

ANALIS NUMERIK SIFAT MEKANIK BAHAN ABS & KOMPOSIT SERAT BAMBUR APLIKASI PADA KOMPONEN ADJUSTER SEAT MOBIL

Keven Poul¹, M. Sobron Y. Lubis², Silvi Ariyanti³

^{1,2)} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Tarumanagara
Jl. Letjen. S. Parman No. 1 Jakarta 11440,

³⁾ Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Mercu Buana
Jl. Meruya Selatan, Kembangan, Jakarta Barat 11650

Email: keven.515160041@stu.untar.ac.id, sobron1@ft.untar.ac.id
silvi.ariyanti@mercubuana.ac.id,

Abstrak

Komposit merupakan material yang tersusun atas campuran dua atau lebih material dengan sifat kimia dan fisika berbeda, dan menghasilkan sebuah material baru yang memiliki sifat-sifat berbeda dari material penyusunnya. Bambu merupakan salah satu serat alam yang dapat digunakan untuk bahan *reinforcement* pada bahan polymer untuk menjadi material komposit polimer. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat-sifat mekanik secara numerik bahan ABS yang digunakan pada komponen *adjuster seat mobil* terhadap komposit serat bambu. Penelitian dilakukan menggunakan *software Autodesk fusion 360* dengan memvariasikan pembebanan sebesar 50, 75 dan 100 N untuk simulasi *Von Misses*, *1st principle* dan *3rd principle, displacement*. Dari hasil analisis diketahui bahwa pada simulasi *displacement* material komposit bambu memiliki nilai deformasi lebih tinggi yaitu 0,4 mm berbanding material *akrilonitril butadiene stiren (ABS)* sebesar 0,3 mm pada pembebanan 100N. Material komposit serat bambu dapat digunakan sebagai material pengganti material utama yaitu *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)*.

Kata kunci: Adjuster seat; komposit bambu; autodesk fusion 360; material ABS

Abstract

Composite is a material composed of a mixture of two or more materials with different chemical and physical properties, and produces a new material that has different properties from the constituent materials. Bamboo is one of the natural fibers that can be used as reinforcement in polymer materials to become a polymer composite material. Developments in the automotive world, this research aims to analyze numerically the ABS material used in car seat adjuster components against bamboo fiber composites. This research was carried out by numerical analysis using Autodesk Fusion 360 software. Simulations were carried out by varying the loading of 50, 75 and 100 N, for the von Mises simulation, 1st principle and 3rd principle, displacement. From the results of the analysis, it can be seen that the displacement simulation shows that the bamboo composite material has a higher deformation value with a value of 0.4mm and the Acrylonitrile butadiene styrene (ABS) material has a deformation value of 0.3mm with 100N loading. Bamboo fiber composite material can be used as a substitute for the main material, namely acrylonitrile butadiene styrene (ABS) because the bamboo composite material has good yielding properties and elasticity when given a load even though the two materials have characteristics and mechanical properties that are not much different so that they can be used as components. automotive

Keywords: Adjuster seat; bamboo composite; Autodesk Fusion 360; ABS Material

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi didunia saat ini diperkuat demi meningkatkan fungsional, kualitas, dan ragam produk yang memiliki harga yang terjangkau. Hal ini mendorong salah satu perkembangan material komposit serat alam yang bersifat ramah lingkungan.(Taufik, 2012). Perkembangan teknologi bahan saat ini semakin pesat, menjadi faktor utama dalam pemenuhan kebutuhan bahan dengan karakteristik tertentu. Seiring dengan kemajuan teknologi, maka saat ini telah banyak digunakan dari bahan komposit dengan serat alam. Dua faktor paling penting yang mendorong dari penggunaan serat alam oleh industri yaitu biaya dan berat. (Masdani & Dharta,2018). Sebagaimana diketahui komposit adalah campuran dari dua atau lebih material yang memiliki sifat-sifat yang berbeda sehingga membentuk material baru dengan menghasilkan sifat mekanis yang lebih spesifik, material komposit terdiri dari penguat (*reinforcement*) yang berbentuk serat (*fiber*) yang mempunyai fungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit dan pengikat (*matrix*) yang berfungsi untuk menjaga posisi serat.(Hanada dkk 2021)

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat-sifat mekanik antara bahan ABS pada komponen *adjuster seat* mobil dan bahan komposit berserat bambu yang bertujuan untuk mengembangkan bahan komposit serat alam berpenguat serta bambu yang akan diaplikasikan pada produk *Adjuster Seat* mobil. Dengan menggunakan *software Autodesk fusion 360* dilakukan simulasi pengujian *static stress analysis* dan *thermal stress analysis* terhadap kedua jenis material tersebut

TINJAUAN PUSTAKA

Biokomposit terdiri dari bahan matriks, bahan penguat, bahan pengisi/aditif. Bahan yang digunakan sebagai matriks, biasanya adalah polimer termoplastik, misalnya polypropylene (PP), polyethylene (PE), polystyrene (PS) dan polyamides (nylon 6 dan 6.6) . (Akampumuza dkk, 2017)

Beberapa peneliti telah melakukan penelitian mengenai potensi pengembangan komposit berpenguat serat diantaranya penelitian komposit berpenguat serat kulit waru (*Hibiscus Tiliaceus*) kontinyu laminat sebagai material pengganti fiberglass pada pembuatan lambung kapal. Hasil penelitian menunjukkan terdapat pengaruh alkali NaOH 5% terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending. Spesimen komposit yang diperkuat serat kulit waru dengan perlakuan NaOH 5% selama 2 jam harga kekuatan tariknya hampir sama antara arah sudut serat 00/00/450/-450/00/00 yaitu 86,14 N/mm² .(Nurudin, 2011)

Salah satu alternatif material komposit dalam penggunaan serat alam menggunakan serat bambu, tanaman bambu merupakan tanaman sangat mudah dijumpai di Indonesia baik di dataran rendah sampai dataran tinggi. Penggunaan komposit serat bambu mampu menghasilkan berbagai produk dengan sifat mekanis yang baik. Penggunaan serat bambu dalam penelitian ini diharapkan mampu membantu pengembangan bahan komposit serat alam bagi industri otomotif dan meningkatkan nilai guna dari serat alam terutama yang terdapat di Indonesia.(Zariatini dkk,2020). Indonesia yang mempunyai sumber bahan baku serat alam yang melimpah, perlu menggalakkan penelitian bahan baku ini untuk komponen otomotif sehingga mempunyai nilai keuntungan ekonomi dan lingkungan. (Subyakto & Gopar, 2009).

Menurut Mardiyati, Raden & Ikhsan (2016) Penggunaan serat alam sebagai penguat komposit mempunyai beberapa keunggulan dibandingkan serat sintetis, diantaranya lebih ramah lingkungan, dapat diperbarui, murah, serta memiliki densitas yang rendah.

Saat ini penggunaan material komposit dalam kehidupan sehari-hari sangat bervariasi, misalnya untuk pembuatan peralatan rumah tangga, komponen-komponen mesin seperti casing kapal, mobil maupun sepeda motor yang terbuat dari bahan material komposit polimer. Penggunaan bahan komposit polimer berserat alam dalam bidang industri otomotif saat ini pula mengalami perkembangan yang pesat serta berusaha menggeser keberadaan bahan komposit polimer sintetis yang sudah biasa dipergunakan sebagai penguat pada bahan komposit seperti E-Glass, Carbon, dan Silicone Carbide. (Sulaiman & Rahmat, 2018).

Penggunaan komposit polimer dalam produksi komponen-komponen mobil telah terbukti mampu menyeimbangkan fungsi mobil seperti mengurangi berat dan menjaga keselamatan penumpang. (Ezekwem, 2016)

Pemanfaatan serat alam atau limbah pertanian menjadi sangat penting bagi pengembangan industri otomotif yang berkelanjutan. Komposit yang diperkuat serat alam telah menjadi bahan yang paling serbaguna tidak hanya di industri konstruksi tetapi juga di industri otomotif. Karena bobotnya yang rendah, bahan-bahan ini meningkatkan efisiensi mobil dalam hal konsumsi bahan bakar yang lebih rendah. Sebagian besar industri otomotif besar berhasil menggunakan komposit serat alami untuk pengembangan suku cadang mobil yang berbeda. (Verma & Senal, 2019)

Penelitian yang dilakukan oleh Rohmawati dkk (2017) menyatakan bahwa kekuatan tarik dan modulus elastisitas maksimum diperoleh pada bahan komposit hasil sintesis dengan arah penguat longitudinal yakni $7,91 \pm 1,46 \text{ N/mm}^2$ dan $4,00 \pm 1,32 \text{ N/mm}^2$, sedangkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas bahan komposit dengan arah penguat acak yakni $2,64 \pm 0,26 \text{ N/mm}^2$ dan $1,19 \pm 0,24 \text{ N/mm}^2$. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa kekuatan bahan komposit dipengaruhi oleh arah serat bahan.

METODE PENELITIAN

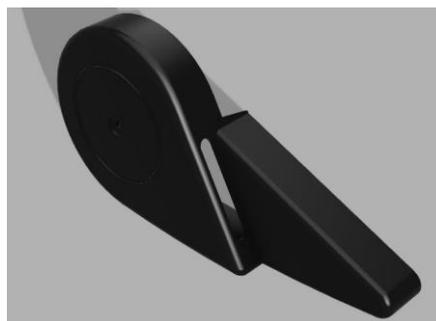
Penelitian ini dilakukan dengan metode analisis numerik dengan simulasi menggunakan *Software Autodesk fusion 360* melakukan simulasi *Static stress analysis* dan dilakukan komparasi hasil simulasi terhadap material komposit PP serat bambu dengan ABS.

Prosedur Penelitian

Dalam melakukan analisis numerik beberapa Langkah yang dilakukan antara lain:

Persiapan Simulasi

Melakukan pengukuran dimensi *adjuster seat* jenis mobil dengan menggunakan jangka sorong sehingga diperoleh gambar 3D pada Gambar. 1.



Gambar 1. Desain 3D *Adjuster seat*

Proses Simulasi

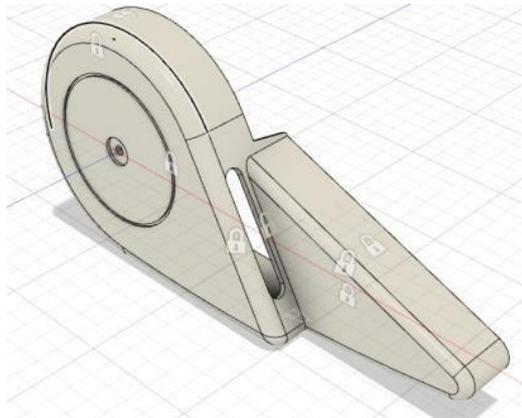
Tahapan *Static stress analysis* dan *Thermal* pada *Autodesk fusion 360* antara lain:

1. Memilih menu simulasi pada study properties, kemudian pilih simulasi static stress
2. Kemudian menentukan material yang digunakan yaitu komposit bambu

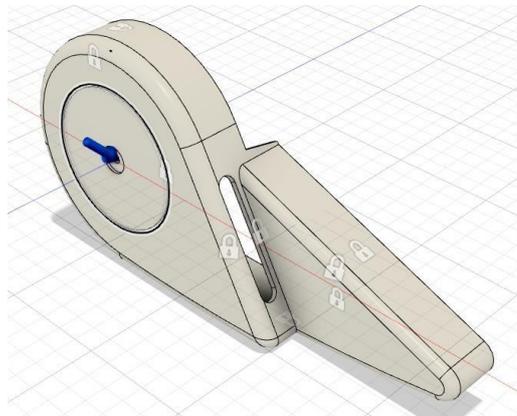
Tabel 1. Sifat mekanik komposit bambu^[5]

<i>Density</i>	931 kg/m ³
<i>Young's Modulus</i>	1.721 GPa
<i>Poisson's Ratio</i>	0,4
<i>Yield Strength</i>	22,56 MPa
<i>Tensile Strength</i>	28,95 MPa

3. Menentukan bagian pada *adjuster seat* yang menerima beban (*constraints*)



Gambar 2. Constraints



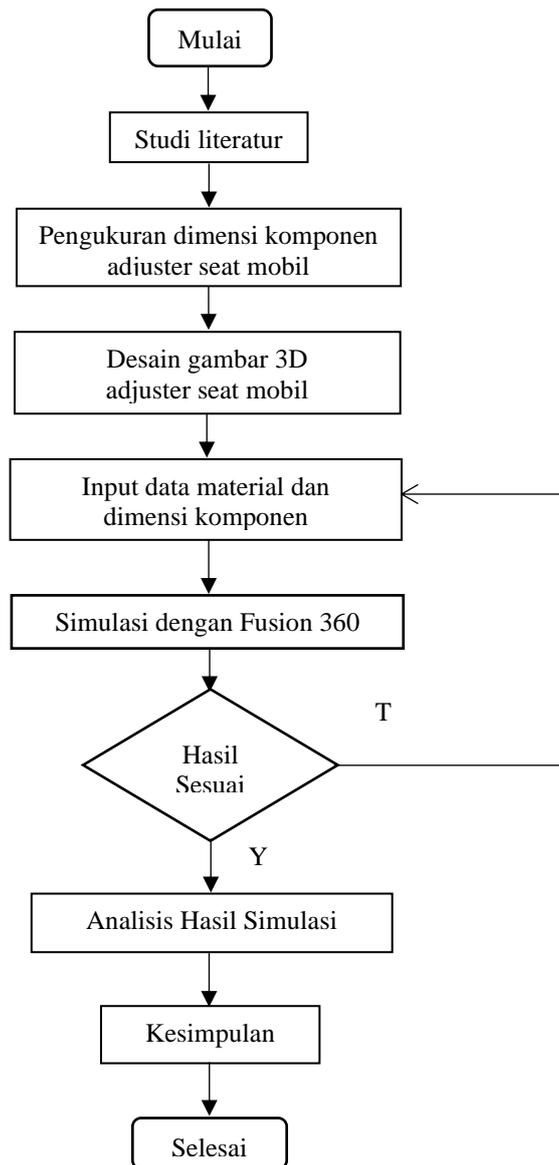
Gambar 3. Force

4. Memilih bagian yang akan diberikan beban, pemilihan beban dapat

dilakukan dengan asumsi menurut fungsi dari komponen berkaitan yang akan digunakan sebagai tolak ukur pada pengujian. Pada simulasi *Static stress analysis* beban yang akan diberikan pada komponen ini yaitu sebesar 50N, 75N dan 100N

5. Memilih *result* maka akan menampilkan hasil simulasi.

Diagram alir metode penelitian disampaikan pada Gambar.1.

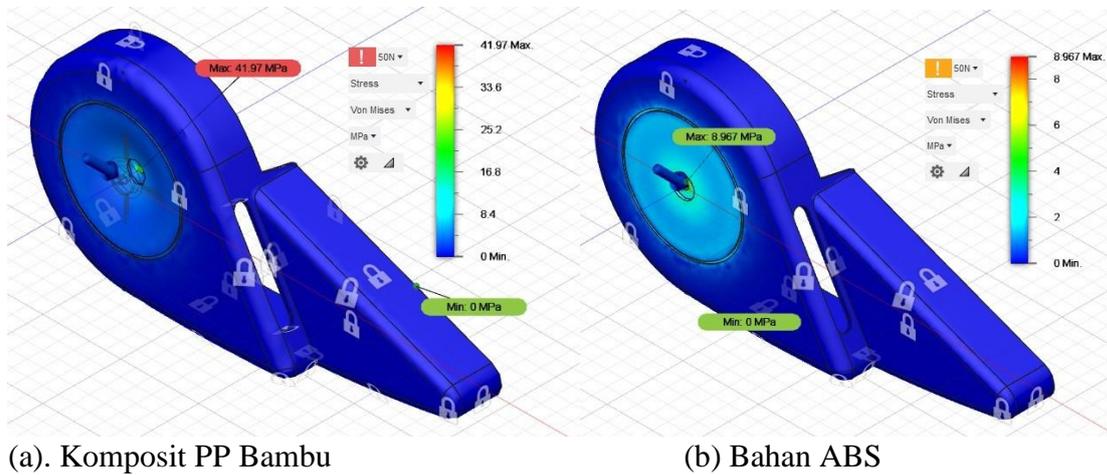


Gambar 4. Flowchart Penelitian

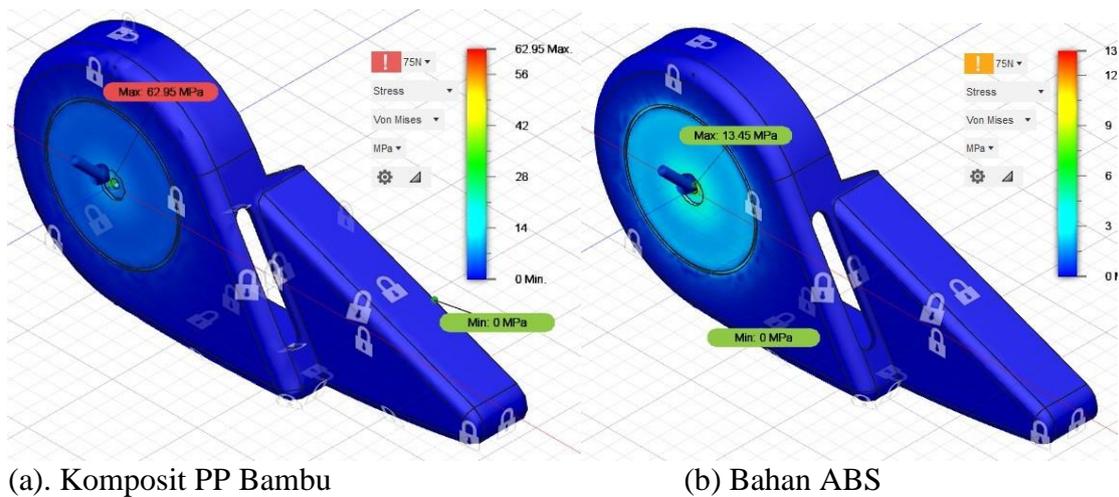
HASIL DAN PEMBAHASAN

Simulasi *Von Mises* Perbandingan Bahan Komposit PP- Bambu terhadap Bahan ABS

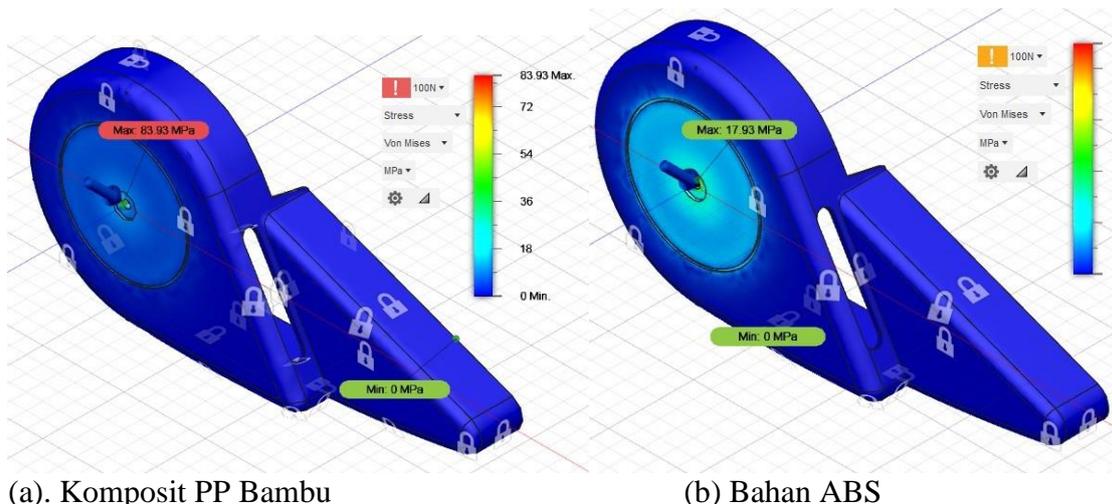
Simulasi ini dilakukan untuk mengetahui nilai kritis suatu material pada kekuatan luluh terhadap pembebanan yang diberikan. Hasil simulasi *Von Mises* dapat dilihat pada gambar berikut :



Gambar 5. Hasil Simulasi *Von Mises* dengan Gaya Sebesar 50 N



Gambar 6. Hasil Simulasi *Von Mises* dengan Gaya Sebesar 100 N



Gambar 7. Hasil Simulasi *Von Mises* dengan Gaya Sebesar 100 N

Berdasarkan Gambar.7 diketahui bahwa nilai tegangan *Von Mises* pada gaya 50N untuk material komposit PP bambu sebesar 41,9 MPa sedangkan pada material *akrilonitril butadiene stiren (ABS)* sebesar 8,9 MPa. Simulasi dengan gaya 75N sebesar 62,9 MPa untuk komponen yang bermaterial komposit PP bambu sedangkan untuk komponen material *akrilonitril butadiene stiren (ABS)* nilai tegangan *Von Mises* 13,4 MPa. Pada simulasi dengan gaya 100N nilai tegangan *Von Mises* sebesar 83,9 MPa pada komponen bermaterial komposit PP bambu, untuk komponen material *akrilonitril butadiene stiren (ABS)* nilainya sebesar 17,9 MPa. Hasil tersebut menunjukkan bahwa penambahan gaya yang diberikan mempengaruhi nilai tegangan yang terjadi, untuk perbandingan komponen bermaterial komposit PP - bambu dengan komponen bermaterial *akrilonitril butadiene stiren (ABS)* nilai tegangannya berbeda. Setelah mendapatkan tegangan *Von Mises* maka dapat nilai *safety factor* dengan menggunakan persamaan berikut :

$$n = \frac{\sigma^y}{\sigma^e} \dots\dots\dots (1)$$

Dengan,

σ^y : Yield Strenght (MPa)

σ^e : Tegangan *Von Mises* (MPa)

Maka hasilnya sebagai berikut:

Tabel 2. *Safety Factor* Pada Bahan Komponen Berkomposit Polipropilena Bambu^[6]

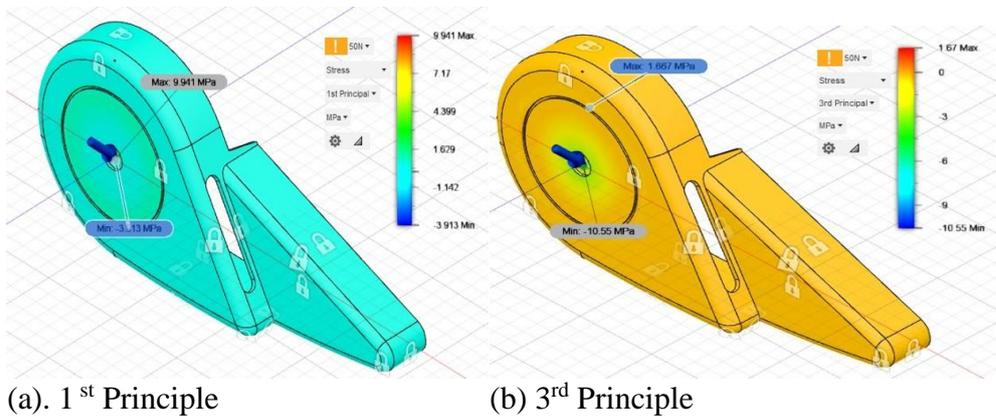
Kekuatan Luluh Bambu (MPa)	KompositNilai Tegangan <i>Von Mises</i> (MPa)	<i>SafetyFactor</i>
22,56	41,9	0,5
22,56	62,9	0,3
22,56	83,9	0,2

Tabel 3. *Safety Factor* Pada Bahan ABS^[7]

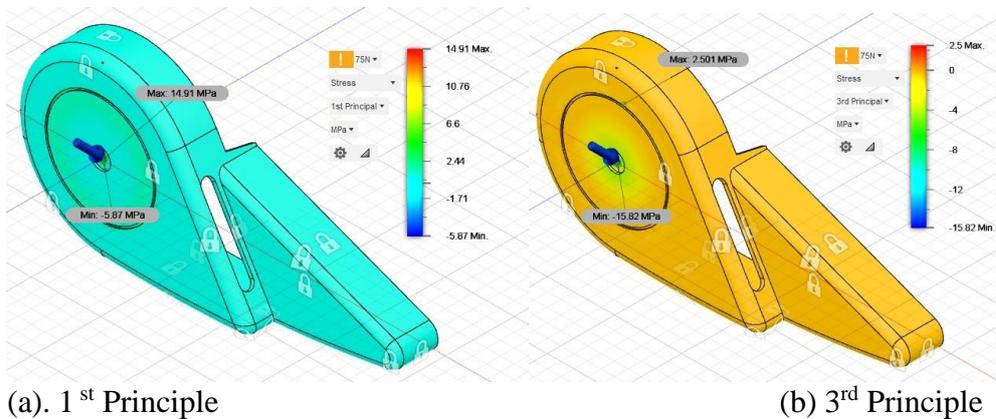
Kekuatan Luluh ABS (MPa)	Nilai Tegangan Von Mises (MPa)	Safety Factor
20	8,9	2,2
20	13,4	1,4
20	17,9	1,1

Hasil Simulasi 1st principal dan 3rd principal pada Bahan Komposit PP-Bambu

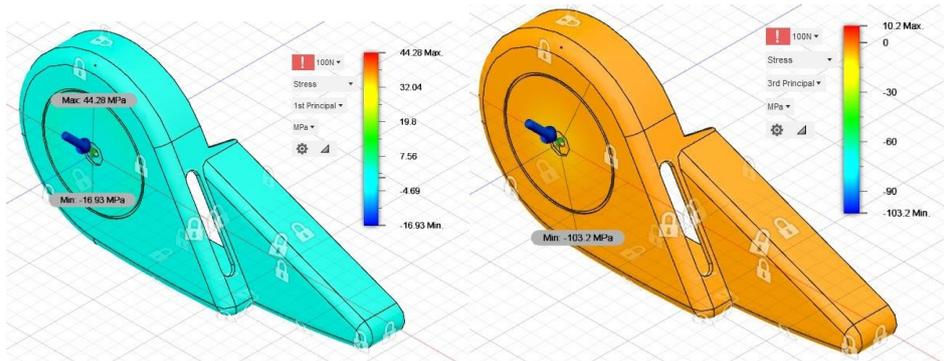
Kedua simulasi ini dilakukan guna mengetahui kemampuan suatu material apabila diaplikasikan dengan tujuan mendapatkan nilai tegangan maksimum tarik pada 1st principal dan tekan pada 3rd principal. Berikut hasil simulasi 1st principal dan 3rd principal.



Gambar 8. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 50 N



Gambar 9. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 75 N

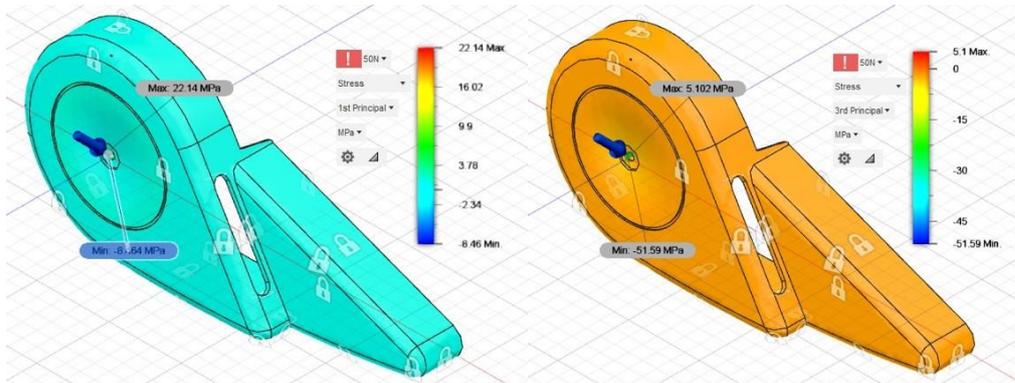


(a). 1st Principle

(b) 3rd Principle

Gambar 10. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 100 N

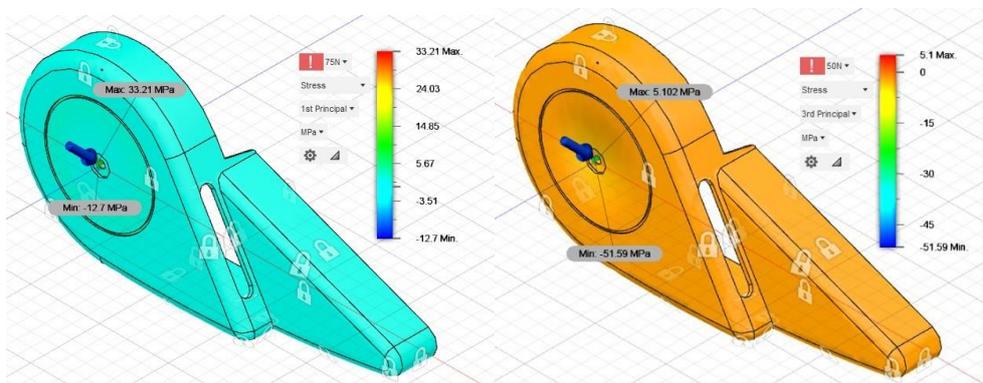
Hasil Simulasi 1st principal dan 3rd principal pada Bahan ABS



(a). 1st Principle

(b) 3rd Principle

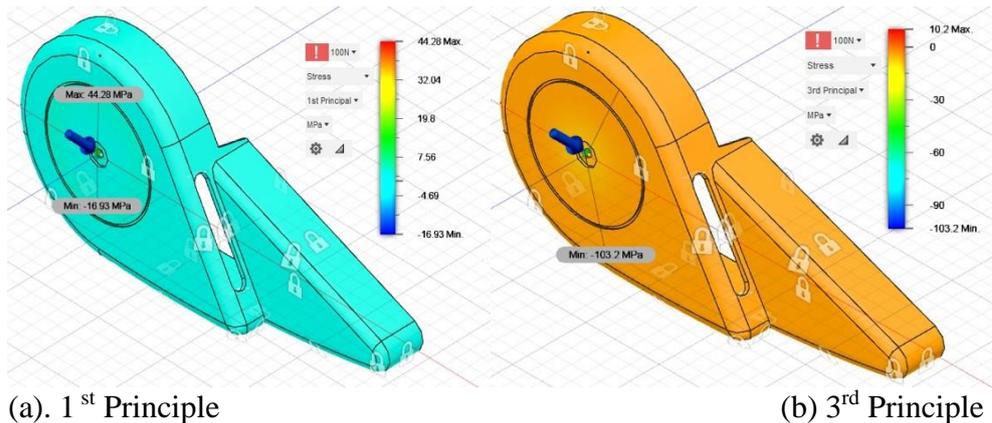
Gambar 11. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 50 N



(a). 1st Principle

(b) 3rd Principle

Gambar 12. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 75 N



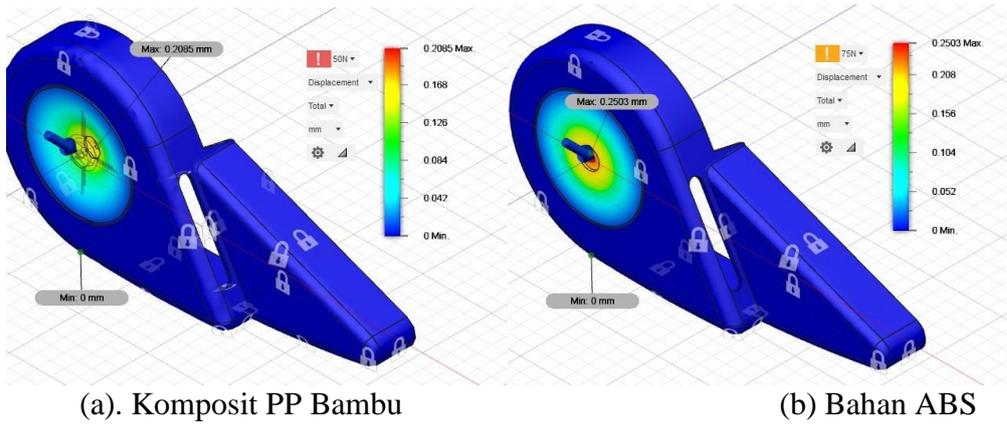
Gambar 13. Hasil Simulasi 1st Principle dan 3rd Principle dengan Gaya Sebesar 100 N

Hasil simulasi *1st principal* pada Gambar 8 s/d 13. Material komposit PP bambu yang diberikan gaya 50N mendapatkan hasil sebesar 22,1 MPa sedangkan pada material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* dengan nilai 9,9 MPa. Untuk nilai *1st principal* pada material komposit PP-bambu dengan gaya 75N sebesar 33,2 MPa sedangkan pada material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* nilainya 14,9 MPa. Pada material komposit PPbambu dengan gaya 100N diperoleh nilai sebesar 44,2 MPa dan material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* dengan nilai 19,8 MPa. Tujuan simulasi *1st principal* adalah untuk mengetahui tegangan tarik maksimum material yang digunakan pada komponen dengan gaya yang sesuai terhadap lingkungan kerja komponen. Hasil menunjukkan bahwa semakin besar pemberian gaya yang pada komponen diikuti dengan peningkatan tegangan tarik maksimum pada komponen, perbandingan material komposit PP- bambu dengan material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)*, dipastikan bahwa material komposit PP-bambu memiliki tegangan tarik maksimum yang lebih tinggi dari material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)*, namun begitu tegangan tarik yang mampu diterima oleh kedua material memiliki perbedaan nilai yang cukup jauh pada masing-masing material.

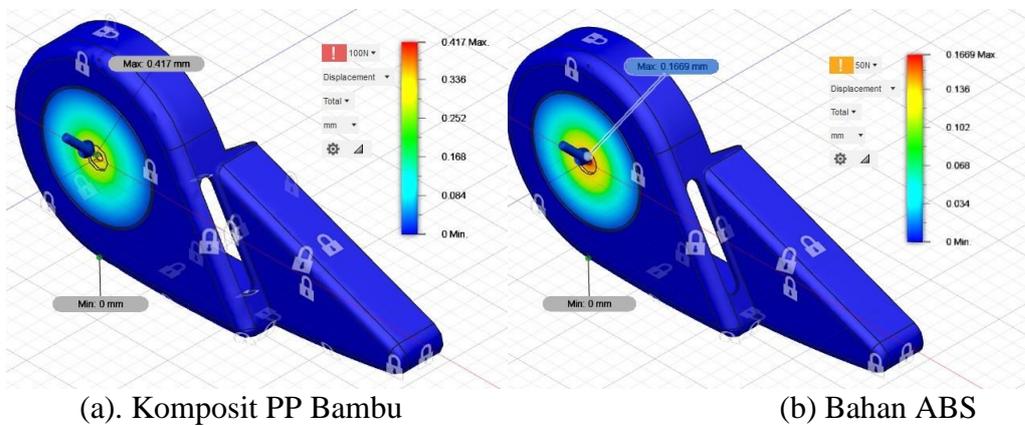
Pada simulasi *3rd principal* berdasarkan Gambar.8, bahwa pada gaya 50N nilai yang diperoleh sebesar 5.1 MPa untuk material komposit bambu-PP, dan material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* sebesar 1,67 MPa. Pada gaya 75N untuk material komposit PP-bambu nilainya sebesar 7,65 MPa, dan untuk material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* dengan nilai sebesar 2,5 MPa. Nilai yang diperoleh pada gaya 100N sebesar 10,2 MPa untuk material komposit bambu-PP ,dan untuk material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)* sebesar 3,3 MPa. Simulasi *3rd principal* bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan tekan maksimum pada material yang diaplikasikan pada suatu komponen. Hasil pada simulasi tersebut menunjukkan bahwa nilai pada komponen yang menggunakan material komposit PP-bambu memiliki nilai tegangan tekan maksimum yang tinggi dibandingkan material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)*.

Simulasi Displacement Perbandingan Bahan Komposit PP- Bambu terhadap Bahan ABS

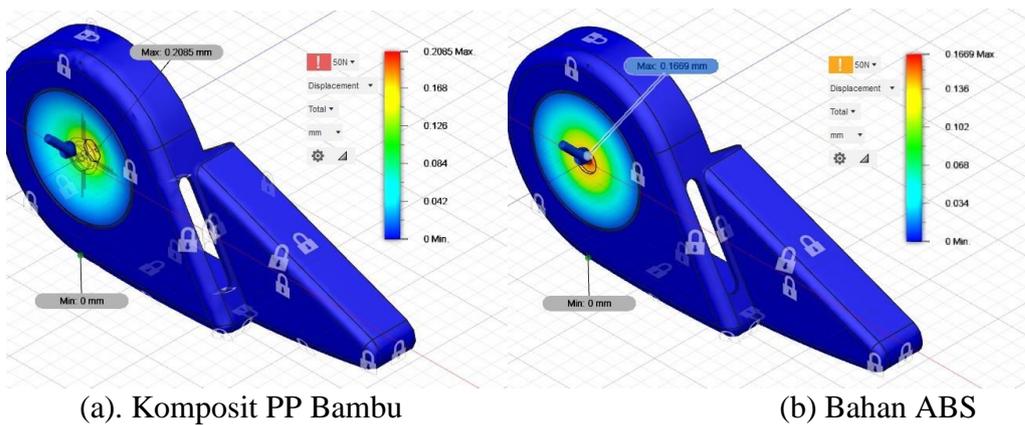
Simulasi ini berguna untuk mengetahui besar deformasi yang terjadi pada komponen dengan implementasi pembebanan yang diberikan. Hasil dari *displacement* yang terjadi sebesar 50N,75N,100N adalah sebagai berikut:



Gambar 14. Hasil Simulasi Displacement dengan Gaya Sebesar 50 N



Gambar 15. Hasil Simulasi Displacement dengan Gaya Sebesar 75 N



Gambar 16. Hasil Simulasi Displacement dengan Gaya Sebesar 100 N

Hasil simulasi *displacement* pada gaya 50N sebesar 0,2 mm untuk material komposit PP-bambu sedangkan pada material *akrilonitrnil butadiena stiren (ABS)* sebesar 0,16 mm. Pada gaya 75N adalah sebesar 0,3 mm untuk material komposit PP-bambu sedangkan pada material *akrilonitrnil butadiena stiren(ABS)* sebesar 0,25 mm. Sedangkan pada gaya 100N diperoleh sebesar 0,4 mm untuk material komposit PP-bambu dan pada material *akrilonitrnil butadienastiren (ABS)* sebesar 0,3 mm. Simulasi *displacement* bertujuan untuk menunjukkan deformasi pada material komponen *adjuster*

seat mobile dengan hasil nilai deformasi pada material komposit PP- bambu lebih besar berbanding material *akrilonitril butadiena stiren (ABS)*. Dari simulasi ini juga diketahui bahwa deformasi yang terjadi semakin besar seiring dengan pertambahan pembebanan. Jika peningkatan gaya semakin besar maka deformasi pada komponen juga akan meningkat.^[7]

PENUTUP

Simpulan

Setelah dilakukan simulasi dan analisis kritis maka dapat disimpulkan bahwa hasil simulasi *Von Mises* pada pembebanan 100N nilai maksimum sebesar 83,9 untuk material komposit bambu, sedangkan pada material *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)* nilai 13,4 nilai safety factor yang sama di angka 15 untuk material komposit bambu dan 15 pada material *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)*. Hasil Simulasi pada 1st principal menunjukkan nilai tarik maksimum pada material komposit lebih tinggi daripada material *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)* dengan didapatkan nilai 19,8 untuk material komposit bambu dan 44,2 untuk *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)* pada beban yang diberikan 100N. Pada simulasi displacement menunjukkan bahwa material komposit bambu memiliki nilai deformasi lebih tinggi dengan nilai 0,4mm dan material *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)* didapatkan nilai deformasi 0,3mm dengan pembebanan 100N. Material komposit serat bambu dapat digunakan sebagai pengganti material utama yaitu *Akrilonitril butadiene stiren (ABS)* dikarenakan material komposit bambu memiliki sifat luluh dan elastisitas yang baik ketika diberikan pembebanan walaupun kedua material tersebut memiliki karakteristik serta sifat mekanik yang tidak berbeda jauh sehingga dapat digunakan sebagai komponen otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Akampunguza, O., Wambua, P. M., Ahmed, A., Li, W., & Qin, X. H. (2017). Review of the applications of biocomposites in the automotive industry. *Polymer Composites*, 38(11), 2553-2569.
- Autodesk (2021). Fusion 360 Features. Tersedia pada: <https://www.autodesk.com/products/fusion-360/Features>.
- Autodesk (2021). Simulation 360. Tersedia pada: <https://knowledge.autodesk.com/search-result/caas/vhelp/help-dev-autodesk-com/v/Simulation-360/enu/2013/Help/0016-Getting-16/0074-Autodesk74/0075-LinearS75.html>.
- Das, S. (2001). *The Cost of Automotive Polymer Composites: A Review and Assessment of DOE's Light Weight Materials Composites Research* (p. 47). Oak Ridge, Tennessee, USA: Oak Ridge National Laboratory.
- Ezekwem, D. (2016). *Composite Materials Literature review for Car bumper*.
- Hanada, K., Djamil, S., & Lubis, S. Y. (2021). Sifat Tarik Dan Sifat Lentur Pada Body Motor Komposit Lamina Dengan Perlakuan Alkali. *POROS*, 17(1), 16-25.
- Mardiyati, S., Raden, R., & Ikhsan, P. (2016). Sifat mekanik komposit polipropilena berpenguat serat *Sansevieria unidirectional*. *Jurnal Mesin*, 25(2), 73-82.
- Masdani, M., & Dharta, Y. (2018). Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Gaharu Sebagai Material Pengganti Fiberglass Pada Pembuatan Dashboard. *Manutech: Jurnal Teknologi Manufaktur*, 10(01), 33-38.

- Nurudin, A. (2011). Potensi pengembangan komposit berpenguat serat kulit Waru (*Hibiscus Tiliaceus*) kontinyu laminat sebagai material pengganti fiberglass pada pembuatan lambung kapal. *INFO-TEKNIK*, 12(2), 1-9.
- Rohmawati, P. A., Yushardi, Y., & Gani, A. A. (2017). Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Ramah Lingkungan Hasil Sintesis Dari Serat Lidah Mertua (*Sansevieria Trifasciata*) Dan Selulosa Bakteri. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 6(4), 364-370.
- Subyakto, S., & Gopar, M. (2009). Tinjauan Penelitian Terkini tentang Pemanfaatan Komposit Serat Alam untuk Komponen Otomotif Review on current research on utilization of natural fiber composites for automotive components. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 7(2), 92-97.
- Sulaiman, M., & Rahmat, M. H. (2018). Kajian potensi pengembangan material komposit polimer dengan serat alam untuk produk otomotif. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Mesin*.
- Taufik, I. (2012). Perilaku Creep pada Komposit Polyester dengan Serat Kulit Bambu Apus (*Gigantochloa Apus* (JA & JH Schultes) Kurz). *MECHANICAL*, 3(2).
- Verma, D., & Senal, I. (2019). Natural fiber-reinforced polymer composites: Feasibility study for sustainable automotive industries. In *Biomass, biopolymer-based materials, and bioenergy* (pp. 103-122). Woodhead Publishing.
- Zariatn, D. L., Ravizqi, M. A., & Siregar, A. S. (2020). Analisis Pengaruh Waktu Perebusan Serat Bambu Apus (*Gigantochloa Apus*) Pada Larutan NaOH Terhadap Beban Tarik. In *Prosiding Seminar Rekayasa Teknologi (SemResTek)* (pp. TTG51-TTG57).