

# Analisa Pengaruh Fraksi Massa Terhadap Kekuatan Lentur dan Sifat Fisik Pada Pembuatan Komposit *Polyurethane*/Serat Bambu Betung dengan Metode *Hand Lay-up* Untuk Aplikasi *Door Panel* Mobil

Erদিনanto Eko Ahaddin, Moh. Farid, Vania Mitha Pratiwi  
Jurusan Teknik Material dan Metalurgi, Fakultas Teknologi Industri,  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
E-mail : [mofaredo@gmail.com](mailto:mofaredo@gmail.com)

**Abstrak**—Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa material komposit polyurethane berpenguat serat bambu untuk penyerap suara pada bagian *door panel* kendaraan. Permasalahan yang dikaji untuk mengetahui nilai kekuatan lentur dan sifat fisik dengan membandingkan variasi komposisi serat dengan matriksnya menggunakan metode *hand lay up*. Komposisi fraksi massa serat yang digunakan adalah 5%, 10%, 15%. Tujuannya untuk mendapatkan nilai kekuatan lentur dan sifat fisik terbaik. Metode yang digunakan berdasarkan standartd ASTM D790,ASTM C271-99. Dari hasil pengujian didapatkan nilai kekuatan lentur dan Densitas tertinggi secara berturut turut 19.142 Mpa, 0.101 g/cm<sup>3</sup>. Nilai tertinggi ini didapatkan pada komposit dengan presentase 15%B-85%PU.

**kata kunci** :Interior door panel, Serat Bambu, Polyurethane, Hand lay-up

## I. PENDAHULUAN

Dalam kehidupan sehari hari banyak kendaraan yang dibuat untuk mempermudah kegiatan manusia. Negara negara produsen mobil di dunia seperti Jepang, Amerika dan beberapa Negara di Eropa berlomba untuk membuat produk kendaraan. Hal ini bersamaan dengan ketergantungan negara negara berkembang seperti Indonesia misalnya. Di Indonesia banyak beredar mobil buatan negara maju yang dengan mudah didapatkan oleh masyarakat menengah ke atas karena harganya yang relatif terjangkau. Tentunya kendaraan yang diproduksi dengan berbagai spesifikasi mesin, ada mesin biasa ataupun mesin diesel. Contoh sederhananya adalah mobil jip dengan kapasitas mesin yang besar dan juga bermesin diesel.

Terlalu tingginya jumlah kendaraan ini, terutama kendaraan yang menggunakan mesin diesel akan mempengaruhi aktivitas yang dilakukan manusia. Seperti polusi, kebisingan akibat suara mesin dan knalpot, dan juga tingkat kecelakaan yang tinggi.

Beberapa teknologi sudah dilakukan untuk mengurangi tingkat kecelakaan salah satunya dengan menggunakan bahan interior yang kuat dan juga ramah lingkungan. Sebagian besar bahannya memang terbuat

dari bahan kimia, tetapi dari beberapa penelitian sudah banyak menggunakan bahan yang ramah lingkungan dan tentunya juga kuat yaitu komposit serat alam. Ada beberapa metode yang digunakan untuk membuat komposit yaitu dengan menggunakan *hand lay-up*, *spray lay-up*, dan untuk skala industri besar menggunakan *sheet molding compound*. Metode *hand lay-up* sendiri biasanya dibuat dengan menyusun komponen material komposit per layer dan diletakkan pada cetakan baru diratakan dengan kuas atau roll.

Komponen serat juga penting, fungsi serat sendiri pengikat antara komponen komposit. Kebanyakan serat berasal dari bahan kimia seperti *fiberglass*, tetapi ada penelitian menggunakan serat alam. Serat bambu contohnya. Tanaman bambu memiliki karakteristik yang cukup baik. Tanaman ini *biodegradable* atau ramah lingkungan untuk diaplikasikan dalam material komposit. Selain itu kekuatan tanaman bambu juga cukup tinggi. Lalu kekuatan lentur dan impaknya juga tinggi untuk diaplikasikan dalam interior kendaraan. Selain itu serat bambu mempunyai 2 tipe yaitu serat panjang dan serat pendek yang mana keduanya sama sama memberikan hasil maksimal untuk penguat dalam material komposit serat alam [1]-[2]-[3].

## II. METODE PENELITIAN

### A. Material

Material yang digunakan ialah Polyurethane dari PT Justus Kimia Raya. Bambu Betung dari daerah perkebunan kota Lumajang Jawa Timur.

### B. Preparasi spesimen

Pengolahan serat bambu betung dibersihkan menggunakan air bersih. Serat bambu yang sudah bersih direndam dengan NaOH 5% selama 24 jam untuk mengurangi kandungan ligninnya. Setelah direndam serat bambu dibilas dengan aquades lalu dikeringkan dengan oven hingga serat mongering. Lalu serat di perhalus dengan mesin pencacah

organic dan di meshing untuk mendapat ukuran 140-228 mikron.

Pembuatan matriks polyurethane yaitu mencampurkan *Phenyl-Isocyanate* dan *Polypropylene Glycol* sesuai perhitungan yang telah ditentukan.

Pembuatan cetakan, Untuk cetakan spesimen uji kelenturan dibuat dengan material berbahan seng, berdimensi 4 mm x 11 mm x 128 mm. Pembuatan komposit dengan mencampurkan resin polyurethane yang sudah diaduk ke dalam cetakan. Kemudian ditaburkan serat bambu yang sudah ditentukan massanya. Lalu diratakan dengan menggunakan roll dan didiamkan selama 1x24jam.

**C. Pengujian kuat lentur**

Pengujian lentur dilakukan dengan metode three point bend, dimana spesimen diletakan pada kedua tumpuan dan beban diberikan pada bagian tengah hingga spesimen uji hancur. Mesin yang digunakan adalah mesin uji lentur Autograph Flexural Testing Machine. Kekuatan lentur digunakan untuk menunjukkan kekakuan dari suatu material ketika menerima beban lengkung. Prosedur pengujian menurut standar ASTM D790 Dimensi spesimen yang diuji ialah sebesar 128x11x4 mm [4].

mengetahui massa jenisnya. Perhitungan massa dilakukan dengan mengukur massa dengan timbangan digital. Sedangkan menghitung volume dilakukan dengan menghitung diameter dan tinggi spesimen. Kemudian dihitung dengan rumus tabung.

$$\text{Volume} = 1/4 \times \pi \times D \times D \times T \tag{2}$$

Setelah didapatkan massa dan volume, maka massa jenis dihitung dengan persamaan sebagai berikut.

$$\text{Massa Jenis (gr/cm}^3\text{)} = \frac{\text{massa (gr)}}{\text{volume (cm}^3\text{)}} \tag{3}$$

**III. HASIL DAN PEMBAHASAN**

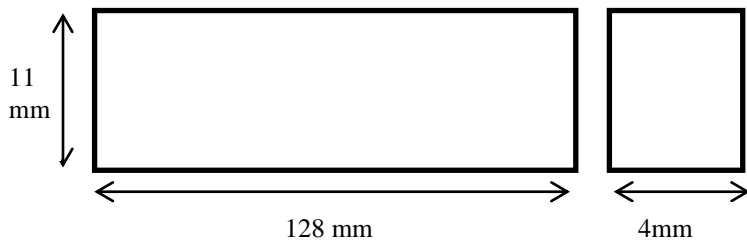
**A. Komposit Serat Bambu Betung Bermatriks Polyurethane**

Komposit berpenguat serat bambu betung dengan matriks polyurethane dibuat dengan metode hand lay-up dengan variasi fraksi massa serat sebesar 5%, 10%, 15% dan juga perbandingan Phenyl-Isocyanate dan Polypropylene Glycol sebesar 70:30. Komposit ini dibuat dengan mencampurkan kedua bahan penyusunnya kedalam sebuah cetakan dengan massa yang sudah ditentukan dengan perhitungan.

**B. Hasil Pengujian Kekuatan Lentur**

Tabel 1. Hasil Pengujian Kuat Lentur

Material	Kuat Lentur (Mpa)	
	100% PU	Hand Lay-up
100% PU	56.018 ± 1.614	-
B-95% PU	-	9.512 ± 1.738
B-90% PU	-	11.626 ± 0.705
B-85% PU	-	19.142 ± 0.733



Gambar 1. Dimensi Spesimen Uji Kelenturan Kekuatan lentur suatu material dapat dihitung dengan persamaan berikut:

$$\sigma_f = (3 PL / 2 bd^2)[1 + 6(D/L)^2 - 4(d/L)(D/L)] \tag{1}$$

Keterangan:

$\sigma_f$  = Kekuatan Lentur (MPa)

L = Support Span (mm)

P = Beban Patah (N)

b = Lebar Spesimen (mm)

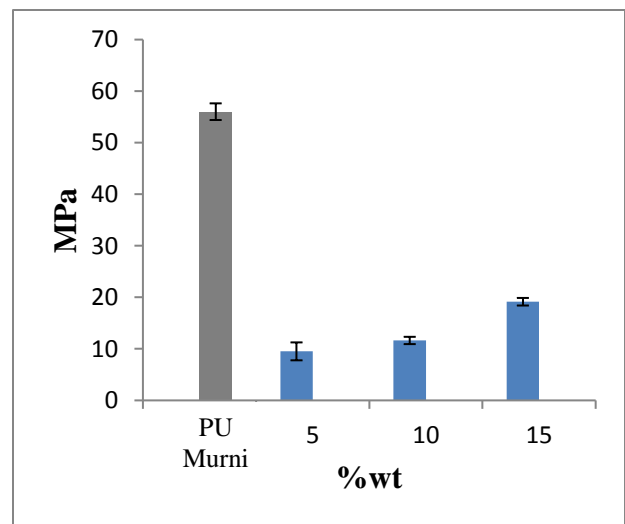
d = Tebal Spesimen (mm)

D = Defleksi ( $D = 0.05L^2/bd$ )

**D. Pengujian Densitas**

Polyurethane merupakan material bervoid untuk itu perlu diketahui void dari densitas yang terbentuk pada komposit. Prosedur pengujian menggunakan standard ASTM C271-99. Uji densitas dilakukan dengan cara perhitungan volume dari spesimen absorpsi suara dibagi massa dari spesimen. Volume didapat dari pengukuran dimensi diameter, lebar dan tinggi spesimen absorpsi suara. Sedangkan massanya ditimbang dengan timbangan digital.

Untuk menghitung massa jenis digunakan spesimen yang sama dengan spesimen absorpsi suara. Pada mulanya serat kelapa ditimbang terlebih dahulu dan diukur volumenya untuk



Gambar 2. Grafik Kekuatan Lentur komposit PU/serat bambu betung

Dari gambar 2 diatas dapat diketahui bahwa pada komposit spesimen 15%B-85%PU hand lay up mempunyai nilai kekuatan lentur tertinggi sebesar 19.142 MPa. Sedangkan pada spesimen komposit 100%PU mempunyai nilai kekuatan lentur yang paling tinggi yaitu sebesar 56.018 MPa. Untuk spesimen komposit 10%B-90%PU dan 5%B-95%PU nilainya sebesar 11.626 MPa dan 9.512 MPa. Nilai spesimen komposit juga lebih kecil daripada 100%PU [5]. Hal ini dilihat dari pengujian densitas bahwa semakin besar nilai densitas, sifat mekanik akan meningkat [6].

Dari hasil pengujian lentur didapatkan hasil bahwa 100% PU mempunyai nilai kelenturan yang sangat tinggi. Sedangkan spesimen komposit jika dibuat dengan hand lay up lebih rendah nilainya. Hal ini didasari pada pembuatan spesimen yang lebih baik polyurethane murni daripada hand lay up. Faktor pembuatan spesimen komposit, dan distribusi serat ini bisa menyebabkan nilai kelenturan dari komposit dengan hand lay up menurun. Karena dalam pembuatan komposit dengan hand lay up, serat akan berkumpul pada titik tertentu dan tidak terdistribusi secara merata [7].

Penambahan serat ini akan mengakibatkan penurunan nilai kekuatan dan sifat mekanik dari material komposit. Sifat mekanik disini adalah bending (kelenturan) dan uji tarik. Dikarenakan pada proses alkalisasi bertujuan untuk menghilangkan lignin, karena lignin ini akan mengganggu ikatan interface pada komposit, tetapi hal ini membuat serat menjadi sangat rapuh karena lignin yang di dalam serat dihilangkan lewat proses tersebut. Tetapi pada penambahan fraksi serat selanjutnya nilai kekuatan bending akan ikut meningkat [8].

Kurangnya serat yang ditambahkan akan menurunkan kemampuan komposit untuk menahan beban yang diberikan, sehingga dapat dilihat dari pengujian, spesimen komposit yang seratnya lebih sedikit lebih getas [9]. Berdasarkan gambar 3 diatas dapat disimpulkan bahwa semakin banyak penambahan serat ke dalam komposit maka akan semakin meningkatkan nilai kekuatan lentur terhadap beban yang diterima oleh material komposit.

### C. Hasil Pengujian Densitas

Pengujian densitas dilakukan untuk perhitungan massa jenis dari tiap spesimen dengan cara menghitung terlebih dahulu volume dan massanya. Lalu selanjutnya dilakukan perbandingan antara massa jenis pada teori dan massa jenis pada eksperimen.

Tabel 2 Merupakan tabel hasil uji densitas pada spesimen komposit serat bambu. Pada komposisi 100%PU didapatkan densitas sebesar 0.11 g/cm<sup>3</sup>. Sedangkan pada eksperimen massa jenis 100%PU 0.11g/cm<sup>3</sup>. Massa jenis PU eksperimen sama dengan teori menandakan tidak terjadi penambahan densitas.

Lalu dengan bertambahnya fraksi massa serat akan bertambah juga massa jenisnya. Tetapi bila dibandingkan dengan densitas teori hasilnya akan berkurang Pada fraksi massa 5%B-95%PU untuk densitas eksperimen terjadi penambahan massa jenis 0.071 g/cm<sup>3</sup> untuk hand lay-up. Lalu

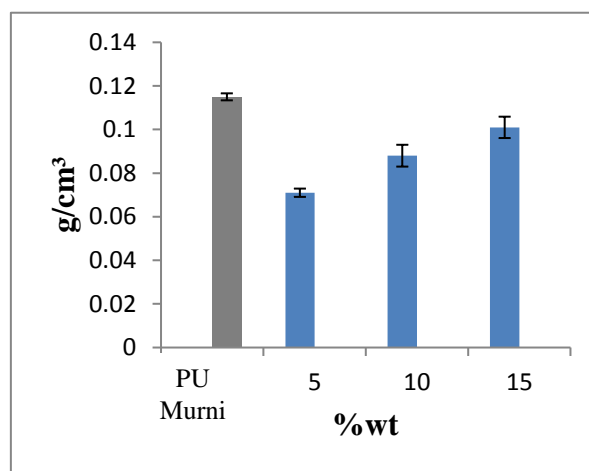
pada fraksi massa 10%B-90%PU untuk densitas eksperimen meningkat menjadi 0.088 g/cm<sup>3</sup> untuk hand lay-up. Selanjutnya, pada fraksi massa 15%B-85%PU terjadi peningkatan densitas 0.103 g/cm<sup>3</sup> untuk hand lay-up.

Tabel 2.  
Hasil Pengujian Densitas

Fraksi Massa Serat (%)	Densitas (g/cm <sup>3</sup> )	
	100% PU	Hand Lay-up
5% B	-	0.071 ± 0.0019
10% B	-	0.088 ± 0.005
15% B	-	0.101 ± 0.0049
100% PU	0.115 ± 0.0016	-

Nilai densitas polyurethane murni yang lebih tinggi dibandingkan komposit dengan serat. Dapat diartikan bahwa semakin banyak penambahan serat maka akan semakin meningkatkan massa jenis atau densitasnya. Terbukti dengan bertambahnya fraksi massa serat maka nilai densitas akan meningkat dibuktikan dengan gambar 3.

Tetapi bila dibandingkan dengan teori nilai densitasnya turun, dikarenakan gelembung atau foam dari spesimen polyurethane serat bambu lebih banyak. Jumlah void yang banyak akan mengakibatkan jumlah gas dalam void akan bertambah. Gas ini mempunyai kekuatan mekanik yang dapat menurunkan sifat mekanik dari foam atau void tersebut. Berarti akan mengakibatkan turunnya densitas pula. Hal ini dibuktikan dengan nilai densitas eksperimen yang lebih kecil daripada teori. Karena pada saat eksperimen, polyurethane mengembang dengan volume tertentu dan semakin mengembang akan semakin banyak void dan gas.



Gambar 3. Grafik Nilai Uji Densitas Komposit PU/Serat Bambu Betung

## IV. KESIMPULAN

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat ditarik kesimpulan :

1. Seiring dengan penambahan fraksi massa serat maka nilai kekuatan lentur dan sifat fisik komposit polyurethane/bambu betung akan meningkat
2. Nilai kekuatan lentur terbesar komposit polyurethane/bambu betung pada fraksi massa 15%B-85%PU dengan nilai 19.142 Mpa
3. Nilai untuk densitas komposit polyurethane/bambu betung tertinggi pada fraksi massa 15%B-85%PU dengan nilai 0.101 g/cm<sup>3</sup>

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis berterimakasih banyak Program Riset unggulan Jurusan tahun 2016 yang didanai oleh Jurusan Teknik Material dan Metalurgi FTI ITS.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Farid, M., T.Heriyanto, 2013. Correlation of Normal Incidence Sound Absorption Coefficient (NAC) and Random Incidence Sound Absorption Coefficient (RAC) of Polyester/Ramie Fibre Composite Materials, *Advance Material Research*, Vol.789, pp.269-273
- [2] Koizumi, T., N. Tsujiuchi, A.Adachi. 2002. *The development of sound absorbing materials using natural bamboo fibers (jurnal universitas Doshisha)*.Jepang.Press,<http://library.witpress.com/pdfs/abstracts/HPS02/HPS02016AU.pdf>, di akses 19-09-2014, 19:37
- [3] Farid, M., H. Ardhyana, V. M. Pratiwi, S. P Wulandari, 2015. Correlation between Frequency and Sound Absorption Coefficient of Polymer Reinforced Natural Fibre. **Advanced Materials Research**. Vol.1112, pp. 329-332.
- [4] ASTM D790 (2003), *Standard test methods for flexural properties of unreinforced and reinforced plastics and electrical insulating materials*, Annual book of ASTMStandards, Vol.08.01, American Society for Testing and Materials (ASTM),Philadelphia, USA.
- [5] Qomariyah, Siti dan M. Farid 2016. Karakterisasi Sifat Akustik, Sifat Mekanik dan Morfologi Komposit *Polyurethane/Serbuk Bambu* Sebagai Aplikasi Panel Pintu Mobil. **Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya**
- [6] Sivertsen Katrine. 2007. **Polymer Foams**. Spring United States : 3.063 Polymer Physics
- [7] Pandey Pankaj., Bajwa Dilpreet., Ulven Chad., Bajwa Sreekala. **Influence of Hybridizing Flax and Hemp-Agave Fibers with Glass Fiber as Reinforcement in a Polyurethane Composite**. North Dakota State University : Published on 19 May 2016
- [8] Agung, Muhammad dan M. Farid. 2015. Pengaruh Variasi Komposisi Serat Terhadap Nilai Koefisien Absorpsi Suara dan Perilaku Mekanik Pada Komposit Serat Ampas Tebu Dan Bambu Betung Dengan Matriks Gypsum.**Tugas Akhir Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS Surabaya**.
- [9] Gayathri, R., R.Vasanthakumari. 2014. *Nanomaterials in PU Foam for Enhanced Sound Absorption at Low Frequency Region*. Switzerland : *Advanced Materials Research* Vol. 938