

SIMULASI PERBANDINGAN TEGANGAN STATIS KOMPONEN PINTU MOBIL BERBAHAN ALUMINIUM DAN KOMPOSIT BAMBU

Hasan Tjahaya¹⁾ dan Agustinus Purna Irawan²⁾

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
e-mail: ¹⁾Hasan.515160044@stu.untar.ac.id, ²⁾agustinus@untar.ac.id

Abstract: *The car door is one of the important components in a car, as a means of getting in and out of passengers and goods. This study aims to compare the factors of safety, strength, shear stress, and dimensional changes due to the received load, between car doors made of bamboo composite material and car doors made of aluminum. The research method is carried out in the form of simulating the load on the car door using Fusion Autodesk 360 software. The data used in this study is secondary data obtained from data analysis from journal articles related to bamboo and aluminum fiber composite materials. Strength simulation using loads of 100 N, 150 N, and 200 N refers to the strength simulation reference. Based on the simulation results, it can be concluded that the car door made of bamboo composite has good yield strength, safety factor, and shear strength and has the potential to be an alternative material to replace aluminum car doors, especially at low loads. The results of modeling using software with the above load, the safety factor values are in the range (10-15) and the displacement is in the range (3-4) mm. The results of this simulation become one of the references in further research and development.*

Keywords: *Bamboo Composite, Aluminum, Car Door, Simulation, Strength.*

PENDAHULUAN

Pengembangan material komposit saat ini makin pesat seiring berkembangnya industri di dunia. Penggunaan material komposit saat ini sangat bervariasi seperti yang ada pada komponen mobil dan motor [1]. Komposit polimer berpenguat serat saat ini banyak digunakan dalam dunia otomotif. Seiring berjalan waktu komposit polimer berpenguat serat gelas mulai digantikan oleh polimer berpenguat serat alami seperti bambu atau kayu yang memiliki sifat lebih ramah lingkungan [2,3,4].

Penggunaan bahan komposit berpenguat serat alam mulai dikembangkan dalam dunia otomotif dan mulai berkembang pesat saat ini untuk menggantikan polimer berpenguat serat gelas. Penggunaan bahan komposit berpenguat serat alam pada komponen-komponen mobil dan motor dapat mengurangi bobot mobil dan motor itu sendiri sehingga bobot yang dihasilkan lebih ringan [2,5].

Tanaman Bambu di Indonesia cukup berlimpah dan dapat berpotensi dikembangkan menjadi bahan komposit berpenguat serat bambu. Serat bambu memiliki potensi yang besar untuk digunakan dalam komposit berserat alam yang memiliki sifat ramah lingkungan, murah, dan ringan [6,7]. Pemilihan serat bambu sebagai bahan dasar penelitian dikarenakan berlimpahnya bambu di Indonesia dan masih jarang yang menggunakan serat bambu untuk produk manufaktur [8].

Aluminium merupakan logam ringan yang mempunyai sifat ketahanan korosi dan mampu alir yang baik sehingga banyak digunakan dalam aplikasi alat-alat rumah tangga, otomotif, maupun industri saat ini. *Piston* bekas digunakan untuk mendapatkan unsur Si yang cukup tinggi pada piston. Ilmu pengecoran logam terus berkembang dengan pesat dalam dunia industri. Berbagai macam metode pengecoran telah ditemukan dan disempurnakan, diantaranya *centrifugal casting*, *investment casting*, dan *sand casting* serta masih banyak lagi metode-metode lainnya. Pada penelitian ini paduan Aluminium akan dicor pada 3 jenis variasi suhu cetakan sehingga dengan perlakuan panas terhadap cetakan logam (dies) yaitu 450 °C dan 500 °C diharapkan mampu memperbaiki sifat getas yang ada pada Aluminium [9].

Saat ini industri otomotif makin berkembang dan berinovasi. Salah satu bentuk inovasi tersebut adalah memanfaatkan bahan aluminium alloy sebagai bahan dasar pintu. Salah satu jenis mobil yang memanfaatkan aluminium untuk menjadi bahan dasar komponen pintu adalah Nissan Qashqai. Alasan penggunaan aluminium sebagai bahan dasar panel pintu dan komponen lainnya adalah bahan ini lebih ringan sehingga meningkatkan efisiensi serta pengurangan gas emisi [10].



Gambar 1. Mobil Nissan Qashai [10]

Pada penelitian ini disimulasikan pemanfaatan bahan komposit serat bambu sebagai bahan alternatif untuk membuat pintu mobil menggantikan aluminium. Pemilihan bahan komposit bambu karena memiliki sifat yang ringan dibandingkan dengan aluminium serta lebih ramah lingkungan. Bahan komposit bambu juga memiliki sifat tahan terhadap korosi. Namun komposit bambu memiliki kekurangan yaitu tidak sekuat aluminium [8,11].

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang dilakukan adalah melakukan simulasi kekuatan komponen pintu mobil dengan material komposit berbahan dasar komposit serat bambu. Data kekuatan komposit serat bambu diperoleh dari data sekunder yaitu artikel jurnal bidang komposit serat bambu yang telah dipublikasikan sebelumnya. *Software* yang digunakan untuk mendesain komponen pintu mobil dan simulasi kekuatan adalah *Autodesk Fusion 360*.

Proses Persiapan Simulasi

Dalam metode penelitian dan pengambilan data akan membahas mulai dari pengukuran pintu mobil. Selanjutnya melakukan gambar 2D dengan menggunakan *autodesk fusion 360* sesuai dengan ukuran pintu mobil yang sudah diukur. Setelah selesai membuat gambar 2D selanjutnya gambar pintu mobil dibuat menjadi gambar 3D untuk proses simulasi.

Proses Pembuatan Gambar 3D

Proses pembuatan gambar 3D pintu mobil menggunakan *software autodesk fusion 360*



Gambar 2. Desain pintu mobil sedan bagian belakang.

Proses Simulasi

Berikut ini adalah tahapan dalam proses simulasi *static stress* pada *software autodesk fusion 360*.

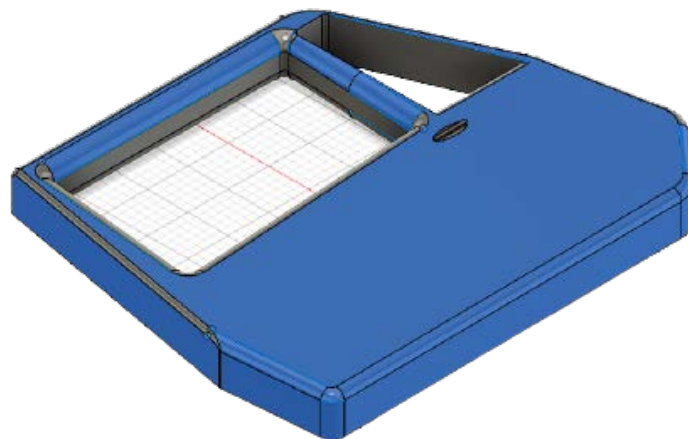
- a. Pemilihan *simulation* dengan tipe *static stress*.

- b. Pada penelitian ini pemilihan material yang digunakan adalah komposit matriks *polypropilene* dengan fraksi volume sebesar 90% dan *reinforcement* bambu dengan fraksi volume sebesar 10%. Fraksi volume (persentase menurut volume, vol%) adalah salah satu cara untuk menentukan komposisi campuran dengan kuantitas tidak berdimensi, fraksi massa (persentase massa, wt%) dan fraksi mol (persentase oleh mol, mol%) [12-15].

Tabel 1. Spesifikasi desain sudu pintu mobil [3]

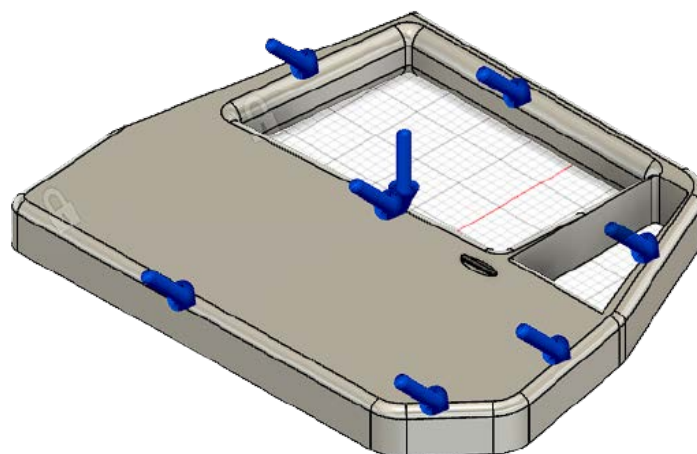
No	Keterangan	Nilai
1	Panjang Sudu	115 mm
2	Lebar Sudu	17 mm
3	Tebal Sudu	2,1 mm
4	Sudut Sudu	5°
5	Diamter Luar Hub	28 mm
6	Diameter Dalam Hub	8 mm
7	Tebal Hub	15 mm

Pilih bagian pada pintu Mobil yang akan menerima beban (*constraints*)



Gambar 3. *Constraints*

Pilih bagian pintu mobil yang akan diberi beban (*force*), seperti pada Gambar 4. Pada penelitian ini pintu mobil akan diberi 3 beban yaitu 100 N, 150 N, dan 200 N.



Gambar 4. Pemberian gaya pada pintu mobil [14-16]

Pilih *result* maka hasil dari simulasi akan muncul.

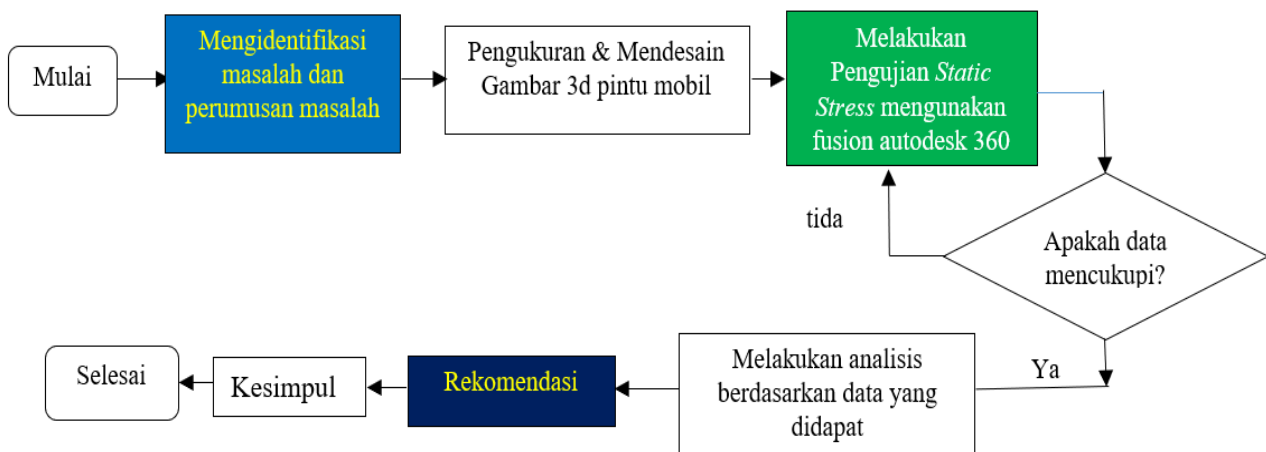
Tabel 2. Sifat mekanik komposit PP dengan fraksi volume sebesar 90% dan Bambu dengan fraksi volume sebesar 10% [12-17]

No.	Sifat Mekanik	Nilai
1.	Massa Jenis	931 kg/m ³
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

Tabel 3. Sifat mekanik aluminium [9]

No	Sifat Mekanik	Nilai
1	Massa Jenis	2700 kg/m ³
2	Rasio Poisson	0,33
3	Modulus Young	68,9 GPa
4	<i>Yield strenght</i>	275 MPa
5	<i>Tensile strenght</i>	310 MPa

Pelaksanaan keseluruhan penelitian mengikuti diagram alir sebagai berikut:



Gambar 5. Diagram alir penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berikut ini merupakan hasil pengujian *static stress* yang telah dilakukan dan diperoleh. Pada simulasi ini menggunakan 3 beban yaitu 100N, 150N, dan 200N. Beban yang diberikan berdasarkan ketentuan pada alat pengujian kekauan pintu mobil yang memiliki kriteria penekanan maksimum sebesar 500 N [13], [17-22]. Berdasarkan simulasi mendapatkan hasil yaitu *safety factor*, *von mises*, *1st principal*, *3rd principal*, dan *Displacement*.

Hasil Simulasi *Safety Factor*

Simulasi *safety factor* memiliki tujuan agar mengetahui keamanan dengan dimensi yang telah digunakan. Berdasarkan simulasi *safety factor* diperoleh hasil seperti pada Tabel 4.

Pada Tabel 4 hasil dari simulasi *safety factor* dapat dilihat pada pembebanan (100-200) N pintu mobil berbahan komposit serat bambu dan pintu bahan aluminium memiliki nilai *safety factor* antara (10-15). Nilai sangat baik untuk dijadikan sebagai referensi dalam pengembangan selanjutnya.

Tabel 4. Hasil simulasi *safety factor*

Beban	Komposit Bambu	Aluminium
100N		
150N		
200N		

Hasil Simulasi *Von Mises*

Simulasi *von mises* bertujuan untuk mengetahui keluluan material terhadap kondisi pembebanan. Berdasarkan simulasi *von mises* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 5. Hasil simulasi *von mises*

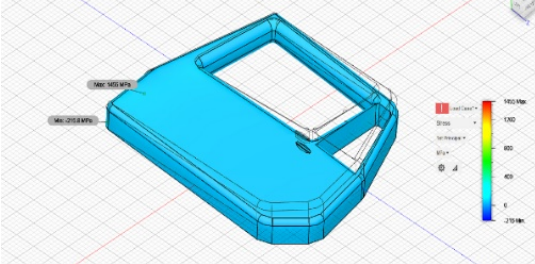
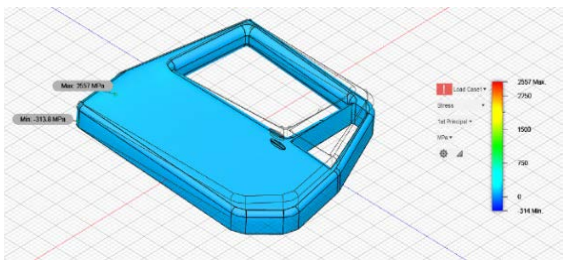
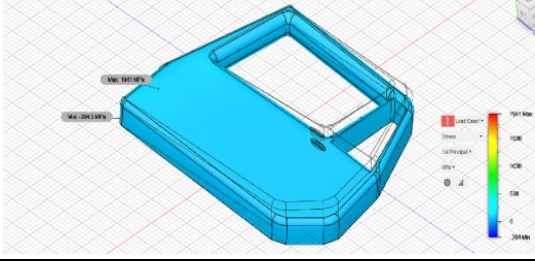
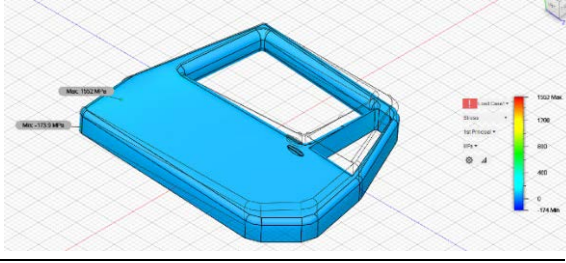
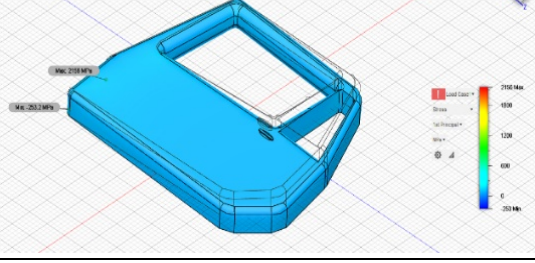
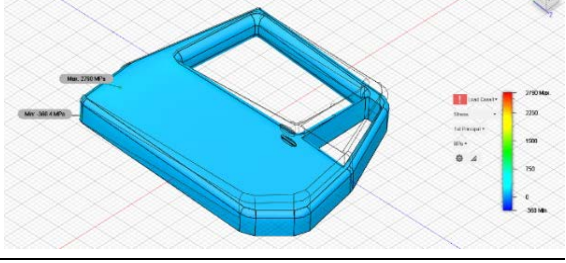
Beban	Komposit Bambu	Aluminium
100N		
150N		
200N		

Pada Tabel 5 dapat dilihat hasil simulasi *von mises* yang dihasilkan menunjukkan bahwa tegangan yang terjadi masih dibawah kekuatan bahan dasar komposit serat bambu maupun alumunium. Kekuatan luluh bahan komposit serat bambu maupun alumunium dapat menerima beban dengan baik [22]. Hasil ini juga menjadi salah satu referensi dalam pengembangan berikutnya.

Hasil Simulasi *1st Principal*

Simulasi *1st principal* bertujuan untuk mengetahui tinggi tegangan geser dengan tegangan tarik maksimum. Berdasarkan simulasi *1st principal* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 6. Hasil Simulasi *1st principal*

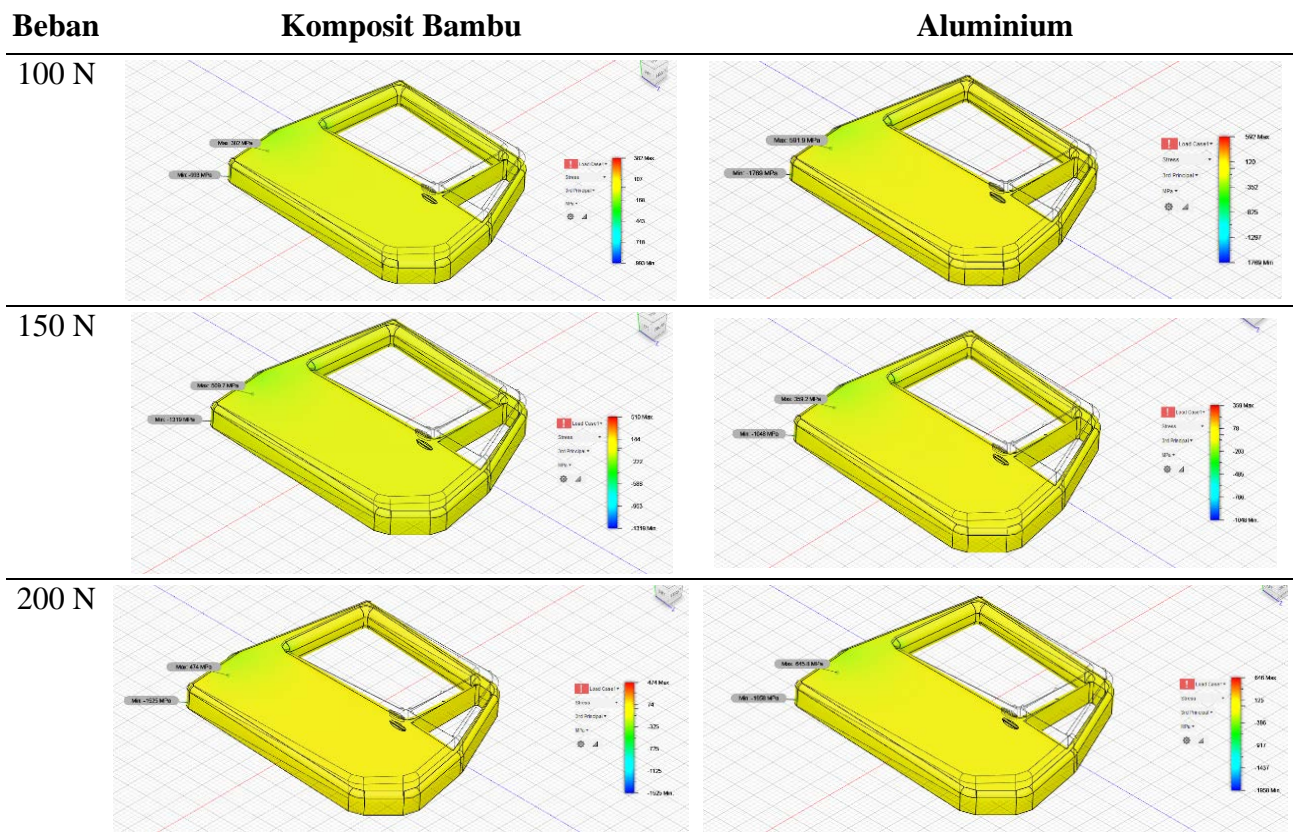
Beban	Komposit Bambu	Aluminium
100N		
150N		
200N		

Pada Tabel 6 dapat dilihat hasil simulasi *1st principal* yang terjadi pada masing-masing bahan pintu. Kekuatan bahan komposit serat bambu mampu menahan beban yang diterima dari simulasi yang telah dilakukan. Nilai yang diperoleh dari kedua bahan ini tidak jauh berbeda. Komposit serat bambu mempunyai kekuatan yang baik untuk digunakan sebagai bahan alternatif untuk membuat pintu mobil dengan beban kecil menengah.

Hasil Simulasi *3rd Principal*

Simulasi *3rd principal* bertujuan untuk mengetahui tinggi tegangan geser dengan tegangan tekanan maksimum. Berdasarkan hasil simulasi *3rd principal* pada Tabel 7 dapat dilihat pada pembebanan sebesar 100 N, 150 N, dan 200 N, pintu mobil dengan bahan komposit serat bambu dan bahan alumunium mempunyai kekuatan yang sama-sama baik dan dapat menerima beban dengan baik pula. Kekuatan bahan alumunium dalam menerima beban geser dari luar lebih baik dibandingkan dengan komposit serat bambu. Hasil ini menjadi salah satu referensi dalam penelitian selanjutnya.

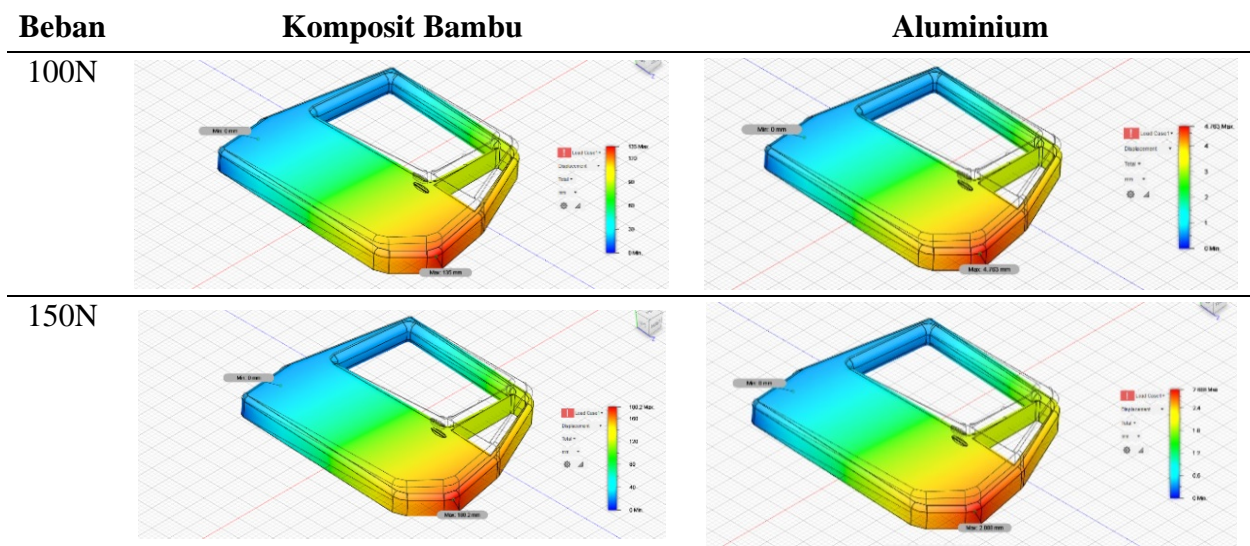
Tabel 7. Hasil Simulasi 3rd principal



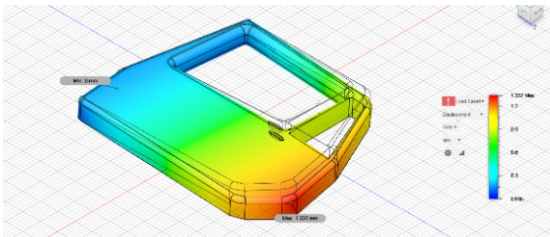
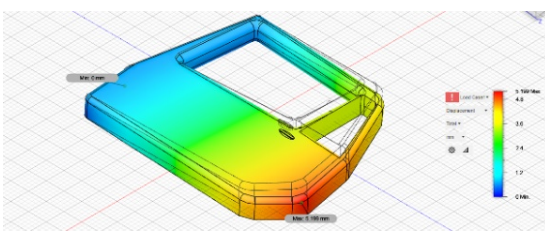
Hasil Simulasi Displacement

Simulasi *displacement* bertujuan untuk mengetahui pegeseran dimensi yang telah ditentukan. Berdasarkan simulasi *displacement* diperoleh hasil sebagai berikut:

Tabel 8. Hasil simulasi *displacement*



Lanjutan Tabel 8. Hasil simulasi *displacement*

Beban	Komposit Bambu	Aluminium
200N		

Dari hasil pada Tabel 8 simulasi *displacement* akibat beban yang diterima, penambahan dimensi terjadi pada bagian ujung pintu mobil yang terjauh dari engsel. Rata-rata penambahan Panjang akibat beban yang diterima pintu mobil dalam kisaran (4-5) mm. Hasil ini cukup baik sebagai penelitian awal berbasis simulasi yang dapat dilanjutkan dengan pengujian sampel menggunakan *Universal Testing Machines*.

Berdasarkan data hasil simulasi ini, penelitian dapat dilanjutkan dengan membuat sampel uji bahan komposit dan membuat prototipe pintu mobil dengan menggunakan bahan komposit serat bambu. Prototipe ini dipersiapkan untuk pengujian selanjutnya dengan beban yang lebih besar, sehingga dapat dihasilkan karakteristik mekanik bahan pintu mobil dari komposit serat bambu.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil *static stress* pada material komposit matrik *polypropylene* dengan reinforcement serat bambu, dibandingkan bahan Aluminium dapat disimpulkan bahwa:

1. *Safety factor*, *von mises*, *1st principal*, *3rd principal*, dan *displacement* pada setiap pembebanan, nilai kekuatan pintu mobil berbahan komposit serat bambu dan pintu mobil berbahan aluminium tidak berbeda jauh, dimana bahan aluminium lebih baik dibandingkan dengan bahan komposit bambu.
2. Pintu mobil berbahan komposit serat bambu mempunyai potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai bahan alternatif untuk menggantikan pintu mobil berbahan aluminium, dengan peningkatan kekuatan dan aspek keselamatan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Mochamad Sulaiman, Muhammad Hudan Rahmat, 2018, *Kajian Potensi Pengembangan Material Komposit Polimer Dengan Serat Alam Untuk Produk Otomotif*, Sistem.
- [2] Alfian Ekajati Latief, Nuha Desi Anggraeni, Dedy Hernady, 2020, *Karakterisasi Mekanik Komposit Matriks Polipropilena High Impact Dengan Serat Alam Acak Dengan Metode Hand Lay Up Untuk Komponen Automotive*, Jurnal Rekayasa Hijau.
- [3] Li Y., Mai Y.W., Lin Y., 2020, *Sisal fibre and its composites: a review of recent developments*.
- [4] Gusti Made Oka, Andreas Triwiyono, Ali Awaludin, Suprpto Siswosukarto, 2014, *Effects of node, internode and height position on the mechanical properties of gigantochloa atroviolacea bamboo*, Procedia Engineering.
- [5] Morisco, 2005, *Bamboo Technology*, Departemen of Civil Engineering and Environment, Gadjah Mada University, Indonesia.
- [6] Navdeep Kumar, Dipayan Das, 2017, *Fibrous biocomposites from nettle (Girardinia diversifolia) and poly (lactic acid) fibers for automotive dashboard panel application*, Composites Part B: Engineering.
- [7] Agustinus Purna Irawan, I Wayan Sukania, 2013, *Kekuatan Tekan dan Flexural Material Komposit Serat Bambu Epoksi*, Jurnal Teknik Mesin, 2013.

- [8] F. P. La Mantia, M. Morreale, 2011, *Green Composites: A Brief Review*”, *International Journal of Green Composites*, p. 579, Palermo, Italy.
- [9] Andika Wisnujati, 2018, *Analisis sifat fisik dan mekanik paduan aluminium dengan variabel suhu cetakan logam 450 dan 500 derajat celcius untuk manufaktur poros berulir*, Yogyakarta.
- [10] Murdaningsih Dwi, 2021, *Nissan Luncurkan Mobil Berbahan Aluminium*.
- [11] Hizkia Eben Haezer A.P.A, 2016, *Analisa Sifat Akustik Dan Morfologi Material Komposit Polypropylene Berpenguat Serat Bambu Dan Rami*.
- [12] Shakti S. Chauhan Pankaj Aggarwal, G. S. Venkatesh, R. M. Abhilash, 2018, *Mechanical characterization, modelling and application design of bamboo-polypropylene composites*, *International Journal of Plastics Technology*.
- [13] Ginting, Jepriandi, 2009, *Pembuatan Komposit Matrik Logam Berpenguat Keramik (Al/SiCP) dan Karakterisasinya Melalui Metode Metalurgi Serbuk*.
- [14] G. N. Anastasia Sahari, 2011, *Komposit Matrik Keramik AL_2O_3/Al Hasil Proses Directed Melt Oxidation (DIMOX)*.
- [15] Raka Satria Putra, 2019, *Alat Bantu Pengujian Kekauan Panel Pintu Mobil*. Cimahi.
- [16] Mazumdar, Sanjay K., 2002, *Composites Manufacturing: Materials, Product, and Process Engineering*, CRC Press LLC. Boca Raton, Florida.
- [17] Froyen, L. & B. Verlinden, 1994, *Aluminium Matrix Composite Materials*, TALAT Lecture 1402 University of Leuven, Belgium.
- [18] Djamil Sofyan, 2018, *Komposit Matriks Polimer*, Jakarta: Universitas Tarumanagara.
- [19] Hironimus R. Fao, Jahirwan Ut Jasron, Wenseslaus Bunganaen, Kristomus Boimau, 2016 *Pengaruh Perlakuan Temperatur terhadap Sifat Mekanik Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serat Buah Lontar dan Serat Kaca.”*
- [20] Hingmadi, Denianus, 2012, *Laporan Penelitian PKL: Keanekaragaman Ciri Morfologi Jenis-Jenis Bambu (Bambusa Sp.) di Kelurahan Teunbaun Kecamatan Amarasi Barat Kabupaten Kupang*. Fakultas MIPA-Biologi Universitas PGRI: Nusa Tenggara Timur.
- [21] Verma, C.S., Chariar, V. M, 2012, *Development of Layered Laminate Bamboo Composite and Their Mechanical Properties*, New Delhi: India, AICTE Chanderlok Building, Janpath.
- [22] Agustinus Purna Irawan, Adianto, I Wayan Sukania, 2020, *Tensile Strength of Car Spoiler Product Based on ABS Plastic and Rattan Fiber Epoxy Composite Materials*, IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 725 (2020) 012040.