

Analisis Kekuatan Material *Fiber Carbon* Dengan Variasi *Core* Terhadap Kekuatan Impak Pada Tulangan Bodi Mobil Garnesa Racing Team

ALDIANSYAH RUSMINANDA

S1 Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email : aldiansyah.17050754032@mhs.unesa.ac.id

Novi Sukma Drastiawati

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
Email : novidrastiawati@unesa.ac.id

Abstrak

Menyambut mobil listrik di era industri 4.0 maka para produsen mobil juga harus mempertimbangkan tingkat emisi karbon yang dihasilkan pada tiap mobil yang diproduksinya. namun bagi para produsen mobil listrik dampaknya pada lingkungan tentu akan sangat baik karena mobil listrik kita ketahui bahwa mereka memiliki *zero emission* atau tidak memiliki emisi gas buang. Penggunaan mobil listrik tentunya akan efisien jika diimbangi dengan berat total kendaraan sehingga jarak tempuh mobil listrik ketika semakin ringan mobil maka jarak yang ditempuh akan semakin jauh. Salah satu bagian mobil listrik yang dapat direkonstruksi adalah bagian bodi mobil. Kebanyakan bagian bodi mobil menggunakan pelat logam dengan ketebalan 0,5mm – 1mm yang tentunya cukup berat. rekonstruksi bodi mobil dapat dilakukan menggunakan bahan-bahan komposit yang bertujuan untuk mendapatkan hasil yang ringan dan kuat. Oleh karena itu komposit yang akan digunakan oleh peneliti merupakan komposit *sandwich* dengan menggunakan serat karbon dan variasi *core*. Variabel bebas yang digunakan pada penelitian ini adalah variasi antara *core* alternatif (tanah liat, plastisin, dan selang *spiral flexible*) dan *core* sintesis (*polyurethane*, *divinycell h-80*, dan *honeycomb*). Pengujian yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji impak dan uji struktur mikro setiap spesimen. Hasil uji pada tiap spesimen memiliki nilai rata-rata pada *core* alternatif yaitu tanah liat 0,008486 J/mm², plastisin 0,026149J/mm², dan selang *spiral flexible* 0,030421 J/mm². Dan pada *core* sintesis yaitu *polyurethane* 0,035125 J/mm², *divinycell h-80* 0,028299 J/mm², *honeycomb* 0,032309 J/mm². Dan perbedaan *cost* dalam produksi antara *core* alternatif dan *core* sintesis memiliki perbedaan harga yang relatif tinggi yaitu Rp. 1.713.000 pada *core* sintesis dan pada *core* alternatif membutuhkan biaya Rp. 835.000, yang mana biaya produksi *core* alternatif lebih rendah.

Kata Kunci: *bodi mobil listrik, komposit sandwich, core alternatif, core sintesis, uji impak.*

Abstract

Welcoming electric cars in the industrial era 4.0, car manufacturers must also consider the level of carbon emissions produced in each car they produce. but for electric car manufacturers the impact on the environment will certainly be very good because we know electric cars that they have zero emissions or do not have exhaust emissions. The use of an electric car will certainly be efficient if it is balanced with the total weight of the vehicle so that the mileage of an electric car when the car is lighter, the distance traveled will be further. One of the parts of an electric car that can be reconstructed is the car body. Most parts of the car body use metal plates with a thickness of 0.5mm – 1mm which is certainly quite heavy. Reconstruction of the car body can be done using composite materials that aim to get a light and strong result. Therefore, the composite that will be used by the researcher is a sandwich composite using carbon fiber and variations of cores. The independent variable used in this study is the variation between alternative cores (clay, plasticine, and flexible spiral hose) and synthetic cores (*polyurethane*, *divinycell h-80*, and *honeycomb*). The tests carried out in this study were the impact test and the microstructure test of each specimen. The test results on each specimen have an average value on alternative cores, namely clay 0.008486 J/mm², plasticine 0.026149J/mm², and flexible spiral hose 0.030421 J/mm². And the synthetic cores are *polyurethane* 0.035125 J/mm², *divinycell h-80* 0.028299 J/mm², *honeycomb* 0.032309 J/mm². And the difference in cost in production between alternative cores and synthetic cores has a relatively high price difference, namely Rp. 1,713,000 on synthetic cores and on alternative cores costs Rp. 835,000, which is the lower cost of producing alternative cores.

Keywords: *electric car body, sandwich composite, alternative core, synthetic core, impact test.*

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi sekarang ini dalam kehidupan manusia dapat menghadirkan penemuan-penemuan baru. Salah satunya dunia teknik material yang menunjukkan perkembangan yang sangat pesat. Hal ini dikarenakan dalam setiap perancangan keteknikan pemilihan material yang tepat sangat berpengaruh pada rancangan yang diimplementasikan banyak variabel dalam teknik material yang dapat dimodifikasi menyesuaikan dengan dana dan kebutuhan rancangan tersebut untuk menciptakan suatu rancangan yang optimal dan efisien. Pada perkembangannya, para peneliti komposit memfokuskan penelitiannya untuk menciptakan material yang lebih kuat, lebih tangguh dan yang lebih ringan untuk mendukung perkembangan teknologi dan konsep perancangan bentuk-bentuk struktur kompleks seperti pada pesawat terbang, struktur otomotif, dan struktur bilah turbin angin (Nugroho dan Wantogia dalam Gururaja dan Rao, 2012)

Material komposit adalah material yang tersusun dari bahan struktural yang terdiri dari dua atau lebih bahan yang digabungkan pada tingkat makroskopik dan tidak larut satu sama lain (Nugroho dan Wantogia dalam Gururaja and Rao, 2013). Komposit menggunakan matriks polimer atau komposit polimer merupakan material yang menggunakan polimer. Sebagai matriks dan serat penguat. Serat yang umum digunakan dalam material komposit polimer adalah serat gelas, serat karbon dan serat organik lainnya (Murdiyati, 2018). Keuntungan utama penggunaan komposit polimer adalah kekuatan dan kekakuannya tinggi, densitasnya rendah, tahan korosi, umur Lelah Panjang, dan mudah dibentuk.

Inovasi pada bidang material dengan mengembangkan material komposit *sandwich* untuk penerapan pada bodi mobil merupakan upaya untuk meringankan berat mobil. Material komposit *sandwich* merupakan paduan antara material *core* dengan laminasi *skin* pada setiap *face*/permukaan. Proses pembuatan material pada penelitian ini adalah *vacuum assisted resin infusion* (VARI). Pada

metode ini serat yang masih kering diletakkan didalam *vacuum bag* yang semula dibuat *vacuum*. Dengan memanfaatkan ruang *vacuum* di dalam *vacuum bag* resin dialirkan melalui serat kemudian diuang di sebuah wadah bernama *resin trap* (Goren and Atas, 2008). Dengan menggunakan metode ini distribusi resin akan lebih efisien dan kelebihan resin tidak akan mengganggu struktur komposit yang akan dihasilkan sehingga fraksi volume serat yang diinginkan dapat tercapai (Sevkata dan Brahimb, 2011).

Dari uraian diatas maka penulis tertarik untuk menganalisa kekuatan komposit *sandwich* dengan

Carbon Fiber Reinforced Plate (RCFP) sebagai *skin* dan menggunakan beberapa material alternatif sebagai bahan *core* untuk tulangan dan menggunakan metode VARI (*Vacuum Assisted Resin Infusion*) pada bodi mobil Tim Garuda UNESA yang mana memiliki beberapa struktur vital dan lengkung yang harus diberi penguat. Diharapkan beberapa alternatif *core* pada tulangan bodi mobil dapat meningkatkan kekuatan impak dari komposit *sandwich* dan hasil dari analisa ini dapat digunakan sebagai referensi dari pabrikan otomotif dan benkel reparasi bodi mobil.

METODE

Metode yang digunakan dalam pada penelitian ini adalah metode pendekatan secara kuantitatif. Metode penelitian secara kuantitatif memiliki arti yaitu metode yang berlandaskan pada filsafat positivisme, umumnya digunakan untuk meneliti pada populasi atau sampel tertentu, teknik pengambilan sampel biasanya dilakukan secara random, pengumpulan data menggunakan instrumen penelitian, analisis data bersifat kuantitatif statistik dengan tujuan untuk menguji hipotesis yang telah ditetapkan (Sugiyono, 2016).

Tempat dan Waktu Penelitian

• Tempat Penelitian

Proses manufaktur dan penggarapan spesimen dilakukan di *workshop* Garnesa Racing Team Universitas Negeri Surabaya dan pengujian spesimen untuk mendapatkan data penelitian dilakukan di laboratorium pengujian bahan Teknik Mesin Polteknik Negeri Malang.

• Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan selama bulan maret-mei 2021 selama tiga bulan, setelah proposal skripsi disetujui.

Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

• Variabel Bebas (*Independent Variabel*)

Tabel 1. Variabel Bebas

NO	<i>core</i>	Laminasi <i>skin</i>
1	Tanah Liat	2 layer
2	Plastisin	2 layer
3	Selang <i>Spiral Flexible</i>	2 layer
4	<i>Polyurethane</i>	2 layer
5	<i>Divynycell h-80</i>	2 layer

6	Honeycomb	2 layer
---	-----------	---------

• **Variabel Terikat (*Dependent Variabel*)**

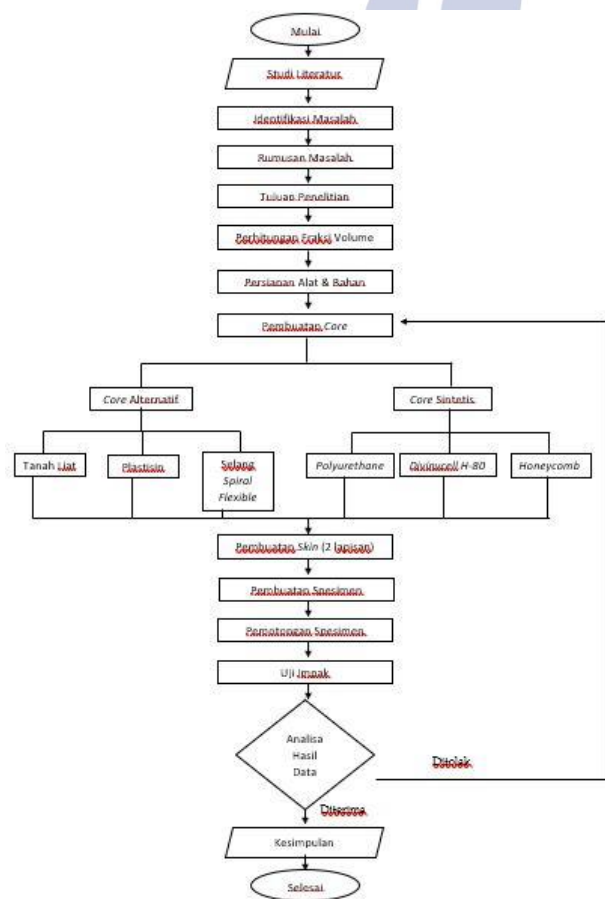
Variabel terikat pada penelitian ini adalah hasil uji impak spesimen komposit *sandwich* dengan menggunakan variasi *core*.

• **Variabel Kontrol (*Control Variabel*)**

Variabel kontrol pada penelitian ini adalah : *epoxy* resin tipe *bisphenol A-epichlorohydrin* dan *hardener polyiminoamide*, perbandingan *epoxy* dan *hardener* 3 : 1, tebal *core* komposit *sandwich* 10mm, *layer* serat karbon yang digunakan 2 lapis, daya *vacuum* yang digunakan sebesar 1 HP.

Rancangan Penelitian

Proses penelitian dilakukan seperti diagram alir (*Flowchart*) dibawah.



Gambar 1. Diagram Alir (*Flowchart*) penelitian

Proses Pembuatan Spesimen

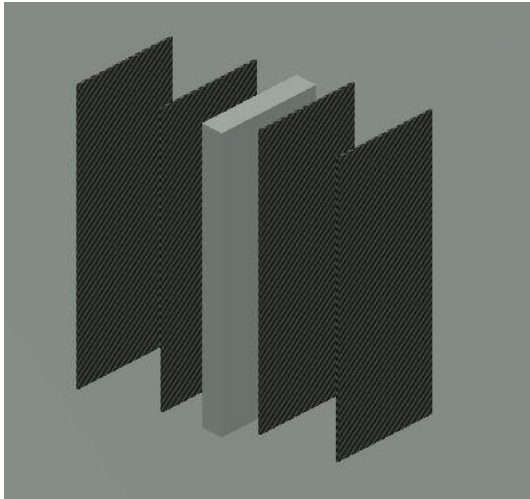
- Persiapan alat dan bahan.
- Bahan yang dibutuhkan dalam pembuatan spesimen komposit *sandwich* berupa resin *epoxy* tipe *epoxy bisphenol a-epiclorohydrin*, *hardener polyiminoamide*, serat karbon, *core* alternatif dan *core* sintetis.

- pembuatan cetakan (*molding*) dari akrilik dengan ukuran yang diinginkan.
- Pemotongan ukuran serat karbon dan *core* yang akan digunakan untuk komposit *sandwich*.
- Setelah cetakan (*molding*) telah selesai di manufaktur tahap selanjutnya adalah pemberian WAX yang berguna sebagai lapisan Pelepas antara cetakan (*molding*) dan komposit.
- Letakan susunan komposit *sandwich* pada cetakan (*molding*) yang telah diberi WAX, dengan susunan 2 lapis serat karbon – *core* – 2 lapis serat karbon Kembali.
- Lanjutkan dengan pemberian bahan yang digunakan sebagai proses *vacuum* dengan susunan *peel ply* – *infusion mesh* - *vacuum bagging*.
- Rekatkan bagian terluar *vacuum bagging* dengan *sealant tape* dan rekatkan pada cetakan (*molding*) agar tidak ada udara yang masuk saat proses *vacuum*.
- Lubangi bagian *input* dan *output* cetakan (*molding*) untuk selang aliran resin. Selang *input* berfungsi untuk masuknya resin dan selang *output* untuk mengeluarkan resin ke resin *catcher*.
- Bagian selang *output* pada cetakan disambungkan ke resin *catcher* agar resin yang berlebih dapat terperangkap pada resin *catcher*.
- Lubang lain pada resin *catcher* disambungkan ke mesin *vacuum* untuk penekanan udara. Pada proses ini tahapannya dari cetakan (*molding*) – resin *catcher* – mesin *vacuum*.
- Mesin *vacuum* yang digunakan menggunakan daya 1 HP..
- Proses pemvacuuman terjadi Selama 12 jam dengan tidak ada kebocoran sama sekali.
- Setelah proses pemvacuuman selesai Langkah selanjutnya pelepasan komposit *sandwich* dari cetakan (*molding*)..
- Setelah lepas dari cetakan (*molding*) lakukan pemotongan material dengan ukuran 150mm x 15mm x 10mm

Susunan Layer Komposit Sandwich Pada Penelitian Ini

Tabel 2. Susunan Laminasi Komposit FML

Bahan	Total Layer
Serat Carbon atas	2
core	1
Serat Carbon bawah	2



Gambar 2: Susunan Komposit Sandwich

Pengujian Impak

Uji impak pada penelitian ini digunakan untuk mengetahui kekuatan beban kejut pada setiap spesimen dengan variasi *core* yang digunakan. Dengan standar ASTM D 5942-96 dengan ukuran spesimen 150mm x 15mm x 10mm. Nilai ketangguhan impak dapat dihitung dengan rumus dibawah ini.

$E_{serap} = energi\ awal - energi\ akhir$ (1)

$= m.g.h_1 - m.g.h_2$ (2)

$= m.g (R \cos \alpha) - m.g (R \cos \beta)$ (3)

$E_{serap} = m.g.R (\cos \beta - \cos \alpha)$ (4)

Dimana

E_{serap} : energi serap spesimen (J)

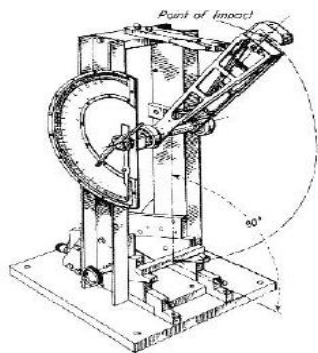
Harga *Impact* : harga *impact* spesimen (J/mm²)

m : massa pendulum (kg)

R : panjang lengan (m)

α : sudut ayunan pendulum awal (°)

β : sudut ayunan pendulum akhir (°)



Gambar 3. Alat Uji Impak

HASIL DAN PEMBAHASAN

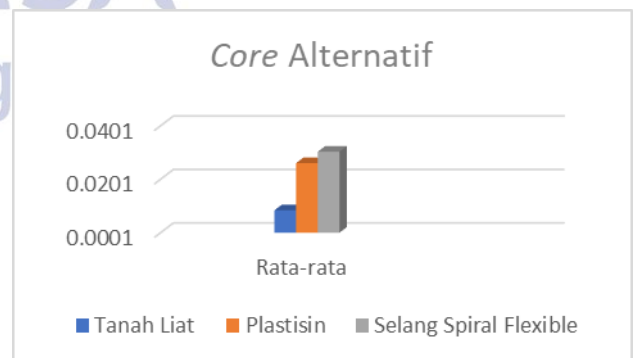
Tabel 3. Data Hasil Uji Impak

Core	Bahan	Spesimen	Hasil Uji Impak (J/mm ²)
------	-------	----------	--------------------------------------

Core	Bahan	Spesimen	Hasil Uji Impak (J/mm ²)
Alternatif	Tanah Liat	1	0.003717
		2	0.007354
		3	0.014387
		Rata-rata	0.008486
	Plastisin	1	0.036351
		2	0.01778
		3	0.024315
		Rata-rata	0.026149
	Selang Spiral Flexible	1	0.033474
		2	0.024315
		3	0.033474
		Rata-rata	0.030421
Sintetis	Polyurethane	1	0.033474
		2	0.044445
		3	0.027455
		Rata-rata	0.035125
	Divinycell H-80	1	0.02109
		2	0.036351
		3	0.027455
		Rata-rata	0.028299
	Honeycomb	1	0.039139
		2	0.024315
		3	0.033474
		Rata-rata	0.032309

Pengujian impak dilakukan dengan metode *charpy*, variasi yang digunakan pada penelitian ini memiliki enam variasi spesimen uji dimana tiap variasi memiliki tiga spesimen. Dan hasil pada tiap variasi akan dirata-rata, berdasarkan data hasil diatas dapat dianalisa dan dijabarkan dengan grafik.

Analisa Data Nilai Kekuatan Impak Menggunakan Variasi Core Alternatif

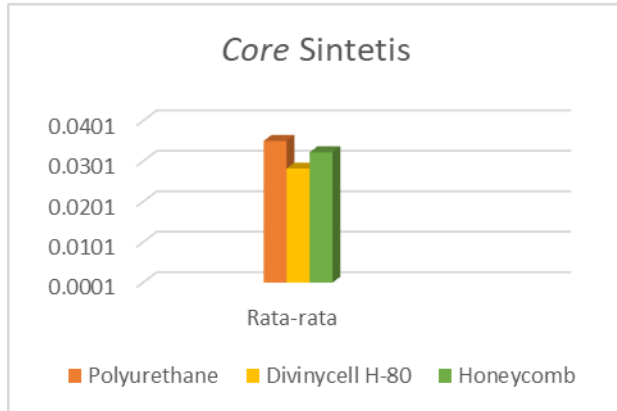


Gambar 4. Grafik Hasil Rata-rata Pengujian Impak Menggunakan Core Alternatif

Pada Gambar 4 dapat dilihat rata-rata kekuatan impak komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* Alternatif dengan Tanah Liat 0.008486 j/mm², Plastisin

0.026149j/mm², dan Selang *Spiral Flexible* 0.030421j/mm². Pada uji impak komposito *sandwich* dengan *core* alternatif yang mendapatkan hasil rata-rata tertinggi adalah komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* plastisin yang menghasilkan nilai impak sebesar 0,030421 j/mm².

• **Analisa Data Nilai Kekuatan Impak Menggunakan Core sintetis**



Gambar 5. Grafik Hasil Rata-rata Pengujian Impak Menggunakan Core Sintetis

Pada gambar 5 dapat dilihat rata-rata komposit *Sandwich* dengan menggunakan *core* Sintetis dengan *Polyurethane* 0,035125 j/mm², *Divinycell H-80* 0,028299 j/mm², dan *Honeycomb* 0,032309 j/mm². Pada uji impak komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* sintetis yang mendapatkan hasil rata-rata tertinggi adalah komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* *Polyurethane* yang menghasilkan nilai impak sebesar 0,035125 j/mm².

Uji Stastika

Analisis data yang digunakan pada penelitian ini adalah analisis data deskriptif, kuantitatif pada Teknik ini peneliti akan memperkirakan besarnya pengaruh secara kuantitatif (Hasan, 2006). Pada penelitian ini peneliti akan menggunakan aplikasi SPSS 20 dengan menggunakan metode anova satu (*one way anova*). Untuk lanjut ke pengujian anova data yang didapatkan pada penelitian harus dipastikan sampel terdistribusi normal, sama (homogen), atau sampel tidak terdistribusi normal (tidak homogen). Oleh karena itu, pengujian uji normalitas dan uji homogenitas harus dilakukan terlebih dahulu.

Uji Normalitas

Berikut adalah uji normalitas menggunakan aplikasi SPSS 20 dengan menggunakan metode anova satu (*one way anova*) :

Tabel 4. Hasil Uji Normalitas Pengujian Impak Menggunakan SPSS 20

Tests of Normality						
Core	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Statistic	df	Sig.	Statistic	df	Sig.
Alternatif	.176	9	.200	.933	9	.508
Sintetis	.169	9	.200	.973	9	.921

Hasil uji normalitas tabel 4. diatas didapatkan nilai sig. 0,508 dan 0,921 yang memiliki arti nilai sig. yang didapatkan diatas 0.05 sehingga dapat disimpulkan bahwa data yang didapat dari pengujian terdistribusi normal.

Uji Homogenitas

Dibawah ini adalah hasil tabel uji homogenitas dari data uji impak yang dihasilkan oleh bantuan aplikasi SPSS 20 dengan menggunakan metode *Levene's Test of Error Variance*.

Tabel 5. Hasil Uji Homogenitas Pengujian Impak Menggunakan SPSS 20

<i>Levene's Test of Error Variance</i>			
Dependent Variabel : Kekuatan Impak			
F	df1	df2	Sig.
2.454	1	16	.137

Pengujian homogenitas pada tabel 5. dilakukan untuk mengetahui homogen atau tidak dari sampel tersebut. Dari hasil tabel uji homogenitas diatas didapatkan nilai sig. 0,137 yang mana nilai tersebut masih diatas 0,05 sehingga dapat dikatakan bahwa data hasil uji impak homogen

Uji Anova

Pengujian anova menggunakan metode anova satu (*one way anova*), hipotesa yang dimiliki harus ada untuk dapat menarik sebuah kesimpulan. Hipotesa yang dimasukan adalah :

- Ho

Tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada kekuatan impak pada komposit *sandwich* antara *core* alternatif dan *core* sintetis. Dan Selisih harga produksi antara core alternatif dan sintetis tidak berbeda jauh.

- Ha

Terdapat perbedaan yang signifikan pada kekuatan impak pada komposit *sandwich* antara *core* alternatif dan *core* sintetis. Dan Selisih harga produksi antara *core* alternatif dan sintetis berbeda jauh.





Tabel 6. Hasil Uji Anova Pengujian Impak Menggunakan SPSS 20

Tests of Between-Subjects Effects					
Dependent Variable: Kekuatan Impak					
Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	.000 ^a	1	.000	4.850	.043
Within Groups	.000	16	.000	892.717	
Total	.000	17			

Pada pengambilan kesimpulan dengan metode anova satu (*one way anova*) adalah dengan membandingkan p hitung dengan signifikansi $\alpha = 5\%$ (0,05). Nilai sig. pada tabel 6 adalah 0.043, sehingga dapat disimpulkan bahwa H_0 ditolak dan H_a diterima, atau dengan kata lain Terdapat perbedaan yang signifikan pada kekuatan impak pada komposit *sandwich* antara *core* alternatif dan *core* sintetis. Dan Selisih harga produksi antara *core* alternatif dan sintetis berbeda jauh.

Bentuk Patahan Hasil Uji

Tabel 7. Patahan Hasil Pengujian Impak

Core	Sifat Patahan Spesimen	
Alternatif	 Tanah Liat (Fibrous fracture)	 Selang Spiral Flexible (brittle)
Sintetis	 Divinycell H-80 (Brittle to ductile transition)	 Polyurethane (Ductile)

Pada tabel 7. Diatas dapat disimpulkan patahan yang terjadi pada penelitian ini memiliki empat sifat patahan yaitu : *fibrous fracture*, *Brittle*, *Brittle to ductile transition*, dan *ductile*. Pada komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* tanah liat memiliki tampak permukaan berserat (*Fibrous Fracture*) patahan dengan menggunakan perbesaran 1.000x. Pada selang *spiral flexible* memiliki pataham *brittle* yang memiliki tekstur granular (mengkilap) yang mana mengarah ke patahan getas. Pada *divinycell h-80* memiliki patahan *brittle to ductile*

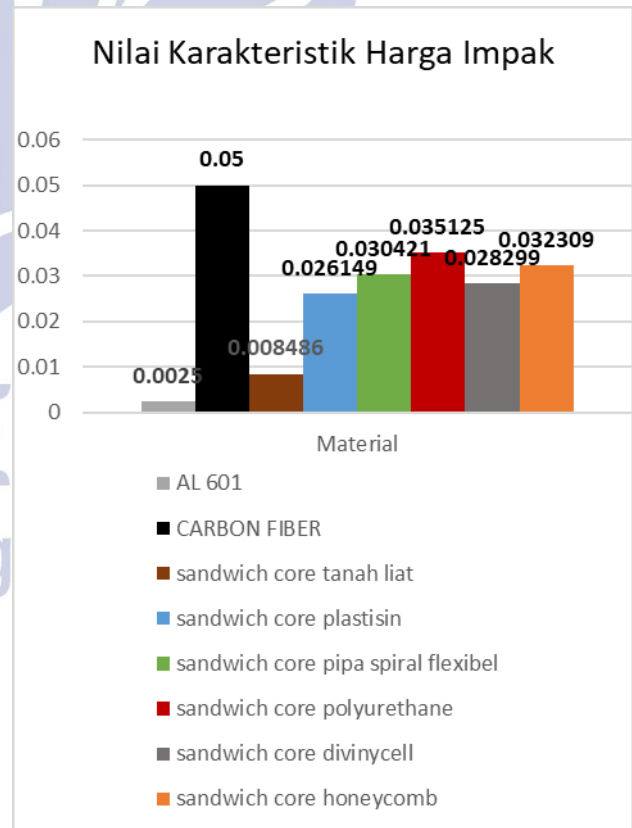
transition yang memiliki warna mengkilap dan adanya deformasi yang terjadi pada spesimen. Dan pada *core polyurethane* terjadi patahan *ductile* karena pada *core* meiliki tekstur serat yang rapat.

Perbandingan Kekuatan Impak Spesimen

Komposit *sandwich* merupakan material yang memiliki lebih dari dua penyusun atau lebih dan memiliki sifat-sifat tersendiri pada setiap penyusun yang digunakan. Dan saat material diberikan beban kejut secara tiba-tiba maka sifat yang dimiliki oleh material penyusun komposit *sandwich* akan menyerap beban yang diberikan dengan baik maupun buruk tergantung sifat yang dimiliki pada setiap spesimen.

Tabel 8. Nilai Kekuatan Material Penyusun

Material Penyusun	Kekuatan Impak (J/mm ²)	Sumber
Carbon	0,05	O. Flasar, 2017
Core alternatif	0.04337	-
Core sintetis	0.063821	-



Gambar 8: Grafik Nilai Kekuatan Impak Komposit *sandwich* dengan variasi *core*.

Grafik diatas menunjukkan harga kekuatan impak (j/mm²) pada hasil penelitian komposit *sandwich*. Komposit *Sandwich* dengan *core polyurethane*

mendapatkan hasil paling tinggi yaitu sebesar 0,035125 J/mm².

ANALISA BIAYA

Hasil luaran material dari penelitian ini adalah sebagai penerapan untuk bodi mobil tim garnesa dan untuk para pelaku bengkel bodi mobil komposit . bodi mobil adalah salah satu bagian utama dari kendaraan dimana berfungsi untuk melindungi pengemudi dari bahaya, panas matahari dan hujan. Bodi mobil dibuat sedemikian mungkin untuk mendapatkan nilai aerodinamis yang kecil agar lebih efisien dan Konstruksi material bodi mobil yang digunakan harus kuat agar dapat menahan benturan ketika digunakan di jalan. Berikut biaya manufaktur dalam pembuatan komposit *sandwich* dalam menggunakan *core* alternatif dan *cor* sintetis :

Tabel 9. Biaya produksi menggunakan *core* alternatif

Bahan	Ukuran	Biaya
Resin	1 kaleng	Rp. 180.000
<i>Core</i>	50m	Rp. 80.000
Serat Karbon	1m ²	Rp. 575.000
Total	1m² (Spesimen)	Rp. 835.000

Tabel 10. Biaya produksi menggunakan *core* sintetis

Bahan	Ukuran	Biaya
Resin	1 Kaleng	Rp. 180.000
<i>Core</i>	1m ²	Rp. 958.000
Serat Karbon	1m ²	Rp. 575.000
Total	1m ² (Spesimen)	Rp. 1.713.000

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan pengaruh dari “Analisis Kekuatan Material *Fiber Carbon* dengan variasi *Core* terhadap Kekuatan Impak Pada Tulangan Bodi Mobil GARNESA RACING TEAM”. Variasi komposit *sandwich* dengan menggunakan *core* alternatif (tanah liat, plastisin, selang *spiral flexible*) dan *core* sintetis (*polyurethane*, *divinycell H-80*, *Honeycomb*) maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Pada penelitian ini yang berjudul “Analisis Kekuatan Material *Fiber Carbon* dengan variasi *Core* terhadap Kekuatan Impak Pada Tulangan Bodi Mobil GARNESA RACING TEAM” memiliki pengaruh yang signifikan antara *core* alternatif dan *core* sintetis dengan menggunakan uji statistika menggunakan aplikasi SPSS 20. Dan hasil uji pada tiap spesimen memiliki nilai rata-rata pada *core* alternatif yaitu tanah liat 0,008486 J/mm², plastisin 0,026149J/mm², dan selang *spiral flexible* 0,030421 J/mm². Dan pada *core*

sintetis yaitu *polyurethane* 0,035125 J/mm², *divinycell h-80* 0,028299 J/mm², *honeycomb* 0,032309 J/mm².

- Mekanisme kegagalan pada *core* alternatif memiliki kegagalan yaitu patahan yang bersifat *fibrous fracture* yaitu tanah liat, dan patahan bersifat *brittle* yaitu plastisin dan selang *spiral flexible*. sedangkan pada *core* sintetis memiliki patahan yang bersifat *brittle to ductile transition* yaitu *divinycell h-80* dan *honeycomb*, dan patahan bersifat *ductile* yaitu *polyurethane*.
- Perbedaan *cost* dari produksi komposit *sandwich* menggunakan *core* sintetis membutuhkan biaya yang relatif tinggi yaitu Rp. 1.713.000 dan pada *core* alternatif membutuhkan biaya Rp. 835.000, yang mana biaya produksi *core* alternatif lebih rendah.

Saran

Berdasarkan hasil pada penelitian dan pembahasan ini, maka penulis memperoleh saran sebagai berikut :

- Pada penelitian selanjutnya sebaiknya *core* yang digunakan pada komposit *sandwich* adalah *core* yang memiliki massa yang ringan agar sesuai pada pengaplikasiannya yaitu sebagai tulangan pada bagian bodi mobil.
- Pada penelitian selanjutnya sebaiknya sifat *core* yang digunakan berupa padatan dan tidak berupa serat karena pada saat proses *vacuum*, *core* yang berbentuk serat tidak dapat menyerap matriks dengan baik.
- Penggunaan *core* sintetis sangatlah baik dari segi kekuatan namun tidak dalam segi *cost*, sehingga penggunaan *core* alternatif sangatlah dibutuhkan dengan mengetahui parameter kekuatannya. Agar para pelaku bengkel mobil khususnya bengkel bodi mobil dapat mengurangi biaya produksi untuk menarik lebih banyak konsumen.
- Pada saat proses *vacuum* pastikan media *vacuum* yang digunakan maupun bagian *molding* tidak ada kebocoran agar meminimalisir hasil yang tidak diinginkan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Dr. Soeryanto, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin di Universitas Negeri Surabaya, Priyo Heru Adiwibowo, S.T., M.T. selaku Ketua Program Studi S1 Teknik Mesin di Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Surabaya, Novi Sukma Drastiawati, S.T., M.Eng. selaku dosen pembimbing, Tri Hartutuk Ningsih, S.T., MT. selaku dosen penguji 1, Akhmad Hafizh Ainur Rasyid, S.T., M.T. selaku dosen penguji 2 serta teman-teman Garnesa Racing Team yang memberikan tempat dan fasilitas penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Pribadi Surya Ocky. 2015. Proses Pembuatan Bodi Pada Mobil Listrik Menggunakan Bahan Komposit
- Pulungan Anhar. 2017. Analisis Kemampuan Rompi Anti Peluru Yang Terbuat Dari Komposit *HGM-EPOXY* dan Serat Karbon Dalam Menyerap Energi Akibat *Impact* Peluru.
- Putrady Gagas Ikhsan. 2011. Kekuatan Impak Komposit *Sandwich* Berpenguat Serat Aren.
- Setyawan, Respati dan Dzulfikar. 2020. Analisa Kekuatan Komposit *Sandwich* Karbon *Fiber* Dengan *Core Styrofoam* Sebagai Material Pada Model Pesawat Tanpa Awak (Uji Tarik & Uji Bending).
- Muchtiwibowo Leksa Rio, Manik Parlindungan, Jokosisworo Sarjito. 2016. "Analisa Teknis dan Ekonomis Penggunaan Material Komposit *Sandwich* Dengan Metode *Vacuum Infusion* Sebagai Material Kapal".
- Diab Group. 2017. *Datasheet Divinycell Barracuda*.
- Aprilia. D, Pasek Nugraha. N, Rihendra Dantes. K. 2018. Analisa Kekuatan *Impact* Dan Model Patahan Komposit Polyester-Serat Enceng Gondok di Tinjau Dari Tipe Penyusunan Serat".
- Widyantoro Singgih. 2019. Studi *Impact* dan Kuat Tarik Komposit Matrik *Epoxy* Yang Diperkuat Serat Ijuk Aren dan Bekatul Ditinjau Dari Variasi Volume
- Jhon dan Utomo. 2017. Analisis Aerodinamika *Body* Mobil Hemat Energi Antawirya *Residual-Sat* Dengan Menggunakan Metode *Computational Fluid Dynamics*.
- Satrio, 2011, "Penggunaan Metode *Vacuum Asisted Resin Infusion* Pada Bahan Uji Komposit *Sandwich* Untuk Aplikasi Kapal Bersayap *WISE-8*", Fakultas Ilmu Matematika dan Pengetahuan Alam, Univeristas Indonesia.
- Sugiyono, 2016. "Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D". diproduksi di Bandung: PT Alfabet.
- S. Sutjipto. 2011. Aircraft Material – Ferrous.
- Reddy, Rahul. 2017. "Composite Materials - History, Types, Fabrication Techniques, Advantages, and Applications". *International Journal of Mechanical And Production Engineering*. Vol. 05 (09)