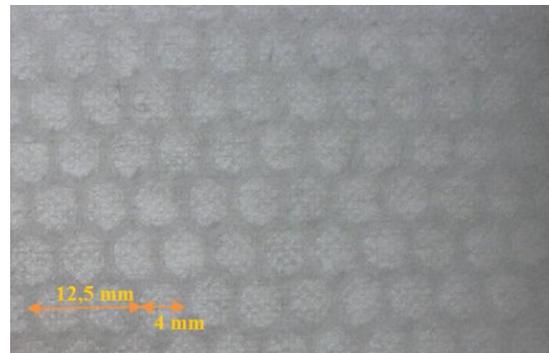
## METODE PENELITIAN

Pada penelitian ini menggunakan bahan Serat *Carbon* tipe *Twil 2/2* dengan lebar 1500 mm, berat 220 gram/m<sup>2</sup> dan jumlah filamen 3000 filamen/untaian dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Anyaman *Carbon fiber*

Bahan lain sebagai bahan utama adalah *Honeycomb* dengan bahan *polypropeline* lebar 1220, panjang 2440 mm dan tebal 8 mm. *Honeycomb* dapat dilihat pada Gambar 3.

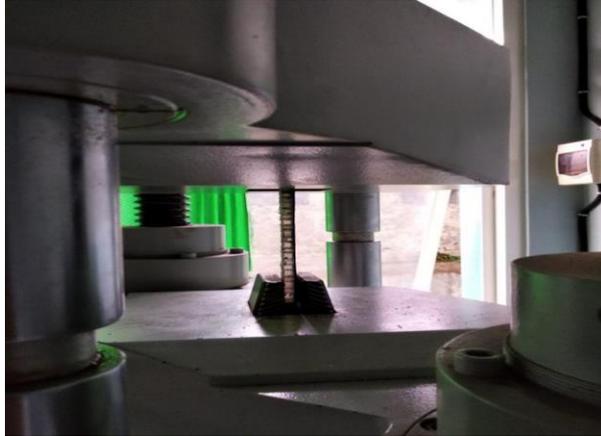


Gambar 3. *Honeycomb*

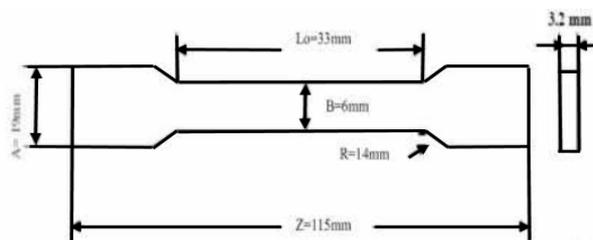
## Pengujian Tarik

Sifat mekanik dapat diketahui dengan memberikan gaya dari luar. Salah satu pengujian untuk mengetahui sifat mekanik adalah uji tarik. Uji tarik

dapat dilakukan dengan menarik bahan yang sudah dibentuk sesuai dengan standar ASTM D 638-02 [3]. Alat yang digunakan adalah mesin *Universal Testing Machine* yang diperlihatkan pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Mesin Uji Tarik



Gambar 5. Dimensi Spesimen Uji Tarik Standard ASTM D 638-02

Dimana:

Lo : panjang paralel (mm)

b : Lebar (mm)

Z : Panjang total spesimen (mm)

d : Tebal (mm)

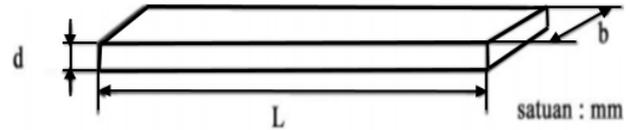
A : Lebar pegangan (mm)

### Pengujian Bending

Selain kekuatan tarik, bahan komposit dapat diuji kekuatan lenturnya. Untuk mengetahui kekuatan lentur menggunakan uji *bending*. Uji *bending* yang digunakan adalah *tri point bending* dengan standar ASTM D790-02 [1] seperti Gambar 7.



Gambar 6. Mesin Uji Bending



Gambar 7. Dimensi Spesimen Uji Bending ASTM D790 – 02.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian “Analisa Kekuatan Komposit Laminasi *CarbonFiber* Dengan *Honeycomb* Sebagai Material Pada Mobil KMHE (Lintang samudra)” ini pengambilan data dilakukan 2 kali pada setiap spesimen. Data yang telah di dapat meliputi Densitas spesimen, pengujian tarik, pengujian *bending* serta foto makro komposit Laminasi *carbonfiber* dengan variasi lapisan atas.

Tabel 1. Berat dan Volume Spesimen

No	Lapisan	Luas (mm <sup>2</sup> )	Volume (mm <sup>3</sup> )	Berat (gram)
1.	1 Lapisan atas	3000	27000	810
2.	2 Lapisan atas	3000	33000	990
3.	3 Lapisan atas	3000	39000	1404

Tabel 2. Berat jenis

No.	Lapisan	Berat Jenis (g/mm <sup>3</sup> )
1.	1 Lapisan atas	0,03
2.	2 Lapisan atas	0,03
3.	3 Lapisan atas	0,036

Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa berat jenis spesimen bertambah sejalan dengan bertambahnya lapisan bagian atas yaitu 0,03 g/mm<sup>3</sup> untuk 1 lapisan atas, 0,03 g/mm<sup>3</sup> untuk 2 lapisan atas, 0,036 g/mm<sup>3</sup> untuk 3 lapisan atas.

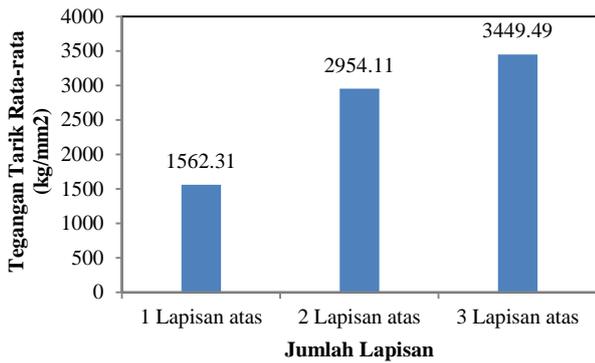
### Uji Tarik

Pengujian tarik di lakukan di Laboratorium Pengujian Bahan UNWAHAS. Hasil yang di dapat data pada Tabel 3 dan Gambar 8.

Tabel 3. Rata-rata Tegangan Tarik

No	Lapisan	Tegangan Rata-rata (kg/mm <sup>2</sup> )	L1 (mm)	ΔL (mm)
1.	1 Lapisan atas	1562,31	16,5	0
2.	2 Lapisan atas	2954,12	16,6	0,1
3.	3 Lapisan atas	3449,49	16,6	0,1

Gambar 8 menunjukkan bahwa tegangan Tarik terendah di dapat 1562,31kg/mm<sup>2</sup>, tegangan tarik semakin tinggi seiring bertambahnya lapisan atas. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan lapisan serat karbon menambah kekuatan dari bahan *honeycomb*. Pada hasil uji tarik ini sudah melebihi dari standar aluminium untuk mobil. Standar aluminium adalah 350 – 390 MPa [6].



Gambar 8. Grafik tegangan tarik terhadap variasi lapisan komposit

### Uji Bending

Pengujian Bending juga di lakukan di Laboratorium Perancangan UNWAHAS. Pengujian di lakukan sebanyak 3 kali pada masing-masing spesimen. Panjang spesimen 100 mm, Lebar 30 mm, Tebal 9 mm, 11 mm, 13 mm dan Panjang Span 8 mm.

Tabel 4. Data pengujian Bending

No.	Lapisan	Beban (P) Rata-Rata (kg/cm <sup>2</sup> )	Defleksi (y) rata-rata (mm)
1.	1 Lapisan atas	3,5	11,1
2.	2 Lapisan atas	4,4	12
3.	3 Lapisan atas	5	12,4

Dari Tabel 4 dapat dicari besarnya tegangan bending dengan menggunakan persamaan 1. Dimana P dalam kg/mm<sup>2</sup> di rubah ke dalam Newton.

$$s = \frac{3FL}{2b.d^2} \quad (1)$$

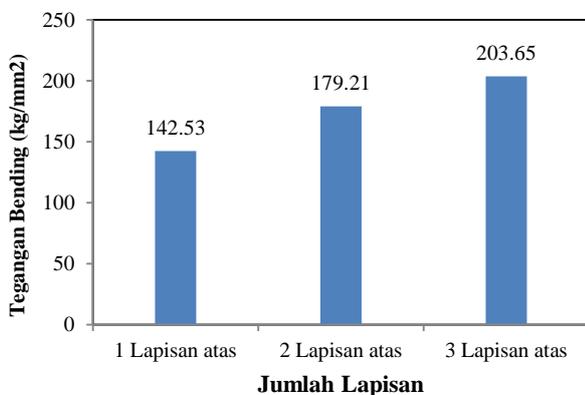
S = Tegangan Bending (Mpa)

F = Gaya pembebanan (N)

L = panjang titik tumpu

b = lebar spesimen

d = tebal specimen



Gambar 9. Grafik tegangan bending terhadap variasi jumlah lapisan komposit

Gambar 9 menunjukkan bahwa tegangan Bending terendah di peroleh pada spesimen dengan 1 lapisan atas yaitu sebesar 142,53 kg/mm<sup>2</sup>. Semakin

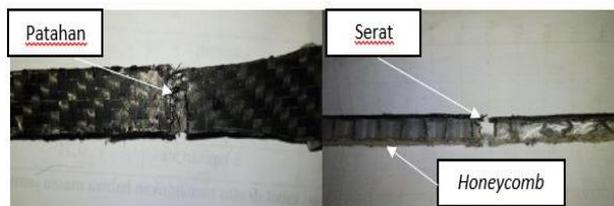
banyak jumlah lapisan semakin tinggi nilai tegangan bending. Tertinggi hasil uji bending pada 3 lapisan yaitu 203,65 kg/mm<sup>2</sup>. Hasil tegangan bending juga memenuhi dari standar pada 3 lapisan yaitu diatas 178 MPa.

### Foto Makro

Untuk mengetahui jenis patahan antara 1 lapisan atas, 2 lapisan atas, dan 3 lapisan atas maka dapat diketahui melalui foto patahan yang ditunjukkan pada Gambar 10-12.



Gambar 10. Patahan 1 lapisan atas



Gambar 11. Patahan 2 lapisan atas



Gambar 12. Patahan 3 lapisan atas

Pada foto makro yang di lakukan, ada perbedaan patahan antara ketiga spesimen yaitu pada spesimen 1 lapisan memiliki patahan yang sama pada lapisan atas dan bawah. Kemudian pada 2 lapisan atas dan 3 lapisan atas memiliki karakteristik patahan di mulai dari 1 lapisan bawah kemudian patahan disusul 2 lapisan atas dan 3 lapisan atas. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kekuatan antara lapisan bawah dan lapisan atas karena adanya variabel lapisan atas pada spesimen uji. Dari keseluruhan spesimen uji mengalami jenis patahan getas atau rapuh.

### Pemilihan Bahan

Ada beberapa kriteria bahan yang perlu diperhatikan. Kriteria bahan itu adalah efisiensi kekuatan statis (perbandingan kekuatan terhadap berat), serta biaya produksi material tersebut. Pemilihan bahan berdasar dari data-data pengujian Densitas, Uji Tarik, Uji Bending. Dalam hal ini

spesimen dengan 2 lapisan menjadi pilihan karena memiliki berat jenis yang tidak begitu banyak selisihnya dibandingkan dengan yang 1 lapisan dan jika dilihat dari foto makro patahan yang semuanya mengalami patah getas pada 2 lapisan masih memiliki kekuatan yang memenuhi standar.

### KESIMPULAN

Melihat pembahasan yang diulas maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Pada perhitungan berat jenis material komposit karbon Fiber dengan honeycomb 1 lapisan atas, 2 lapisan atas, 3 lapisan atas secara berurutan sebesar  $0,03 \text{ g/mm}^3$ ,  $0,03 \text{ g/mm}^3$ ,  $0,36 \text{ g/mm}^3$ .
2. Pada pengujian tarik nilai kekuatan tarik yang didapat dalam komposit karbon Fiber dengan honeycomb 1 lapisan atas, 2 lapisan atas, 3 lapisan atas secara berurutan sebesar  $1562,31 \text{ kg/mm}^2$ ,  $2954,11 \text{ kg/mm}^2$ ,  $3449,49 \text{ kg/mm}^2$ . Sedangkan pada pengujian Bending nilai tegangan Bending yang didapat secara berurutan sebesar  $142,53 \text{ kg/mm}^2$ ,  $179,21 \text{ kg/mm}^2$ ,  $203,65 \text{ kg/mm}^2$ .
3. Dari foto makro di simpulkan bahwa ketiga spesimen mengalami patah getas namun memiliki perbedaan karakter patahan antar spesimen uji.
4. Dari penelitian di atas untuk pemilihan bahan jatuh pada spesimen dengan 2 lapisan atas pada komposit karbon Fiber dengan honeycomb yaitu dengan densitas  $0,03 \text{ g/mm}^3$  dengan kekuatan tarik  $2954,11 \text{ kg/mm}^2$  dan kekuatan Bending sebesar  $179,21 \text{ kg/mm}^2$ .

### DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Gibson, R. F., 1994, *Principle of Composite Material Mechanic*, McGraw Hill International Book Company, New York.
- [2]. Regulasi Kontes Mobil Hemat Energi, <http://kmhe.ub.ac.id/download/regulasi-teknis-kmhe/>, diakses 14 Juni 2018 jam 09.35 WIB.
- [3]. Matthews, F.L. and Rawlings, R.D., 1994, *Composite Materials: Engineering and Science*, Chapman & Hall, London.
- [4]. Selzer, R., Friedrich, K., 1997, Mechanical properties and failure behavior of carbon fiber-reinforced polymer composites under the influence of moisture, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, *Composites Part A: Applied Science and Manufacturing*, 28, 6, pp 595-604.
- [5]. Sawal, N., Rahman, M. H. A., Sabri, M., Akil, H. Md., 2017, Low Velocity Impact Properties Of Polypropylene (PP) Honeycomb Core Sandwich Structure With Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP) Laminated Face sheet, *ARPN Journal of Engineering and Applied Sciences*, 12, 4.
- [6]. Tisza, M and Lukács, Zs., 2018, High strength aluminum alloys in car manufacturing, *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering* Vol. 418.
- [7]. Sakurai, T, 2008, The Latest Trends in Aluminum Alloy Sheets for Automotive Body Panels *Kobelco Technology Review* No. 28.