

# Variasi Jumlah Layer Coremat E Glass dengan Metode Hand lay up dan Vacuum Infusion terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Impact

Muchammad Ismail Zakariyah<sup>1</sup>, Vuri Ayu Setyowati<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknologi Industri,

Institut Teknologi Adhi Tama Surabaya

E-mail: [machilden72@gmail.com](mailto:machilden72@gmail.com)

## ABSTRACT

Composite can be defined as a material that is built from a combination of two or more materials. The combination of these materials makes the composite have different characters, especially in terms of their mechanical properties. It is a material that is formed from a combination of two or more materials to form a composite material that has different mechanical properties. This study aims to analyze the method of making composite materials using epoxy as a matrix and coremate E-Glass filler. The variation of manufacturing methods used is the Hand lay up and Vacuum infusion methods. The material is made with a lamina structure and varies in the number of layers, 2,3, and 4 layers. Once formed, the composite material is then tested for tensile to obtain mechanical properties data. The test process uses a specimen with geometry and dimensions based on ASTM D3039. Based on the tensile test, the values obtained from several parameters such as maximum force (maximum strength), tensile strength (tensile strength), and modulus of elasticity of the composite material. The highest strength results are composites made through the Vacuum infusion method with 4 filler layers, namely 37.93 MPa and the lowest yield on the Hand lay up method, varying the number of layers in 4 layers with a result of 22.89 MPa. The greatest modulus of elasticity was obtained in the composite material made through the Vacuum infusion method with 2 layers of filler, namely 4.35 Gpa. While the lowest result was the variation of the number of 4layers with the Hand lay up method with the result of 1.86 GPa. Testing with the Impact strength test to see the impact strength of the composite material. The standard impact test used is ASTM D6110. The impact strength increases with increasing fiber volume fraction. The highest result (0.038 J/mm<sup>2</sup>) was obtained when using 4 layer variation with the Vacuum infusion method. On the other hand, the lowest result (0.003 J/ mm<sup>2</sup>) was obtained when using 2 layer variation with the Hand lay up.

**Keywords:** coremat fiber, variation of number of layers, composite, pull, impact

## ABSTRAK

Komposit dapat diartikan sebagai material yang terbuat dari gabungan antara dua atau lebih material. Gabungan material tersebut membuat komposit memiliki karakteristik yang berbeda, khususnya dalam hal sifat mekaniknya. merupakan suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik berbeda. Penelitian ini memiliki tujuan untuk menganalisis pengaruh metode pembuatan material komposit dengan menggunakan epoxy sebagai matriks dan coremate E-Glass sebagai filler. Variasi metode pembuatan yang digunakan adalah metode Hand lay up dan Vacuum infusion. Material dibuat dengan struktur lamina dan bervariasi jumlah layer 2,3, dan 4 layer. Setelah terbentuk, material komposit selanjutnya diuji tarik untuk memperoleh data sifat mekanik material. Proses pengujian tarik menggunakan spesimen dengan geometri dan dimensi yang sesuai dengan ASTM D3039. Berdasarkan pengujian tarik, maka diperoleh nilai dari beberapa parameter seperti gaya maksimal (maximal force), kekuatan tarik (tensile strength), dan modulus elastisitas dari material komposit. Hasil kekuatan tarik tertinggi yaitu pada komposit yang dibuat melalui metode Vacuum infusion dengan 4 layer filler yaitu sebesar 37,93 Mpa dan hasil terendah pada metode Hand lay up variasi jumlah layer pada 4 layer dengan hasil 22,89 MPa. Nilai modulus elastisitas terbesar diperoleh pada material komposit yang dibuat melalui metode Vacuum infusion dengan 2layer filler yaitu sebesar 4,35 Gpa. Sedangkan hasil terendah pada variasi jumlah 4layer metode Hand lay up dengan hasil 1,86 GPa. Pengujian dilanjutkan dengan uji Impact Strength untuk mengetahui kekuatan impact material komposit. Standar pengujian impact yang digunakan adalah ASTM D6110. Kekuatan impact mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya fraksi volume serat. Hasil tertinggi pada variasi 4 layer yaitu 4 layer dengan metode Vacuum infusion yaitu sebesar 0,038 J/mm<sup>2</sup>, sedangkan hasil terendah pada variasi 2 layer dengan metode Hand lay up yaitu sebesar 0,003 J/mm<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** serat coremat, variasi jumlah layer, komposit, tarik, impact

## PENDAHULUAN

Semakin pesat perkembangan teknologi, membuat semakin kompleksnya kebutuhan dari suatu materail. Sehingga, hal tersebut juga membuat aplikasi material komposit menjadi lebih tinggi dengan siring berjalannya waktu. Saat ini, aplikasi material komposit untuk substitusi material logam menjadi semakin meningkat. Selain dalam bidang otomotif, aplikasi material komposit tadi saat ini juga telah digunakan pada bidang properti serta arsitektur. Dengan begitu, industri yang memproduksi juga semakin luas, misalkan industri otomotif, kapal boat, peralatan olahraga, infrastruktur, dan ada banyak lagi.

Dalam pembuatannya, material komposit umumnya terdiri dari material matriks dan material penguat atau filler. Aterialpenguat tersebut bisa terbuat dari bahan sintesis maupun dari serat alami. Pada proses pembuatannya, serat sintetis telah mengalami berbagai perlakuan kimia. Contoh produk serat sintesis ini antara lain serat kaca, serat karbon, dan serat asbestos. Di sisi lain, serat alami diperoleh langsung dari alam, misalkan serat aren, serat goni, sabut kelapa dan lain-lain. Karena karakteristiknya yang relatif lebih ringan dan memiliki kekuatan spesifik yang baik, maka saat ini komposit dengan serat sintetik menjadi primadona di bidang otomotif. Selain ringan, material komposit juga memiliki sifat yang tahan korosi dan kekuatan komposit juga dapat direkayasa agar sesuai dengan arah pembebanan yang bekerja.

Untuk menghasilkan karakteristik kekuatan yang diinginkan maka metode pembuatan komposit merupakan hal yang penting. Terdapat banyak metode untuk membuat material komposit. Salah satu metode yang dinilai paling murah, sederhana dan efektif yaitu metode *Hand lay up*. Meskipun demikian, metode *hand lay up* memiliki kelemahan yaitu adanya rongga akibat udara yang terperangkap diantara matriks dan serat yang dapat menurunkan kekuatan komposit karena interaksi permukaan antara serat dan matriks yang tidak sempurna. Selain itu, terdapat metode lain untuk membuat komposit, yaitu metode *vacuum Infusion*. Metode ini digunakan untuk menghilangkan resin matriks yang berlebihan dan juga mampu mengurangi bahkan menghilangkan udara yang terjebak pada laminasi[1].

## TINJAUAN PUSTAKA

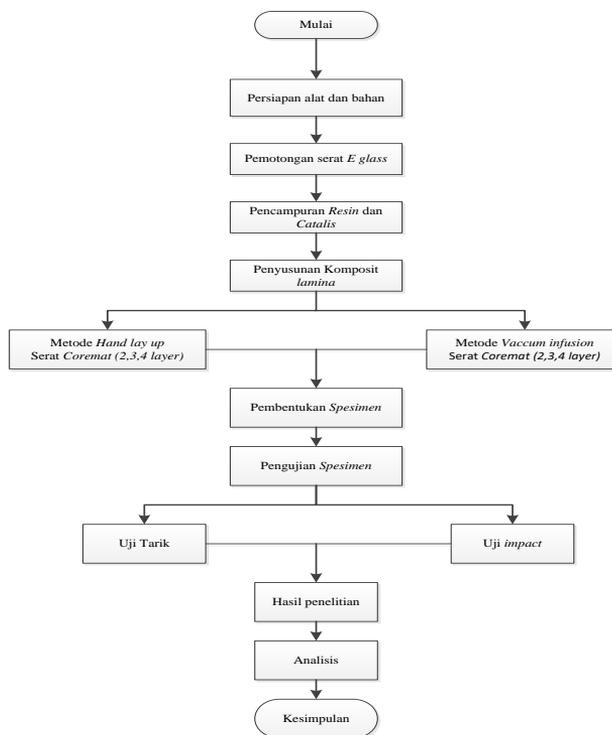
Material komposit dapat diartikan sebagai material yang meruapakan produk dari kombinasi atau penggabungan dua atau lebih material secara makroskopis. Pembuatan material komposit memiliki tujuan untuk memperoleh sifat fisik dan mekanik yang lebih baik dibandingkan masing-masing material pembuatnya. Material komposit memiliki sifat mekanik spesifik yang lebih baik jika dibandingkan dengan material logam. Sifat mekanik spesifik tadi diantaranya ialah kekakuan jenis (*modulus Young/density*) dan kekuatan jenis [2].

Komponen penyusun utama dari material komposit, terdiri dari material penguat (*reinforcement*) dan material pengikat (*matrix*). Sifat mekanik dari material komposit sangat dipengaruhi oleh komposisi material penyusunnya, geometri material penguatnya, interaksi antara material penguat dengan matriksnya. Geometri material penguat ialah bentuk, distribusi, orientasi dan ukuran dari material penguatnya. Material penguat memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan material matriks. Di dalam komposit, material penguat ini berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tarik material komposit. Di sisi lain, material matriks berperan untuk mentrasfer beban ke material penguat. Selain itu, material matriks juga berfungsi untuk menahan perambatan retakan serta melindungi material penguat dari pengaruh lingkungan dan melindungi dari terjadinya benturan eskternal. Oleh sebab itu, material penguat seharusnya memiliki sifat yang kuat dan kaku. Sedangkan material matriks biasanya memiliki sifat yang lebih lunak, liat, dan tahan terhadap perlakuan kimia. untuk bahan serat digunakan bahan yang kuat, kaku dan getas, sedangkan bahan matrik dipilih bahan-bahan yang liat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia.

Secara umum, terdapat tiga macam jenis komposit berdasarkan jenis material penguat yang digunakan [3], antara lain: (1) *Fibrous Composites* (Komposit Serat) yang merupakan jenis komposit yang hanya terdiri dari satu laminat atau satu lapisan yang menggunakan penguat berupa serat. Serat yang digunakan bisa berupa serat kaca, serat karbon, serat poli aramida, dan lain-lain. Serat ini bisa dimasukkan secara acak maupun dapat diletakkan sesuai arah dan orientasi tertentu. Selain itu, serat ini juga dapat memiliki berbagai bentuk, dari yang sederhana hingga kompleks. Jenis material penguat selanjutnya ialah (2) *Laminated Composites* (Komposit Laminat) yang merupakan jenis komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabungkan menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Terakhir, jenis serat *Particulate Composites* (Komposit Partikel) yang merupakan komposit yang menggunakan material serbuk sebagai material penguatnya. Untuk mendapatkan penguatan yang baik, serbuk tersebut seharusnya dapat terdistribusi merata pada matriks komposit.

Berdasarkan penjelasan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa material merupakan material gabungan dari dua atau lebih material yang digabungkan dalam skala makroskopis. Sehingga, penggabungan tersebut membuat material komposit memiliki sifat yang lebih unggul dari material-material penyusunnya dan memiliki kegunaan yang lebih baik.

## METODE



Gambar 1. Diagram alir penelitian

Metode penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen yang bertujuan untuk mengetahui besarnya kekuatan tarik dan kekuatan *impact* pada variasi jumlah *layer* dan perbedaan metode yang di gunakan yaitu metode *Hand lay up* dan Metode *Vacuum infusion*[4]. Adapun penelitian ini terdiri dari 3 tahap yaitu preparasi, pembentukan sampel, dan pengujian seperti

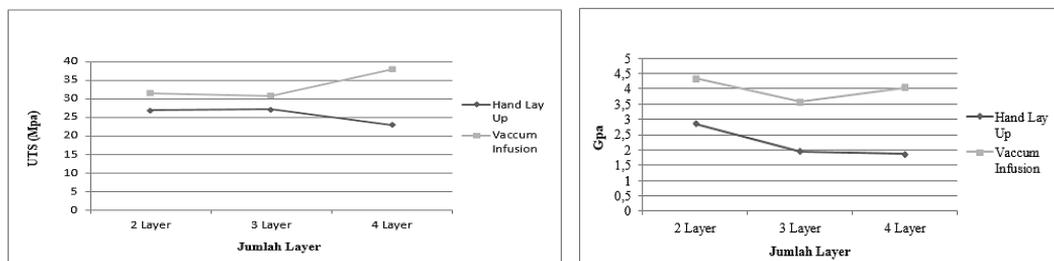
yang ditunjukkan oleh Gambar 1. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain serat *Coremat*, resin *epoxy*, katalis, dan wax mold release. Pemotongan serat dilakukan sesuai dimensi cetakan. Adapun dimensi cetakan dengan ukuran 25 cm x 1,5 cm x 1 cm untuk uji tarik dan 15 cm x 1,9 cm x 1,3 cm untuk uji *impact*.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa pengaruh variasi jumlah *layer* serat *coremat* pada *epoxy* matrix komposit terhadap kekuatan tarik. Penelitian material komposit *Fiberglass* dengan variasi *layer*. Pada pengujian tarik standart pengujian menggunakan ASTM D-3039 setelah semua data didapat, dilakukan pengolahan data dan perhitungan[5].

Tabel 1. Hasil Pengujian Tarik.

Sampel	Jumlah Layer	A <sub>0</sub> mm <sup>2</sup>	L <sub>0</sub> mm	L <sub>f</sub> mm	ΔL mm <sup>2</sup>	P <sub>max</sub> N	(ε) %	UTS (σ) Mpa	E (GPa)
Hand Lay Up	2	75	138	139,3	4,31	2011,0 <sub>5</sub>	0,94	26,81	2,85
	3	90	137,8	138	9,86	2452,5	0,14	27,25	1,94
	4	105	138	139,7	7,42	2403,4 <sub>5</sub>	1,23	22,89	1,86
Vacuum Infusion	2	75	138	139	5,54	2354,4	0,72	31,39	4,35
	3	84	138	139,2	14,31	2305,3 <sub>5</sub>	0,86	30,73	3,57
	4	134,7	138	139	7,64	2844,9	0,94	37,93	4,03

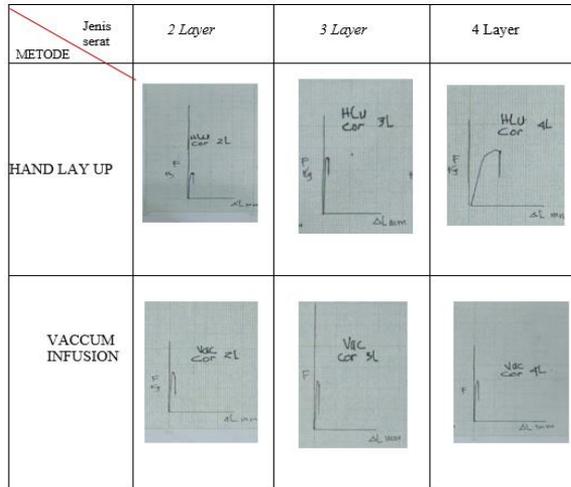


Gambar 2. Kurva uji Tarik.

Dari grafik pengujian tarik pada Gambar 2 dapat disimpulkan bahwa variasi jumlah 2 *layer* memiliki kekuatan tarik tertinggi, untuk metode *Hand lay up* memiliki nilai sebesar 26,78 Mpa sedangkan untuk metode *Vacuum infusion* memiliki nilai sebesar 31,39 Mpa. Kekuatan tarik terendah ada pada variasi jumlah 4 *layer*, pada metode *Hand lay up* memiliki nilai sebesar 22,84 Mpa dan untuk metode *Vacuum infusion* memiliki nilai sebesar 21,09 Mpa. Pada pembuatan spesimen variasi 4 *layer* mengalami penurunan kekuatan tarik di karenakan kurangnya peresapan resin terhadap filler pada metode *Hand lay up*, menyebabkan interface tidak dapat mendistribusikan beban dari metriks menuju filler. Sedangkan spesimen 4 *layer* yang mengalami penurunan kekuatan tarik pada metode *Vacuum infusion* dilihat dari segi patahan, terdapat ada rongga diantara metriks dan filler. Pada hasil yang didapat mengapa metode terjadi penurunan kekuatan tarik seiring kenaikan jumlah *layer* setelah dilihat dari struktur patahan ternyata terdapat rongga pada metriks yang menyebabkan penurunan kekuatannya. Dalam metode pembuatan spesimen dimana *Hand lay up* kekuatannya lebih rendah yang disebabkan udara yang terperangkap dalam metriks yang menyebabkan seharusnya 4 *layer* kekuatannya lebih kuat dari 2 *layer*. [6].

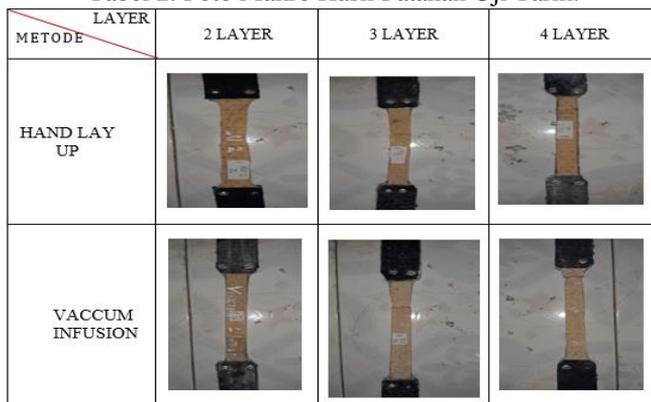
**Modulus Elastisitas**

Tolak ukuran yang umum dan sifat elastisitas suatu bahan adalah pengertian dari modulus elastisitas. Makin besar nilai modulus elastisitasnya benda, maka makin kecil regangan elastisitas dapat dihasilkan dari pemberian tegangan. Nilai tegangan memiliki nilai yang sama dengan modulus elastisitas, jika nilai modulus naik sama juga dengan nilai tegangan. Dari pengujian uji tarik komposit yang sudah dilakukan terdapat data-data yang siap diolah dan dapat dilihat dalam Tabel 1.



Gambar 3. Grafik Modulus Elastisitas uji tarik komposit.

Tabel 2. Foto Makro Hasil Patahan Uji Tarik.

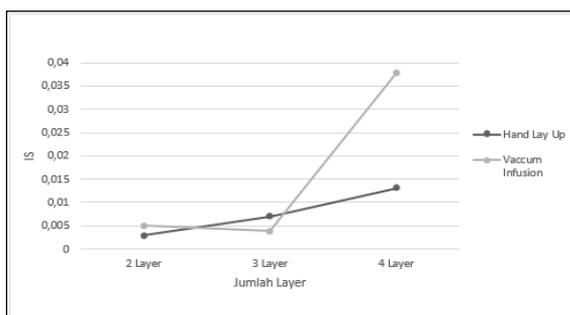


Semakin bertambahnya jumlah *layer* semakin besar kekuatan tarik bisa dilihat pada tabel 1 data pengujian tarik, Metode *vaccum* menggunakan 4 *layer* memiliki nilai kekuatan tarik 30,73 Mpa dan untuk 3 *layer* memiliki nilai kekuatan tarik 37,93 Mpa. Hubungan tegangan dan regangan pada modulus elastisitas pada metode *vacuum infusion* 3 *layer* dan 4 *layer* memiliki kekuatan tarik semakin tinggi maka *modulus elastisitas* semakin tinggi, bertambah panjang atau nilai regangan semakin besar terjadi pada tabel 1 dengan proses *Vaccum*. Menurut **Hukum Hooke** (*Hooke's Law*) menyatakan “Jika gaya Tarik yang bekerja pada pegas tidak melampaui batas elastisitas pada pegas, maka pertambahan panjang pegas berbanding lurus dengan gaya yang bekerja pada pegas”. Semakin besar gaya tarik yang bekerja pada pegas, semakin besar pertambahan panjang pegas[7].

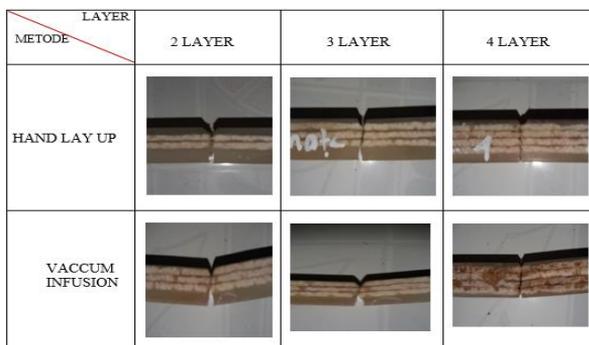
Penelitian komposit ini menggunakan variasi jumlah *layer* dan metode *Hand lay up* dan *Vacuum infusion*. Pada pengujian *impact* dan alat *impact* yang digunakan yaitu jenis *charpy*. Serat yang digunakan yaitu serat *fiberglass Coremat* (dengan variasi jumlah *layer* 2,3,dan 4). Pada pengujian kekuatan *Impact* ini standart yang digunakan yaitu ASTM D-6110. Setelah data didapat dilakukan pengolahan data dan perhitungan. Hasil yang didapat ditampilkan dalam bentuk grafik maupun tabel.

Tabel 3. Data Hasil Uji *Impact Strength*

Metode	Jumlah Layer	$A_0$ (mm <sup>2</sup> )	$\alpha$ (°)	$\beta$ (°)	m (kgf)	R (m)	$I_s$ (joule/mm <sup>2</sup> )
Hand Lay Up	2	127,03	30	29,3	26,2	0,75	0,003
	3	127,22	30	29	26,2	0,75	0,007
	4	127,05	30	28,5	26,2	0,75	0,013
Vaccum Infusion	2	127,45	30	29,1	26,2	0,75	0,005
	3	127,03	30	29,2	26,2	0,75	0,004
	4	127,04	30	27	26,2	0,75	0,038



Gambar 4. Grafik *Impact Strength*.



Gambar 5. Hasil spesimen variasi jumlah *layer* pengujian *impact*.

### Pembahasan Kekuatan *Impact*

Dari grafik uji *impact* pada Gambar 4 dapat disimpulkan bahwa 4 *layer* memiliki kekuatan *impact* tertinggi, untuk metode *Hand lay up* memiliki nilai sebesar 0,013 J/mm<sup>2</sup> dan pada metode *Vacuum infusion* memiliki nilai sebesar 0,038 J/mm<sup>2</sup>. Kekuatan *impact* terendah terdapat pada variasi 2 *layer* pada metode *Hand lay up* dengan nilai sebesar 0,003 J/mm<sup>2</sup> dan variasi 3 *layer* pada metode

*Vacuum infusion* yang memiliki nilai sebesar  $0,004 \text{ J/mm}^2$ . Semakin sedikit jumlah filler dapat mempengaruhi kuatan pada spesimen komposit, sedangkan kenapa pada variasi serat 3 *layer* pada metode *Vacuum infusion* mengalami penurunan kekuatan, di sebabkan oleh sehingga mengalami kesalahan yang dikarenakan kebocoran udara pada saat proses *vaccum* sehingga udara yang terjebak pada komposit tidak hilang sempurna.

Setelah dilakukan pengujian spesimen terdapat hasil uji *Impact* yang sudah terlampir pada Gambar 5 Grafik *Impact Strength*, dimana variasi jumlah *layer* (2,3, dan 4) pada serat Eglass tipe Coremate dengan menggunakan metode *Hand lay up*, 2 *layer* memiliki nilai  $0,003 \text{ J/mm}^2$ , 3 *layer* memiliki nilai  $0,007 \text{ J/mm}^2$ , dan 4 *layer* memiliki nilai  $0,013 \text{ J/mm}^2$ . Dimana pada variasi jumlah *layer* (2,3, dan 4) dengan menggunakan metode *Vacuum infusion*, 2 *layer* memiliki nilai  $0,005 \text{ J/mm}^2$ , 3 *layer* memiliki nilai  $0,004 \text{ J/mm}^2$ , dan 4 *layer* memiliki nilai  $0,38 \text{ J/mm}^2$ . Dari hasil tersebut pada grafik menunjukkan hasil kekuatan *Impact* terbesar pada variasi jumlah 4 *layer*, sedangkan kekuatan *Impact* terkecil di tunjukan pada grafik yaitu variasi jumlah 2 *layer* pada Metode *Hand lay up* dan 3 *layer* pada metode *Vacuum infusion*.

## KESIMPULAN

Dari hasil analisa pengujian komposit dan pembahasan data yang diperoleh, maka dapat disimpulkan bahwa pada pengujian tarik, seiring bertambahnya variasi jumlah *layer* pada komposit maka kekuatan tarik akan semakin besar. Pada pengujian *impact*, hasil paling baik yaitu pada komposit dengan variasi jumlah 4 *layer*. Seiring bertambahnya jumlah fraksi filler, maka nilai *impact* semakin besar.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Rizky, "Evaluasi Penggunaan Metode VARI (Vacuum assisted resin infusion) Pada Komposit York," 2010.
- [2] R. M. Jones, *Mechanics of Composite Material*. 1999.
- [3] R. M. Jones, *Mechanis Of Composite Materials*. 1975.
- [4] W. Ian, "Pengaruh Jumlah *Layer* dan Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan *impact* Pada Komposisi Polyester fiberglass," 2019.
- [5] 3039 ASTM. D, *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*. 2012.
- [6] S. H. Mokhamad Azissyukhron, "Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode *Hand lay up* dan Vacuum Bag Material Sanwich Composite," 2018.
- [7] M. Kannginan, *Fisika SMU Jilid 1 C*. 2006.