

## STUDY KOMPARASI *TEGANGAN VON MISSES* MATERIAL KOMPOSIT POLYMER BERPENGUAT SERAT BAMBU KOMPONEN *FRONT SPLITTER* MOBIL

Sobron Y. Lubis<sup>1</sup>, Enrico H. P. P<sup>2</sup>, Alifya .Putri Askolani <sup>3</sup>, Silvi Ariyanti<sup>4</sup>,

<sup>1,2,3</sup>Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara  
Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta 11440, Indonesia  
E-mail: 2. Enrico.515180027@stu.untar.ac.id,  
3.alifya.515190055@stu.untar.ac.id

<sup>4</sup>Prodi Teknik Industri, Fakultas Teknik – Universitas Mercubuana  
Jl. Meruya Selatan No.1 Kembangan Jakarta  
E-mail: ariyantisilvi41@gmail.com  
Correspondence Author : sobronl@ft.untar.ac.id

### ABSTRACT

*Developments in the automotive world have progressed so significantly. Optimization of fuel use triggers engineers to perform automotive construction engineering that has strong and sturdy materials, but is lightweight so that it can use relatively small motor power. Some components can be made from polymer materials and to increase their strength, these materials are developed into polymer composites. In a car vehicle there is a component on the front that serves to break the wind that comes from the front of the vehicle. This component is known as the front splitter. Besides its function as a wind breaker, this component can also beautify the appearance of the vehicle. The materials used are generally made of polymer. For this reason, better resistance is needed if it receives a collision. Of course, to increase its strength, the material is engineered into a composite material by adding natural fibers, various types of natural fibers can be used, and one of them is bamboo. The purpose of this study is to determine the stress that occurs in bamboo fiber polymer composite materials. The test was carried out in a simulation using fusion 360. Two types of material properties included in this simulation were ABS and bamboo fiber polymer composites. In this simulation, the two materials are modeled such as a front splitter and then given a load of 300 N, 350 N, and 400N. The results showed that the tensile value and safety factor of bamboo fiber composites were greater than ABS materials, but the yield value of ABS materials was slightly higher than that of polymer composites, therefore bamboo fiber polymer composite materials could be used for front splitter materials.*

**Keywords :** Von Mises stress; front splitters; bamboo fiber; polymer composite

### ABSTRAK

Perkembangan dalam dunia otomotif mengalami kemajuan yang begitu signifikan. Optimasi penggunaan bahan bakar memicu para engineer untuk melakukan rekayasa konstruksi otomotif yang memiliki material yang kuat dan kokoh, namun ringan sehingga dapat menggunakan daya motor yang relatif kecil. Beberapa komponen dapat dibuat dari bahan polymer dan untuk meningkatkan kekuatannya, bahan tersebut dikembangkan menjadi komposit polimer. Pada sebuah kendaraan mobil terdapat komponen pada bagian depan yang berfungsi untuk memecahkan angin yang datang dari bahagian depan kendaraan tersebut. Komponen ini dikenal dengan front splitter. Disamping fungsinya sebagai pemecah angin, komponen ini juga dapat mempercantik tampilan kendaraan. Bahan yang digunakan pada umumnya terbuat dari polymer. untuk itu diperlukan ketahanan yang lebih baik jika menerima benturan. Tentunya untuk meningkatkan kekuatannya maka bahan tersebut di rekayasa menjadi bahan komposit dengan menambahkan serat alam, berbagai jenis serat alam dapat digunakan, dan salah satunya adalah bambu. Adapun tujuan dilakukannya kajian ini untuk mengetahui tegangan yang terjadi bahan komposit polimer serat bambu. Pengujian dilakukan secara simulasi dengan menggunakan fusion 360. Dua jenis properties material yang dimasukkan dalam simulasi ini adalah bahan ABS dan komposit polimer serat bambu. Pada simulasi ini kedua bahan tersebut dibuat model seperti front splitter kemudian diberikan beban 300 N, 350 N, dan 400N. Hasil penelitian menunjukkan bahan nilai tegangan dan faktor keamanan komposit serat bambu lebih besar dibanding bahan ABS, namun untuk nilai luluh bahan ABS lebih tinggi sedikit dibandingkan bahan komposit polimer, oleh karena itu bahan komposit polimer serat bambu dapat digunakan untuk material front splitter.

**Kata Kunci :** tegangan von mises; front splitter; komposit polimer; serat bambu

## 1. PENDAHULUAN

### Latar Belakang

Perkembangan industri manufaktur terutama dalam bidang otomotif mengalami kemajuan yang begitu cepat. Baik dari segi desain maupun rekayasa material yang digunakan. Peningkatan efisiensi dan ekonomisasi penggunaan bahan bakar membuat para engineer berkreasi untuk menghasilkan suatu konstruksi yang ringan namun kokoh tetapi tidak mengurangi fungsi dari masing-masing elemen mesin tersebut.

Beberapa material fitur pada otomotif yang sebelumnya terbuat dari bahan metal, secara perlahan dari waktu ke waktu mengalami perubahan kepada penggunaan bahan polimer, namun tetap memperhitungkan kekuatan yang dimilikinya, hanya saja kelebihan yang diperoleh adalah beratnya yang lebih ringan dan kemudahan untuk dibentuk dalam suhu yang lebih rendah.

Menurut Setiawan (2015) bahwa teknologi berkaitan dengan material komposit dewasa ini sudah mengalami perubahan, yang pada mulanya bahan komposit dengan penguat serat sintesis kemudian berkembang menjadi bahan komposit serat alam. Perkembangan inovasi berpenguat serat alam yang digunakan pada otomotif juga digunakan pada bagian eksterior kendaraan. Material bambu sumbernya yang begitu berlimpah di Indonesia, hal ini sangat berpotensi untuk dikembangkan sebagai material teknik melalui rekayasa material komposit berpenguat serat bambu.(Setiawan, 2015).

Material komposit merupakan suatu material hasil pengembangan yang merupakan gabungan antara dua atau lebih material, yang masing-masing material tersebut memiliki sifat berbeda satu sama lainnya, baik secara kimia maupun fisik. (Rahman,2011). Azissyukhron (2018) menyatakan bahwa bahan komposit pada umumnya tersusun dari dua material utama, yakni matriks dan reinforcement. Matriks, fasa pada komposit yang memiliki bagian atau fraksi volume terbesar, berfungsi sebagai perekat dan pelindung, sedangkan reinforcement adalah bagian komposit yang berfungsi sebagai penanggung beban utama.

Pada dunia otomotif, khususnya pada bagian eksterior kendaraan, komponen tersebut dibuat dari bahan polymer. Namun untuk meningkatkan kekuatan bahan polimer tersebut diperlukan bahan penguat agar menjadi bahan komposit. Beberapa jenis material penguat komposit berasal dari alam yang dapat dijadikan sebagai bahan penguat dari material yang biasa digunakan didalam industri otomotif. Salah satunya adalah bambu, serat alam ini ketersediaannya cukup besar. Ketersediaan bahan serat bambu ini mendorong untuk melakukan sebuah penelitian secara simulasi mengenai kekuatan bahan polimer serat bambu yang akan digunakan pada komponen *front splitter*. Kelebihan material ini jika dibandingkan dengan logam yaitu memiliki kekuatan terhadap berat/densitas yang lebih baik, serta sifat ketahanan korosinya, sehingga banyak dikembangkan sebagai material alternatif pengganti material logam. (Djamil,2014)

Didunia terdapat sekitar 1200-1300 jenis bambu, sedangkan menurut data laboratorium dan Lapangan di Indonesia, diketahui bahwa bambu terdiri atas 143 jenis.(Sary, 2018).

Bambu memiliki sifat mudah diperbarui, pertumbuhannya begitu cepat, dalam jangka waktu tiga tahun dapat dipanen. (Oka, 2104). “Produk turunan itu lebih dari 1.500, mulai dari A sampai Z. A itu airplane skin, kulit interiornya pesawat terbang. Boeing 747 itu sudah pakai bambu untuk kulit lapisnya. Sampai Z itu zither, kecapi. Sampai yang sederhananya yang seperti itu,” jelas Dudi yang juga ketua panitia ‘Bambu is Wonderful’.

Berdasarkan beberapa penelitian dapat diketahui bahwa semakin besar fraksi volume serat, maka semakin tinggi pula tegangan tarik, modulus elastisitas dan kekuatan bendungnya. Untuk perlakuan alkali, semakin lama perendaman alkali hal ini dapat meningkatkan kekuatan tarik, bending dan modulus elastisitasnya sampai batas tertentu kemudian menurun. Namun jika semakin lama dilakukan perendaman alkali akan menurunkan tegangan bending dan kekuatan

tariknya. Pengujian material komposit hybrid bambu dan serat E-glass bermatrik polyester 157 BQTN yang dilakukan Junaedi (2008), diperoleh nilai kekuatan bending rata-rata tertinggi pada fraksi volume 30% sebesar 85,899 MPa dan terendah pada fraksi volume 50% sebesar 73,649 MPa. Untuk pengujian tarik diperoleh kekuatan tarik rata-rata tertinggi pada fraksi volume 50% sebesar 110,294 MPa dan terendah pada fraksi volume 30% sebesar 73,52 MPa. (Rahman,2011).

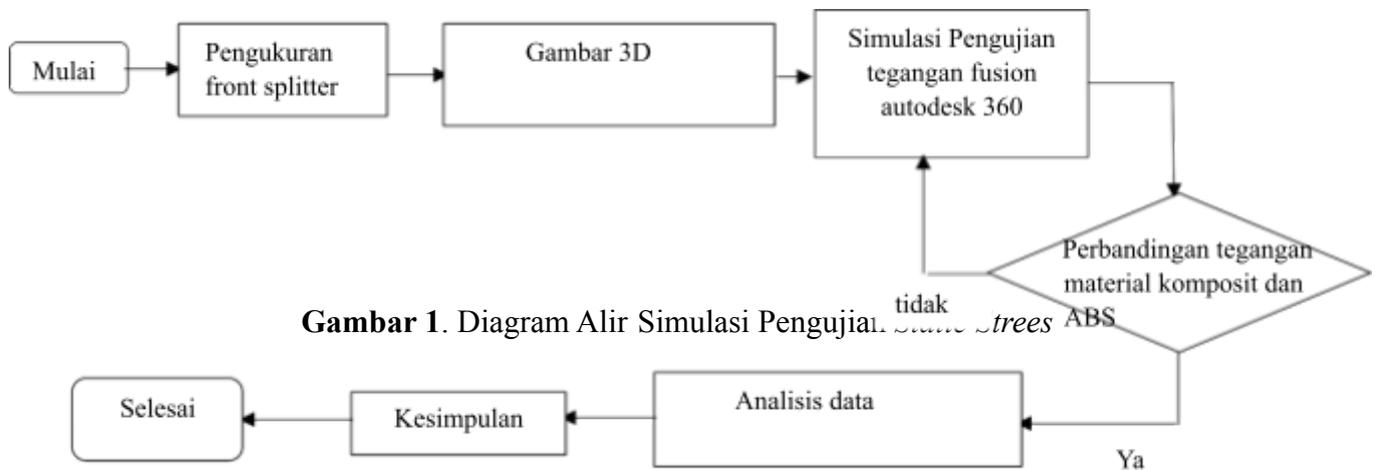
Untuk mengetahui sejauh mana kekuatan yang dimilikinya, maka pada penelitian ini akan dilakukan perbandingan kekuatan mekanik dengan bahan polymer berbasis ABS yang merupakan material front splitter saat ini digunakan.

**Rumusan Masalah**

Adapun rumusan masalah dalam penelitian ini untuk mengetahui sifat kekuatan material komposit polimer berserat bambu. Beberapa hal yang diidentifikasi pada penelitian ini yaitu sifat ketahanan material komposit terhadap besarnya pembebanan yang diberikan, kemampuan bentuk dari material komposit bambu. Penelitian ini dilakukan secara simulasi.

**2. METODE PENELITIAN**

Penelitian komparasi tegangan *von mises* bahan komposit serat bambu terhadap bahan ABS dilakukan melalui simulasi menggunakan aplikasi *autodesk fusion 360*. *Flowchart* penelitian simulasi *front splitter* dapat dilihat pada Gambar 1.

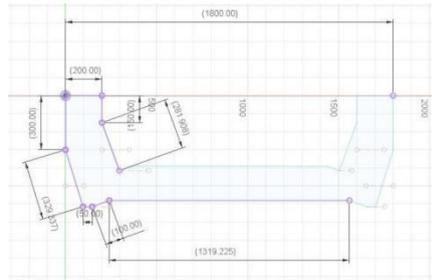


**Gambar 1.** Diagram Alir Simulasi Pengujian *von Mises stress*

Untuk melihat penyebaran tegangan yang terjadi pada material maka dilakukan simulasi dengan menunjukkan nilai *Von Mises stress*. Nilai *Von Mises stress* merupakan suatu indikator untuk mengukur kegagalan material dengan menganalisis Principal Stress, kegagalan diprediksi apabila nilai tegangan *Von Mises* lebih besar dari tegangan luluh material

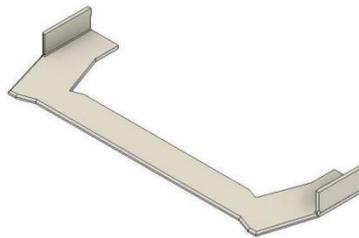
**2.2 Prosedur Simulasi**

Sebagai tahap awal yang dilaksanakan dalam kajian ini yaitu melakukan pengukuran produk *front splitter* yang terbuat dari bahan polymer. Setelah diperoleh dimensi dari objek tersebut, selanjutnya dibuat gambar model 2D menggunakan software *autodesk fusion 360* untuk kemudian diubah menjadi gambar 3D sehingga dapat disimulasikan.



**Gambar 2.** 2D *Front Splitter Design*

**Gambar 3.** 3D *Front Splitter Design*



### 2.3 Tahapan Simulasi

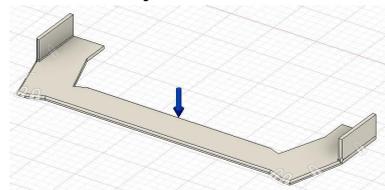
Beberapa tahapan dalam proses simulasi sebagai berikut:

1. Mengaktifkan software Fusion 360
2. Melakukan pemilihan *simulation* tipe *static stress*.
3. Menentukan jenis material yang diterapkan pada model, yaitu komposit dengan matriks *polypropylene* fraksi volume 90%, dan *reinforcement* berupa serat bambu dengan fraksi volume 10%.

**Tabel 1** Sifat Mekanik Material Komposit Polimer sebesar 90% dan Bambu sebesar 10%

No.	Sifat Mekanik	Nilai
1.	Massa Jenis	931 kg/m <sup>3</sup>
2.	Rasio Poisson	0,4
3.	Modulus Young	2,13 GPa
4.	<i>Yield strenght</i>	22,56 MPa
5.	<i>Tensile strenght</i>	35,21 MPa

4. Menentukan bagian yang akan menerima beban (*constraint*) pada *front splitter* (tanda panah). *Front splitter* diberi beban yaitu sebesar 300 N, 350 N, dan 400 N.



**Gambar 4.** *Constraints*

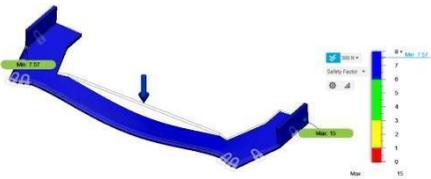
5. Pilih *result* untuk menampilkan hasil simulasi

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Simulasi *Safety Factor*

Salah satu hasil yang ditampilkan dalam analisis menggunakan perangkat lunak fusion 360, adalah faktor keamanan (*safety factor*). Nilai faktor keamanan ini penting untuk menjaga ketika sistem menerima beban diluar dari perhitungan. Tujuannya adalah agar rancangan yang telah dibuat tidak gagal saat mengalami keadaan tersebut. Faktor keamanan rendah ditunjukkan dengan angka pada kolom bar sebelah kanan pada gambar. Semakin besar nilai faktor keamanannya maka semakin baik dan kuat konstruksi yang dibuat untuk menerima beban diluar dari perhitungan. Hasil simulasi *safety factor* ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Simulasi *Safety factor*

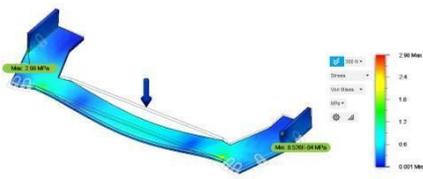
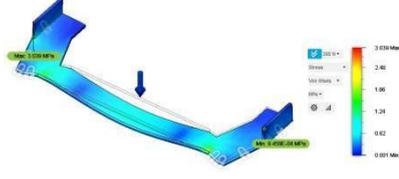
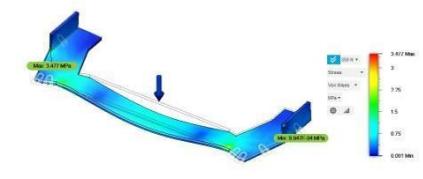
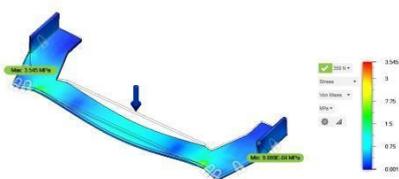
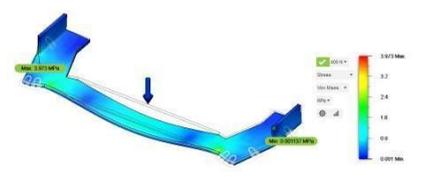
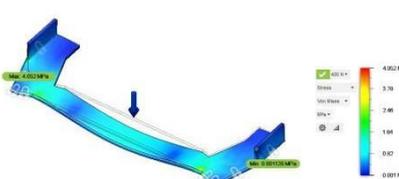
Beban	Bahan	
(N)	Komposit Polimer Serat Bambu	ABS
300		
350		
400		

Pada tabel diatas bagian yang berwarna biru tua menunjukkan nilai *safety factor* dan ini merupakan bagian yang aman pada saat diberi pembebanan. Setelah diberikan tiga pembebanan, bahan komposit berserat bambu dan bahan ABS memiliki nilai *safety factor* sebesar 15.

#### 3.2 Simulasi *Von Mises*

Simulasi ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai yield material terhadap kondisi pembebanan. Hasil simulasi ditunjukkan pada Tabel 3.

**Tabel 3 Simulasi Von Mises**

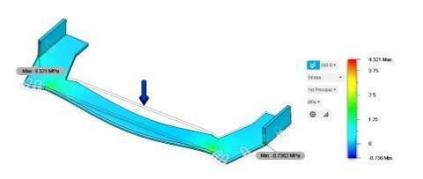
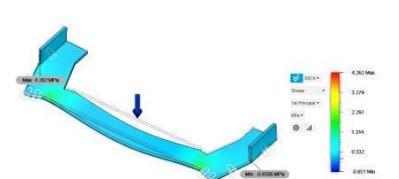
Beban (N)	Jenis Bahan	
	Komposit Polimer berserat Bambu	ABS
300		
350		
400		

Berdasarkan Tabel 3. Diketahui bahwa pada pembebanan 300 N nilai yield yang pada bahan komposit polimer serat bambu 2,983 MPa, sedangkan pada bahan ABS sebesar 3,009 MPa. Pada pembebanan 350 N nilai yield yang didapat untuk bahan komposit polimer serat bambu 3,486 MPa, dan bahan ABS 3,542 MPa. Pada pembebanan 400 N nilai yield bahan komposit polimer serat bambu 3,977 MPa, dan bahan ABS adalah 4.052 MPa. Berdasarkan tabel diatas diperoleh nilai yield lebih besar untuk bahan ABS dibandingkan bahan komposit polimer serat bambu.

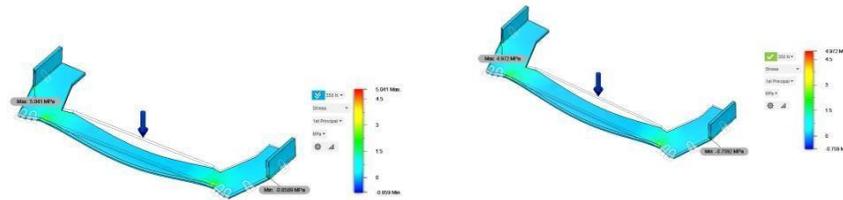
### 3.3 Simulasi 1<sup>st</sup> Principal

Simulasi ini dilakukan bertujuan untuk mengetahui besarnya nilai tegangan geser dengan tegangan tarik maksimum. Hasil simulasi disampaikan pada Tabel 4.

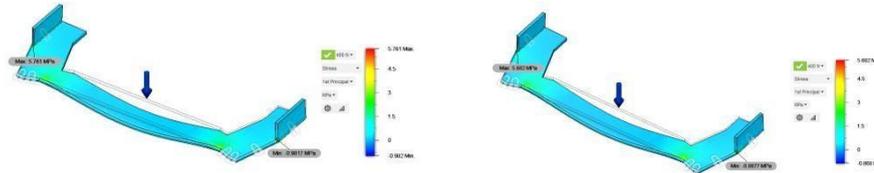
**Tabel 4 Nilai Simulasi 1<sup>st</sup> principal**

Beban (N)	Jenis Bahan	
	Komposit Polymer Serat Bambu	ABS
300		

350



400

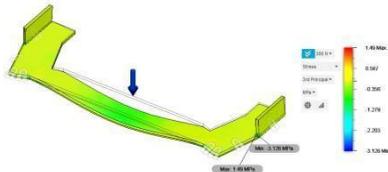
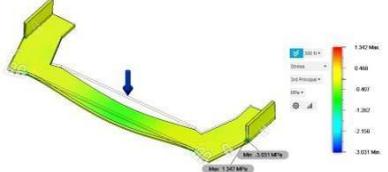
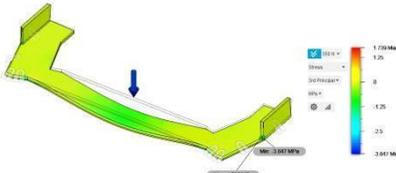
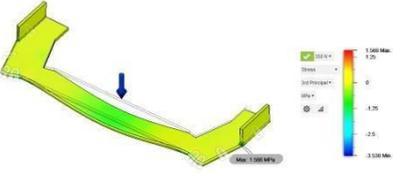


Berdasarkan Tabel 4. dapat diketahui bahwa pada pembebanan 300 N nilai tinggi tegangan geser dengan tegangan tarik maksimum bahan komposit polimer serat bambu sebesar 4,324 MPa, dan bahan ABS sebesar 4,262 MPa. Pada pembebanan 350 N nilai bahan komposit serat bambu sebesar 5,041 MPa dan pada bahan ABS didapatkan 4,972 MPa. Pada pembebanan 400 N bahan komposit serat bambu 5,761 MPa dan bahan ABS 5,682 MPa. Berdasarkan simulasi ini bahan komposit polimer serat bambu memiliki nilai tegangan yang lebih tinggi. berbanding bahan ABS.

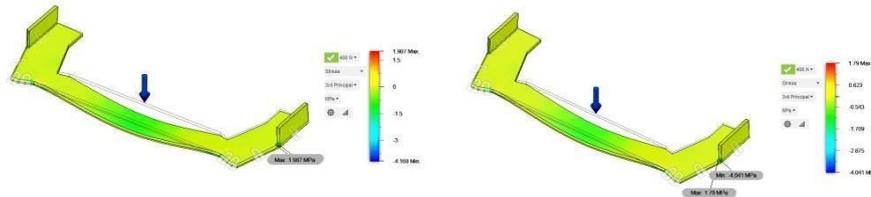
### 3.4 Simulasi 3<sup>rd</sup> Principal

Simulasi ini bertujuan untuk mengetahui tinggi tegangan geser dan tegangan tekanan maksimum. Hasil simulasi 3<sup>rd</sup> principal disampaikan pada Tabel 5.

Tabel 5 Simulasi 3<sup>rd</sup> principal

Beban (N)	Jenis Bahan	
	Komposit Polymer Serat Bambu	ABS
300		
350		

400



Berdasarkan Tabel 5 dapat diketahui pada pembebanan 300 N nilai tinggi tegangan geser dengan tegangan tekanan maksimum bahan komposit serat bambu sebesar 1,493 MPa dan bahan ABS 1,342 MPa. Pada pembebanan 350 N bahan komposit serat bambu 1,739 MPa dan bahan ABS 1,566 MPa. Pada pembebanan 400 N bahan komposit serat bambu 1,987 MPa, dan bahan ABS 1,794 MPa.

### 3.5 Simulasi Displacement

Pengertian displacement adalah pergeseran/perpindahan yang terjadi pada material akibat diberikannya pembebanan. Tujuannya adalah guna membantu dalam menjelaskan keamanan, terutama umur penggunaan material pada suatu konstruksi, dimana apabila semakin besar tegangan, maka displacement juga semakin besar, sehingga tingkat keamanannya menjadi semakin kecil, begitu juga sebaliknya.

**Tabel 6** Hasil Simulasi *Displacement*

Beban (N)	Jenis Bahan	
	Komposit Bambu	ABS
300		
350		
400		

Dari Tabel 6. Diperoleh pada pembebanan 300 N nilai pergeseran dimensi untuk bahan komposit polimer serat bambu 5,022 mm dan bahan ABS 5,201 mm. Pada pembebanan 350 N bahan komposit serat bambu 5,859 mm dan bahan ABS 6,068 mm. Pada pembebanan 400 N bahan komposit serat bambu 6,696 mm dan bahan ABS sebesar 6,935 mm. Dapat diketahui bahwa nilai pergeseran untuk bahan ABS lebih besar dibandingkan bahan komposit serat bambu.

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Nilai yang diperoleh bahan komposit polimer serat bambu mendekati bahan ABS pada setiap pembebanan yang diberikan.

Hasil simulasi pada 1<sup>st</sup> *principal* dan 3<sup>rd</sup> *principal*, bahan komposit serat bambu cukup unggul dibandingkan bahan ABS.

Pada simulasi *Von Mises* dan juga *displacement*, nilai yang diperoleh untuk material komposit serat bambu lebih sedikit rendah dibanding ABS.

Bahan komposit serat bambu dapat digunakan sebagai bahan *front splitter mobil*.

#### REFERENSI

- Azissyukhron, M., & Hidayat, S. (2018, October). Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite. In *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar* (Vol. 9, pp. 216-220).
- Djamil, S., Lubis, S. Y., & Hartono, H. (2014). Kekuatan Tarik Komposit Matrik Polimer Berpenguat Serat Alam Bambu Gigantochloa Apus Jenis Anyaman Diamond Braid Dan Plain Weave. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 7(1).
- Dudi.Newnes.<https://www.voaindonesia.com/a/bambu-berpotensi-jadi-sumber-kayu-masadepan/4679561.html> diakses 24/09/2022
- Muslim, M. I. H., & Wirandi, M. (2021). Desain dan Simulasi Uji Tekan pada Jigs Pin Piston Diameter Ø13 mm. *Aptek*, 13(2), 75-82.
- Oka, G. M., Triwiyono, A., Awaludin, A., & Siswosukarto, S. (2014). Effects of node, internode and height position on the mechanical properties of Gigantochloa atroviolacea bamboo. *Procedia Engineering*, 95, 31-37.
- Poul, K., Lubis, S., Askolani, A. P., & Ariyanti, S. (2022). Studi Perbandingan Simulasi Kekuatan Tegangan Tarik Material Abs & Komposit Polimer Serat Bambu Pada Prototype Adjuster Seat Mobil. *Prosiding Serina*, 2(1), 93-102.
- Rahman, M. B. N., & Kamiel, B. P. (2011). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester. *Semesta Teknika*, 14(2), 133-138.
- Sari, N. H. (2018). *Material teknik*. Deepublish.
- Sary, N., & Yani, A. (2018). Jenis bambu di hutan tembawang Desa Suka Maju Kecamatan Sungai Betung Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Hutan Lestari*, 6(3).
- Schwartz, M. (2005). *New materials, processes, and methods technology*. Crc Press.
- Setiawan, F. A. (2015). Pengaruh Fraksi Berat Aditif Montmorillonite Siklus Termal terhadap Sifat Mekanik pada Komposit Polyester Berpenguat Serat Bambu.
- Vasiliev, V. V., & Morozov, E. V. (2018). *Advanced mechanics of composite materials and structural elements*.