

PERBANDINGAN KARAKTERISTIK SERAT KARBON ANTARA METODE *MANUAL LAY-UP* DAN *VACUUM INFUSION* DENGAN PENGGUNAAN FRAKSI BERAT SERAT 60%

Gatot Eka Pramono¹, Setya Permana Sutisna²

^{1,2} Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Ibn Khaldun Bogor
Jl.K.H.Soleh Iskandar km 2, Kedung Badak Tanah Sareal, Bogor 16162

¹gatot@ft.uika-bogor.ac.id, ²setperna@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menentukan perbedaan karakteristik material komposit serat karbon dengan dua metode laminasi antara *manual lay-up* dan *vacuum infusion*. Penelitian terbagi dalam beberapa tahapan. Tahap pertama pembuatan specimen komposit dengan fraksi berat serat 60% dengan lapisan serat sebanyak 10 layer untuk uji tarik dan 40 layer untuk uji impact. Matriks yang digunakan yaitu resin epoksi. Tahap kedua adalah pengujian bahan komposit. Pengujian yang dilakukan yaitu uji tarik dan uji impact. Uji tarik dilakukan dengan menggunakan standar ASTM D3039 dan uji impact menggunakan standar ASTM 6110. Tahap terakhir yaitu hasil Analisa data dan pembahasan. Hasil pengujian kekuatan tarik komposit dengan metode *vacuum infusion* memiliki kekuatan tarik dan harga impact paling baik dengan kekuatan tarik sebesar 595.63 MPa dan modulus elastisitas sebesar 6976 MPa sedangkan energi yang diserap 2433.65 J dengan harga impactnya 33.25 J/cm². Pengujian pada specimen metode *manual lay-up* memiliki kekuatan tarik sebesar 581.93 MPa dan modulus elastisitas sebesar 10.241 MPa sedangkan energi yang diserap 2212.59 J dengan harga impact 29.41 J/cm². Berdasarkan hasil tersebut dapat dikatakan metode *vacuum infusion* memiliki karakteristik yang lebih baik dibandingkan metode *manual lay-up*.

Kata kunci : karakteristik komposit, komposit serat karbon, *manual lay-up*, *vacuum infusion*

PENDAHULUAN

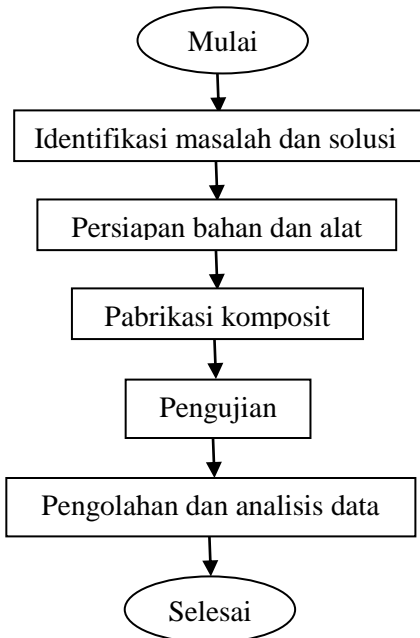
Perkembangan teknologi dan industri di dunia saat ini berkembang sangat pesat, tidak terkecuali halnya dengan teknologi di bidang ilmu material. seiring meningkatnya kebutuhan dunia industri terhadap material dengan karakteristik yang sepadan dengan logam. Kebutuhan akan penggunaan material yang baik mendorong sebagian orang untuk mengembangkan ilmu-ilmu material salah satunya adalah komposit. Komposit memiliki keunggulan dari logam yaitu dari segi kekuatan, mudah di atur memiliki kekuatan leleh yang lebih baik, memiliki kekuatan yang tinggi dan lebih ringan serta tahan korosi. Salah satu material komposit yang saat ini banyak di gunakan adalah serat karbon.

Serat karbon (karbon fiber) sebagai alternative serat grafit, grafit karbon atau karbon fiber adalah bahan yang terdiri dari serat yang sangat tipis sekitar 0.005-0.010 mm dan sebagian besar terdiri dari atom karbon. Atom

karbon yang terikat bersama dalam kristal mikroskopis yang lebih atau kurang sesuai sejajar dengan sumbu panjang serat. kesesuaian kristal membuat serat yang sangat kuat dan ringan. Serat karbon memiliki banyak pola menenun yang berbeda dan dapat di kombinasikan dengan resin atau di cetak untuk membentuk material komposit seperti plastik yang di perkuat serat karbon. Kepadatan serat karbon juga lebih rendah daripada baja, sehingga ideal untuk aplikasi yang memerlukan berat benda yang rendah. Sifat dari serat karbon seperti kekuatan tarik tinggi, berat badan rendah, dan ekspansi termal rendah membuatnya sangat populer di gunakan dalam berbagai macam hal seperti industri otomotif, pesawat terbang peralatan olahraga dan yang lain nya.[4]

METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini menganalisa dan membandingkan benda uji material komposit serat karbon antara metode *manual lay-up* dengan metode *vacuum infusion*. Diagram alir penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 diagram alir proses penelitian

Desain standar pengujian dan perhitungan material komposit berpenguat serat karbon dengan matriks resin epoksi. Parameter yang mendasar untuk mendapatkan material properties di setiap komposisi meliputi

- Pengujian tarik
- Pengujian dampak

Parameter desain benda uji (*spesimen*) dan standar pengujian dapat dilihat pada tabel 1

Tabel 1 Hasil pengujian tarik

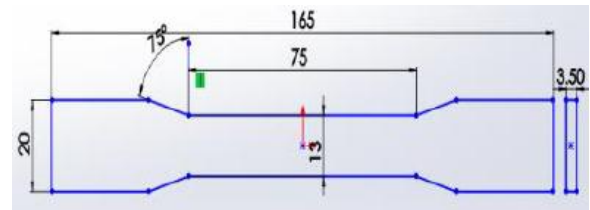
Parameter	Standar Pengujian	Dimensi
Pengujian tarik	ASTM D 3039	260 mm x 20 mm x 40 mm
Pengujian dampak	ASTM D 6110	127 mm x 120 mm x 80 mm

Proses pembuatan komposit ini menggunakan dua metode yaitu metode Metode *Mnual Lay-up* dan metode *vacuum impusion*. komposisi pencampuran komposit dari dua metode tersebut. Untuk uji tarik menggunakan 10 layer serat dengan fraksi berat 60% serat dan 40% matrix. Untuk pengujian dampak

menggunakan 40 layer serat dengan berat fraksi berat 60% serat dan 40% matrix.

Pengujian material komposit pada karbon bertujuan untuk mengetahui karakterisasi yang dimiliki pada setiap spesimen material komposit. Tempat pelaksanaan pengujian di Laboratorium Proses Produksi Universitas Ibn Khaldun Bogor. Adapun parameter pengujian meliputi:

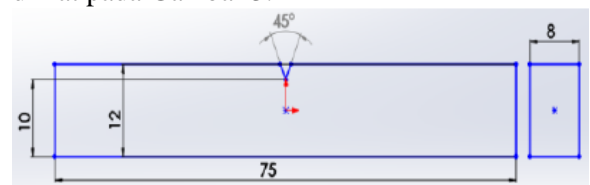
Pengujian uji tarik digunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya statis yang diberikan secara lambat. Sebelum pengujian material komposit dibentuk sesuai standar pengujian Tarik ASTM 3039 seperti pada Gambar 2. Material komposit yang sudah dibentuk ke spesimen uji tarik apabila mendapat gaya tarik, maka spesimen akan bertambah panjang. Pertambahan panjang benda apabila dibagi dengan panjang semula maka dinamakan regangan, sedangkan spesimen bekerja suatu gaya dan dibagi dengan luas penampang dari spesimen dinamakan tegangan.



Gambar 2 bentuk spesimen uji tarik

Pengujian Dampak

Pengujian dampak dilakukan untuk mengetahui kerapuhan, keuletan, dan ketangguhan bahan. Dasar pengujian dampak adalah penyerapan energi potensial dari beban yang berayun menumbuk benda uji sehingga benda uji mengalami deformasi plastis. Energi yang diserap lebih besar, maka akan terjadi peretakan pada benda uji. Sebelum pengujian dampak komposit dibentuk sesuai standar pengujian dampak ASTM D6110 yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 bentuk spesimen uji dampak

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pembuatan sampel komposit serat karbon dengan menggunakan dua metode yaitu *metode vacuum infusion* dan *manual lay-up* di buat 3 spesimen uji tarik dari masing-masing metode, hasil dari dua metode tersebut akan di bandingkan satu sama lainnya. Adapun fraksi berat yang di gunakan dalam penelitian ini ialah 60%, serat karbon dengan 10 layer serat dan 40% resin. Hasil pembuatan komposit berpenguat serat karbonn dapat kita lihat pada Gambar 4



Gambar 4 spesimen sebelum uji Tarik

Setelah komposit serat karbon di cetak dan di bentuk sesuai spesimen uji tarik berdasarkan standar ASTM D3039 kemudian di lakukan pengujian uji tarik pada komposit tersebut, gambar 5 menunjukan gambar komposit setelah di uji tarik.



Gambar 5 spesimen setelah uji tarik

Berikut ini pada tabel 2 ditampilkan data hasil pengujian tarik dan analisa komposit serat karbon antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* sesuai dengan alat uji tarik yang di gunakan pada proses uji tarik komposit tersebut .

Tabel 2 Hasil pengujian tarik

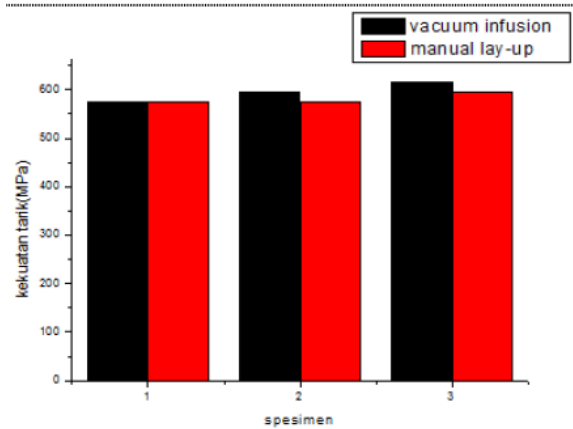
No	Metode laminasi		Panjang	Panjang	Lebar (mm)	Tebal (mm)	Gaya hidrolik F (N)
			awal (mm)	Akhir (mm)			
1	Vacuum infusion	1	75	80	13	2,6	21.128,8
		2	75	82	13	2,6	21.883,4
		3	75	83	13	2,6	22.638
2	Manual lay-up	1	75	79	13	2,6	21.128,8
		2	75	79	13	2,6	21.128,8
		3	75	80	13	2,6	21.883,4

Hasil pengujian tarik sampel komposit berpenguat karbon antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion*, kemudian diperoleh data yang selanjutnya diolah untuk mendapatkan data kekuatan tarik, regangan, dan modulus elastisitas. Data yang diperoleh dapat ditunjukkan pada tabel 4

Tabel 4 Karakteristik kekuatan Tarik, regangan, dan modulus elastisitas komposit serat karbon

No	Metode laminasi		σ (MPa)	ϵ	E (Mpa)
1	Vacuum infusion	1	575,09	0,066	8.713
		2	595,63	0,093	6.404
		3	616,17	0,106	5.812
		\bar{X}	595,63	0,088	6.976
2	Manual lay-up	1	575,09	0,053	10.850
		2	575,09	0,053	10.850
		3	595,63	0,066	9.024
		\bar{X}	581,93	0,057	10.241

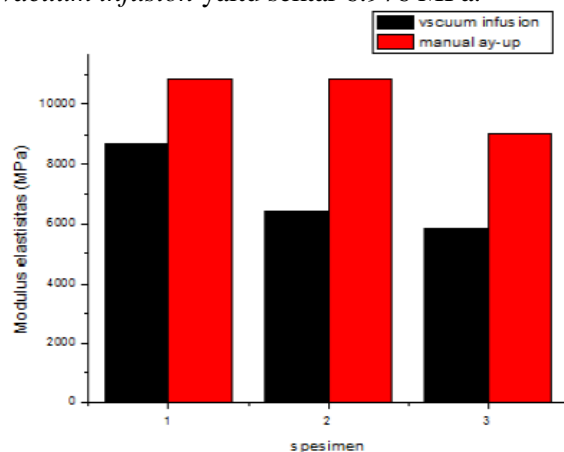
Dari hasil pengujian uji tarik di dapat kekuatan tarik maksimum dengan nilai tertinggi pada spesimen 3 dengan metode *vacuum infusion* yaitu sebesar 616,17 MPa. Gambar 3.3 menunjukan diagram perbedaan kekuatan hasil pengujian uji tarik dan kekuatan maksimal untuk setiap spesimen. Gambar 6 menunjukkan perbandingan kekuatan tarik komposit karbon metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion*.



Gambar 6 perbandingan karakteristik kekuatan tarik serat karbon

Suatu bahan yang memiliki kekakuan tinggi bila mendapat beban (dalam batas elastisnya) akan mengalami deformasi elastis tetapi hanya sedikit saja. Kekakuan bahan biasanya ditunjukkan oleh modulus elastisitas. Makin besar modulus elastisitas komposit, maka semakin kaku bahan komposit tersebut. Penelitian ini diperoleh bahan komposit yang memiliki modulus elastisitas rata-rata 6.976 MPa untuk metode *vacuum infusion* dan 10.241 MPa untuk metode *manual lay-up*.

Pada pada gambar grafik 7 diperoleh komposit dengan modulus elastisitas tertinggi dari metode *manual lay-up* yaitu sekitar 10.241 MPa sedangkan nilai modulus elastisitas terendah di dapat dari komposit dengan metode *vacuum infusion* yaitu sekitar 6.976 MPa.



Gambar 7 modulus elastisitas komposit serat karbon

Data hasil pengujian impact komposit serat karbon antar metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* dan dengan fraksi berat serat

60% dengan 40 layer serat, di tunjukan pada Tabel 3.3 di dalam Tabel 5 ini di tunjukan energi yang di serap dan besarnya nilai H2 pada masing-masing specimen. Pada Gambar 3.5 dapat kita lihat specimen uji impact sebelum di lakukan pengujian impact.



Gambar 3.5 specimen uji impact

Tabel 5 hasil pengujian impact

No	Metode laminasi	Specimen	Sudut (α)	Sudut (β)	H1 (cm)	H2 (cm)
1	Vacuum infusion	1	90°	73°	108	76.42
		2	90°	70°	108	71.07
		3	90°	68°	108	67,54
2	Manual lay-up	1	90°	77°	108	83.71
		2	90°	70°	108	71.07
		3	90°	71°	108	72.82

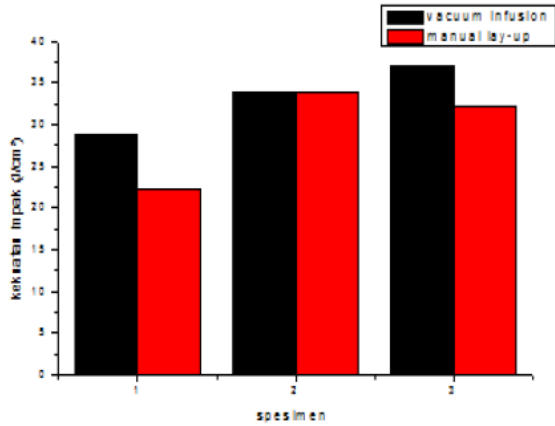
Data hasil pengujian impact serat karbon antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* dapat kita lihat pada tabel 3.4 Pada tabel 6 dapat kita lihat nilai energy serap dan harga impact yang di dapatkan dari hasil pengujian tersebut.

Tabel 6 Hasil analisa pengujian impact

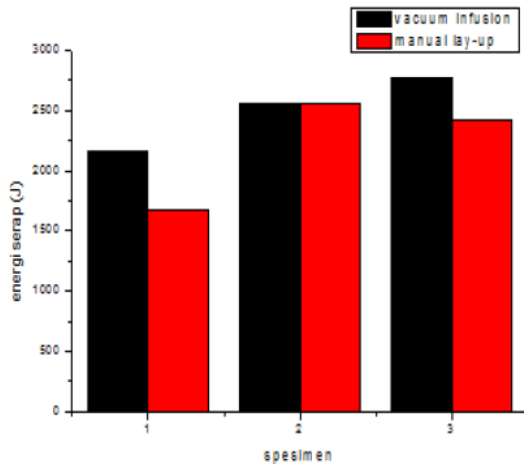
No	Metode laminasi	Specimen	E serap (J)	H impact (J/cm ²)
1	Vacuum infusion	1	2.168,59	28,91
		2	2.535,98	33,81
		3	2.778,38	37,04
		\bar{X}	2.433,65	33,25
2	Manual lay-up	1	1.667,99	22,23
		2	2.533,98	33,81
		3	2.415,81	32,21
		\bar{X}	2.212,59	29,41

Dari hasil pengujian impact antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* kemudian di buat grafik perbandingan antara

kedua metode tersebut, pada Gambar 7 berikut disajikan grafik perbandingan antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion*.



Gambar 7 Perbedaan kekuatan impact metode *manual lay-up* dengan *vacuum infusion*



Gambar 8 Perbedaan penyerapan energi metode *manual lay-up* dengan *vacuum infusion*

Energi serap dan kekuatannya impact dengan metode *vacuum infusion* cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan metode *manual lay-up*, hal ini disebabkan pada spesimen uji dari metode *vacuum infusion* jarak antara lapisan serat dengan serat yang lain nya lebih rapat hal ini disebabkan dalam proses pembuatan specimen untuk metode *vacuum infusion* ada tekanan dari *vacuum mesh* terhadap serat sehingga serat tersebut lebih rapat dan distribusi matrik resin merata pada setiap lapisan serat hal ini lah yang membuat specimen uji impact dari metode *vacuum infusion* lebih kuat menerima beban kejut dari pendulum. Dalam penelitian ini

energi serap rata-rata dari metode *vacuum infusion* ialah sebesar 2.433,65 J dan harga impact rata-rata 33,25 J/cm² sedangkan energi serap yang di hasilkan dari peruses *manual lay-up* adalah 2.212,59 J dan harga impact rata-rata 29,41 J/cm².

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pengamatan komposit dengan berpenguat serat karbon antara metode *manual lay-up* dan *vacuum infusion* dengan fraksi berat serat 60%. Dan selanjutnya di lakukan pengujian karakteristik dari masing-masing spesimen komposit tersebut adapun pengujian yang di lakukan ialah pengujian tarik dan pengujian impact. Dari hasil pngujian tersebut maka di peroleh beberapa kesimpulan sebagai berikut.

1. Kekuatan komposit serat karbon dengan menggunakan metode *vacuum infusion* lebih kuat di bandingkan metode *manual lay-up* dengan kekuatan tarik rata-rata 595,63 MPa dengan modulus elastisitas 6.976 MPa dengan kekuatan impact rata-rata 33,25 J/cm² dan energi yang di serap 2.433,65 J. sedangkan hasil dari kekuatan tarik dengan metode *manual lay-up* ialah 581,93 MPa dan modulus elastisitas sebesar 10.241MPa dan kekuatan impact rata-rata 29,41 J/cm² dan besar energi yang di serap ialah 2.212,59 J hal ini membuktikan bahwa dalam peruses pembuatan sebuah komposit harus di perhatikan pula distribusi matik dengan serat agar merata pada saat pelaminasian serat.
2. Dalam metode *vacuum infusion* pendistribusian matrik (resin) bisa merata karena adanya tekanan dari *vacuum* yang mendorong lapisan paling atas serat dan sisa-sisa udara yang terjebak di antara anyaman serat dapat terbawa oleh *vacuum* hal ini membuat distribusi penguat (resin) menjadi merata dan meminimalisir adanya void pada lapisan serat.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Suwanto, Bodja. 2010. Pengaruh Temperatur Post-Curing Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Epoksi Resin Yang Diperkuat Woven Serat Pisang, Jurusan Teknik Sipil Politeknik Negeri Semarang.
- [2] Salahudin, Xander. 2012, Kaji Pengembangan Serat Daun Pandan Di Kabupaten Magelang Sebagai Bahan Komposit Interior Mobil. Universitas Tidar Magelang.
- [3] Irfansyah, M nur Analisa Perbandingan Karakteristik Komposit Serat Abaka Dan Serat *E-Glass* Dengan Orientasi searah Dan Anyaman Dua Arah Pada Penggunaan Fraksi Berat Serat 5%, 10%, Dan 15%. Universitas Ibn khaldun Bogor.
- [4] Sutrisno, 2002, Analisa sifat Mekanik dan KeuataN bakar Nano Komposit Geothermal- Serat karbon. Universitas Brawijaya Malang
- [5] Mallick, P.K. 2008. *Fiber Reinforced Composite: Materials, Manufacturing, and Design*, Third edition, Taylor and Francis, LLC., New York.
- [6] Setyawan, Paryanto Dwi, Nasmi Herlina Sari, Dewa Gede Pertama Puta, 2012. Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (ANANAS COMOSUS) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Tak Jenuh (UP), Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat.
- [7] Pramono, Agus Karakteristik Kompopsit Karbon-Karbon Berbasis Limbah Organik Hasil proses Tekanan Panas. Universitas Indonesia 2012
- [8] Harnulus, Rendi. 2015. Analisa Kekuatan Plat Stopper Pada Mesin Uji Tarik Hidrolik. Labotratorium Metalurgi Fisik Universitas IBN khaldun Bogor
- [9] Aris Purwanto N Optimasi Tata Letak area produksi galangan kapal fiber.
- [10] Calister, D wiliam.1999. Fundamental of Materials Science And Engginering