

PENGARUH SUSUNAN LAMINA KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT *E-GLASS* DAN SERAT *CARBON* TERHADAP KEKUATAN TARIK DENGAN Matrik *POLYESTER*

Rusman Nur Ichsan

S1 Pendidikan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : iksan.corp@gmail.com

Moch. Arif Irfa'i

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya
e-mail : marifirfai@yahoo.co.id

Abstrak

Dalam industri manufaktur penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan, salah satu material komposit yang paling sering digunakan di dunia industri yaitu material komposit dengan pengisi berupa Fiber Glass maupun Fiber Carbon. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui karakteristik kekuatan tarik komposit lamina berpenguat serat *E-Glass* dan serat *Carbon* dengan matriks poliester. Dalam penelitian ini terdapat empat variasi susunan lamina serat penguat komposit yaitu, 3 lapisan serat *E-Glass* jenis Random, 3 lapisan serat *E-Glass WR (Woven Roving)*, 3 lapisan serat *Carbon* dan 3 lapisan hibrid. Manufaktur spesimen komposit menggunakan metode hand lay-up. Pengujian kekuatan tarik menggunakan standar ASTM D 3039-00. Hasil dari masing-masing variabel dianalisis secara statistika menggunakan SPSS. Berdasarkan hasil penelitian kekuatan tarik terbesar pada susunan lamina komposit serat *Carbon* dengan nilai 265,99 MPa. Sedangkan kekuatan tarik terendah pada susunan lamina komposit serat *E-Glass Random* dengan nilai 115,01 MPa. Lamina komposit dengan serat *E-glass WR* dan serat Hibrid memiliki kekuatan yang hampir sama, masing-masing 196,30 MPa untuk serat *E-Glass WR* dan 198,25 MPa untuk serat Hibrid. Dari hasil analisis statistika juga menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap jenis serat yang digunakan.

Kata Kunci: Kekuatan Tarik, Komposit, Fiber Glass, Fiber Carbon, Poliester

Abstract

In the manufacturing industry usage of composite materials ranging widely developed, one of the composite material is most often used in the industrial is a composite material with fillers Glass Fiber and Carbon Fiber. The goal of this research was to investigate the characteristics of tensile strength composite lamina reinforced with *E-Glass* fiber and Carbon fiber with matrix polyester. In this research using four varian of fiber reinforced composite lamina arrangement. 3 layer of *E-Glass* fiber type Random, 3 layer of *E-Glass* fiber type *WR (Woven Roving)*, 3 layer of Carbon fiber and 3 layer mixed fiber/hybrid fiber. Composite specimens Manufacturer using hand lay-up method. Testing standard for tensile strength using ASTM D 3039-00. After result was known from each variable, will be analyzed statistically using SPSS. Based on the result, the largest tensile strength is on composite lamina arrangement of fiber carbon with value 265,99 MPa. While the lowest tensile strength on composite lamina arrangement of *E-Glass* random fiber with value 115,01 MPa. Composite lamina with *E-Glass WR* fiber and hybrid fiber have most same strength, with each value 196,30 MPa for *E-Glass WR* fiber and 198,25 MPa for hybrid fiber. From statistic analyze also showed a significant influence on type of fiber used.

Keyword: Tensile strength, Composite, Fiberglass, Fiber Carbon, Polyester

PENDAHULUAN

Perkembangan Ilmu pengetahuan dan teknologi dalam dunia teknik tahun terakhir ini banyak memunculkan penemuan dan terobosan-terobosan baru guna mencapai suatu hasil yang dapat bermanfaat bagi umat manusia khususnya untuk mengatasi masalah yang ada saat ini. Dalam dunia industri manufaktur penggunaan material komposit mulai banyak dikembangkan, salah satu material komposit yang paling sering digunakan di dunia industri yaitu material komposit dengan pengisi berupa Fiber Glass maupun Fiber Carbon. Saat ini bahan komposit yang diperkuat dengan serat merupakan bahan teknik yang banyak

digunakan karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh di atas bahan teknik pada umumnya, sehingga sifatnya dapat didesain mendekati kebutuhan. (Jones, 1999)

Material komposit adalah material yang terbuat dari dua bahan atau lebih yang tetap terpisah dan berbeda dalam level makroskopik yang membentuk komponen tunggal. (Jones, 1999) Bahan komposit pada umumnya menggunakan material pengikat dengan bahan utama plastik (polyester). Selain material pengikat (matriks) komposit juga menggunakan material pengisi atau penguat, material yang biasa digunakan adalah serat yang terbuat dari bahan yang kuat, kaku dan getas.

Pada industri manufaktur bodi mobil saat ini sangat umum digunakan material komposit dengan bahan utama fiber glass karena memiliki nilai ekonomis dan kekuatan yang cukup tinggi. Namun pada praktik kerja di beberapa bengkel pembuatan bodi, diketahui bahwa tidak adanya standar jumlah lapisan yang digunakan untuk membuat material komposit dengan kekuatan optimal. Dalam praktiknya material Fiber Carbon justru dipilih hanya untuk memberi nilai estetika yang lebih baik dan dikombinasikan dengan fiber glass sebagai penguat lapisan.

Saat ini bodi mobil, yang sebelumnya dibuat dari material logam, telah mulai dibuat dari material komposit skin GFRP (*glass fiber reinforced plastic*), hal ini diharapkan bagian bodi mobil tersebut mempunyai bobot yang ringan agar performa kendaraan semakin meningkat. Dalam industri otomotif pengujian tarik maupun pengujian bending bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kekuatan mekanik suatu material. Hal ini membuat pentingnya dilakukan pengujian tarik dan bending pada material komposit lamina yang diterapkan pada industri otomotif. Dalam penelitian ini penulis menggunakan bahan utama sebagai bahan pengikat (matriks) menggunakan resin Polyester karena bahan tersebut memiliki kekuatan yang cukup baik dan ketahanan kimia yang baik pula. Sedangkan untuk bahan penguat menggunakan fiberglass dan fibercarbon karena kedua bahan tersebut banyak digunakan dan mudah ditemui di pasaran.

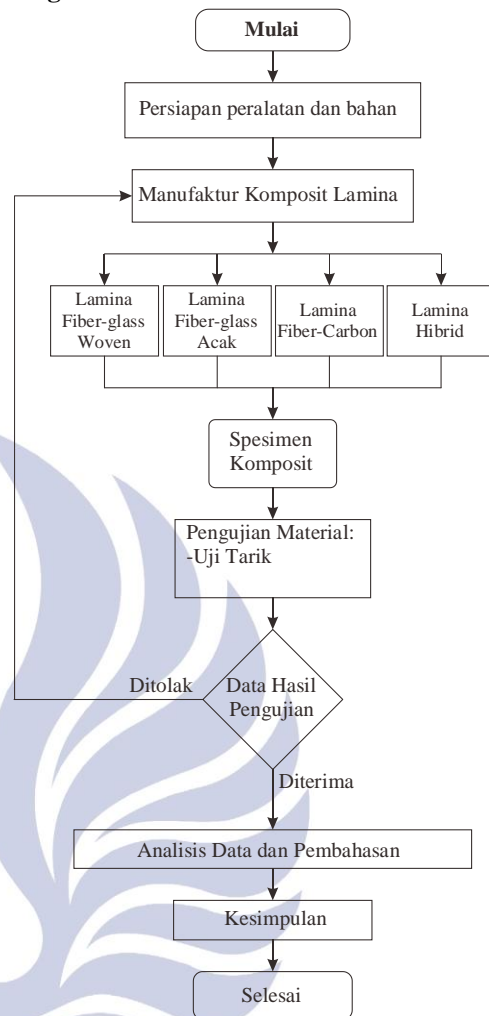
Tujuan yang ingin dicapai penelitian ini adalah untuk mengetahui seberapa besar pengaruh susunan lamina komposit dengan serat *E-glass* dan Serat *Carbon* terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending dengan matriks poliester.

Berdasarkan uraian yang tertulis di atas, maka yang menjadi rumusan masalah antara lain. Bagaimana pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat *E-Glass* dan serat Carbon terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending dengan matriks poliester. Sehingga dapat diketahui bagaimana karakteristik masing-masing lamina komposit dengan jenis serat penguat yang berbeda.

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut dengan adanya penelitian ini bisa dijadikan acuan dalam hal pemilihan material komposit, sebagai referensi dalam hal proses manufaktur komposit yang ada di industri, penelitian ini juga diharapkan sebagai pemahaman dalam dunia pendidikan terhadap ilmu komposit dan penelitian ini merupakan titik awal untuk melakukan eksplorasi pencarian material baru pengganti logam.

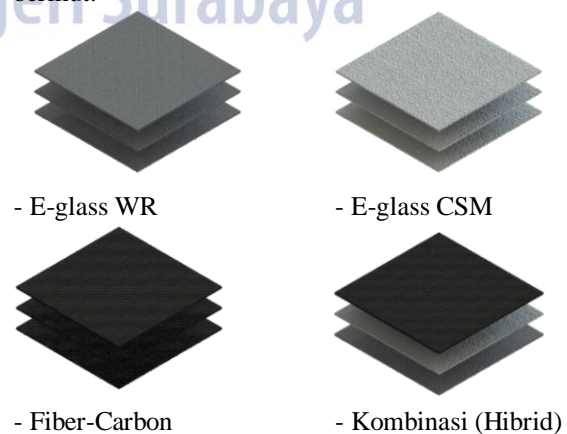
METODE

Rancangan Penelitian



Gambar 1. Flowchat Penelitian

Rancangan penelitian dibutuhkan sebagai acuan pembuatan bahan uji. Penulis akan melakukan eksperimen susunan lamina komposit dengan penguat fiber-glass dan fiber-carbon menggunakan variasi 4 variabel masing-masing dengan susunan lamina 3 lapisan yang dapat di simulasikan seperti gambar berikut:



Gambar 2. Variabel Susunan Lamina Komposit

Variasi susunan lamina yang digunakan untuk masing-masing sampel yakni 3 lapisan E-glass CSM, 3 lapisan E-glass WR, 3 lapisan Fiber-Carbon, dan 3 lapisan kombinasi E-glass CSM, E-glass WR dan Fiber-Carbon.

Instrumen Penelitian

Universal Testing Machine (UTM), juga dikenal sebagai tester universal, mesin pengujian bahan atau uji bahan, digunakan untuk menguji tegangan tarik dan kekuatan tekan bahan. Disebut demikian karena bahwa mesin ini dapat melakukan banyak pengujian bahan semisal tarik dan kompresi tes standar pada bahan, komponen, dan struktur. (Wikipedia, di akses 22 Oktober 2014)

Persiapan alat dan bahan

Beberapa peralatan yang digunakan pada penelitian ini sebagai berikut:

- Gelas ukur
- Gelas dan sendok pengaduk
- Alat bantu lain: alat yang digunakan meliputi cutter, gunting, kuas, pisau, spidol, penggaris, gergaji, kaca, akrilik, puas dan lain-lain.
- Cetakan spesimen: cetakan ini terbuat dari akrilik

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Unsaturated Polyester Resin

Resin yang digunakan dalam penelitian ini adalah resin unsaturated polyester (UP) Yukalac 157 BTQN-EX. Polyester resin yang mengeras pada suhu kamar dengan penggunaan katalis tanpa menghasilkan gas sewaktu pengesetan seperti banyak resin lainnya. Pemberian bahan tambahan katalis jenis Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKPO) sebagai agen pengeras (*curing agent*).

- Katalis

Katalis yang digunakan adalah katalis *Methyl Ethyl Keton Peroxide* (MEKPO) dengan bentuk cair, berwarna bening. Fungsi dari katalis adalah mempercepat proses pengeringan (*curing*) pada bahan matriks suatu komposit. Penggunaan katalis yang optimal menurut teori adalah 40:1. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*.

- Serat (Fiber)

Serat yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis serat E-glass dan serat Carbon. Berikut spesifikasi serat yang akan digunakan

E-glass CSM:

Merek : Taiwan Glass

Tipe : 300gr

E-glass WR:

Merek : Taiwan Glass

Tipe : 300gr

Fiber Carbon:

Merek : Toray

Tipe : T300

Pembuatan Spesimen

Manufaktur komposit lamina untuk penelitian ini menggunakan metode Hand Lay-up dengan cetakan. Setiap jenis serat dicetak menggunakan cetakan yang sama secara bergantian. Untuk mendapatkan tebal sesuai dengan yang ditentukan, cetakan menggunakan bahan akrilik dengan tebal 2 mm. Dimensi media cetakan P x L = 250 mm x 200 mm. Setiap satu cetakan akan menghasilkan 6 sampel dari satu jenis variabel komposit lamina. Jadi satu sampel didapat dari potongan hasil cetakan yang sesuai dimensi sampel uji yang telah ditentukan oleh peneliti. Sampel dicetak dalam ukuran besar untuk mengurangi risiko eror dari dishomogenitas sampel, karena sampel dikerjakan dalam komposisi yang sama, keadaan yang sama dan gelembung udara (Void) dalam matriks dapat dikurangi dengan lebih baik.



Gambar 3. Cetakan Komposit Lamina

Cetakan seperti gambar 4.3 sebelum dilakukan pencetakan di lapisi dengan mirror wax dan PVA terlebih dahulu agar komposit yang telah mengeras tidak melekat pada cetakan dan lebih mudah diangkat dari cetakan. Matriks polyester yang digunakan dalam membuat komposit di takar dalam gelas sebanyak 200ml untuk satu kali proses pembuatan satu jenis komposit lamina. Perbandingan antara resin dengan katalis yang optimal adalah 1:40, sehingga untuk resin sebanyak 200 ml dibutuhkan katalis sebanyak 5 ml.

Setelah resin dan katalis tercampur rata segera dituangkan ke seluruh permukaan cetakan, kemudian lapisan serat pertama diletakkan dalam cetakan. Agar

Pengaruh Susunan Lamina Komposit Berpenguat Serat E-Glass dan Serat Carbon

resin dapat membentuk ikatan yang maksimal, resin diratakan menggunakan kuas sehingga gelembung udara dapat keluar dari sela-sela ikatan serat. Prosedur ini dilakukan sampai lapisan terakhir dan resin telah memenuhi seluruh bagian cetakan. Setelah itu cetakan ditutup dan ditekan agar gelembung udara yang tersisa dapat keluar dan dapat mengurangi jumlah void di dalam komposit.



- Pengaturan penutup cetakan

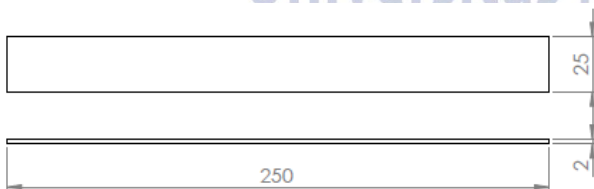


- Penekanan menggunakan beban

Gambar 4. Penekanan Cetakan Agar Mengurangi Jumlah Void yang Terjebak Dalam Komposit

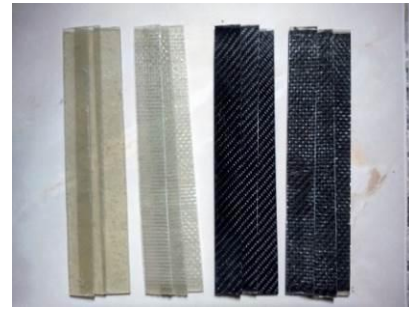
Setelah seluruh sampel komposit jadi kemudian dilakukan pemotongan sesuai dimensi uji yang telah ditetapkan. Pemotongan dilakukan dengan gerinda dan difinishing menggunakan ampelas pada tiap-tiap sisi material uji.

Material uji di desain sesuai standar yang di tentukan dalam ASTM D 3039-00. Bentuk material uji persegi panjang dengan tab sebagai pelindung spesimen agar tidak terjadi kerusakan saat pemasangan spesimen ke dalam mesin uji. Material uji memiliki dimensi sebagai berikut:



Gambar 5. Dimensi Potong Spesimen

Setelah seluruh sampel komposit jadi kemudian dilakukan pemotongan sesuai dimensi uji yang telah ditetapkan. Pemotongan dilakukan dengan gerinda dan difinishing menggunakan ampelas pada tiap-tiap sisi material uji.



Gambar 6. Spesimen Siap Uji

Prosedur pengujian

Pengujian tarik komposit lamina menggunakan standar ASTM D 3039-00 "Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials".

Standar ini merupakan metode pengujian menentukan sifat tarik bahan komposit matriks polimer diperkuat oleh serat dengan modulus tinggi. Bentuk material komposit terbatas pada komposit serat kontinyu atau serat terputus di mana laminasi seimbang dan simetris terhadap arah uji. Pengujian dilakukan dengan menggunakan mesin Yu Feng tipe WE – 600B, testing range 0-600 KN.

Langkah-langkah uji tarik pada bahan komposit adalah sebagai berikut:

- Sampel uji dipasang pada mesin uji tarik.
- Dijepit dengan pencekam pada ujung-ujungnya.



- Universal Testing Machine (UTM)



- Penempatan Spesimen Uji Tarik

Gambar 7. Mesin Uji tarik

- Ditarik ke arah memanjang secara perlahan.
- Selama penarikan setiap saat tercatat dengan grafik yang tersedia pada mesin sampai sampel putus.
- Amati dan catat gaya pada saat titik luluhnya dan titik ultimatenya juga pertambahan panjang dari sampel uji setelah putus.
- Hasil uji tarik berupa grafik beban yang diberikan terhadap pertambahan panjang komposit.
- Grafik tersebut diubah menjadi grafik *stress – strain*.
- Bila pada grafik *stress – strain* berubah daerah elastis ke daerah plastis tidak dapat diamati dengan jelas, maka untuk titik yield strength pada kurva ditentukan dengan metode offset.

Dari grafik *stress – strain* akan diperoleh data kekuatan luluh komposit yang selanjutnya digunakan untuk perhitungan kekuatan tarik yang didapat menggunakan rumus *ultimate strenght* berikut:

$$F^u = \frac{P^{max}}{A} \quad (1)$$

dimana:

F^u = Ultimate Tensile Strength, MPa (psi)

P^{max} = Beban patahan maksimal, N (lbf)

A = Luas potongan rata-rata, mm²

Teknik Analisis Data

Pada penelitian eksperimen ini, penulis menggunakan metode analisis data kualitatif deskriptif, yaitu dengan mendeskripsikan data secara sistematis, faktual dan akurat mengenai hasil yang diperoleh selama pengujian. Menurut Hasan (2002:97) analisis data dalam memperkirakan besarnya pengaruh secara kuantitatif dari perubahan suatu kejadian lainnya. Tujuan analisis data adalah untuk memperlihatkan hubungan-hubungan antara fenomena yang terdapat dalam penelitian dan juga untuk memberikan jawaban terhadap hipotesis yang diajukan dalam penelitian. Data yang diperoleh dianalisa menggunakan statistik Anova tunggal dengan bantuan program SPSS 20 dengan taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

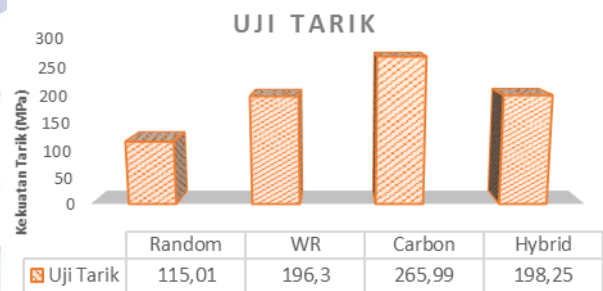
Hasil Penelitian

Pada deskripsi data ini membahas tentang hasil analisis menggunakan rumus rata-rata (mean) dan besar pengaruh susunan lamina komposit yang diperoleh dari hasil pengambilan data uji tarik dan uji bending akan dianalisa menggunakan metode statistika Anova tunggal (One-way Anova) dengan menggunakan bantuan program komputer SPSS 22. Selanjutnya deskripsi data dari hasil penelitian dapat dijabarkan lebih lanjut sebagai berikut:

Tabel 1. Data Hasil Pengujian Tarik

No	Sample		Peak Load (Kgf)	Ultimate tensile Kgf/mm ²	Ultimate tensile (MPa)	Elong a (%)
1	E-Glass Random	1	621,90	12,44	121,97	6,56
		2	583,03	11,66	114,34	7,67
		3	554,30	11,09	108,71	5,83
		Σ		11,73	115,01	
2	E-glass WR	1	963,85	19,28	189,03	10,06
		2	1056,21	21,12	207,14	12,83
		3	982,70	19,65	192,73	12,48
		Σ		20,02	196,30	
3	Carbon	1	1342,95	26,86	263,38	9,27
		2	1352,79	27,06	265,31	10,12
		3	1373,07	27,46	269,29	9,12
		Σ		27,13	265,99	
4	Hybrid (E-Glass WR + Random + Carbon)	1	1024,10	20,48	200,85	7,08
		2	991,15	19,82	194,38	7,98
		3	1017,34	20,35	199,52	9,06
		Σ		20,22	198,25	

Dari tabel 1 hasil pengujian tarik didapat lamina yang memiliki kekuatan tertinggi adalah lamina serat Carbon dengan rata-rata 265,99 MPa, sedangkan lamina yang memiliki kekuatan tarik terendah adalah lamina serat E-glass random dengan rata-rata 115,01 MPa. Namun kekuatan tarik pada komposit lamina berpenguat serat E-glass WR dan serat Hybrid memiliki kekuatan rata-rata yang hampir sama yakni masing-masing 196,30 MPa dan 198,25 MPa. Perbedaan masing-masing sampel dapat di lihat pada Gambar 4.1.



Gambar 8. Grafik Uji Tarik

Analisis Data

Data hasil pengujian yang telah terkumpul selanjutnya diolah dengan rumus anava tunggal (One-way Anova) melalui program SPSS 22. Hasil uji anava tunggal tentang pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat E-glass dan serat carbon terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending dilihat dari beberapa pembuktian perbedaan antar varian.

Uji anava tunggal ini digunakan untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang jelas antara jenis lamina yang digunakan dalam komposit terhadap

kekuatan tarik dan bending. Perbedaan signifikan (jelas) yang dimaksud adalah perbedaan antara rata-rata hitung beberapa kelompok data, dalam penelitian ini adalah perbedaan jenis serat yang digunakan dalam komposit lamina. Data hasil pengujian tarik dan bending yang didapat dari mesin UTM selanjutnya diolah menggunakan metode Anava tunggal melalui program SPSS 22. Adapun hasil uji anava tunggal dapat dijelaskan sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Anova Tunggal Uji Tarik

ANOVA						
Uji Tarik	Between Groups	356,590	3	118,863	283,126	,000
	Within Groups	3,359	8	,420		
	Total	359,949	11			

Nilai F hitung pada tabel 2 adalah 283,126. Sementara nilai statistik tabel dapat ditemukan pada tabel F, dalam uji anava ini menggunakan tingkat signifikansi (α) sebesar 5%. Untuk menentukan nilai F tabel dibutuhkan numerator dan denominator, numerator adalah jumlah variabel kelompok - 1 atau $4 - 1 = 3$; sedangkan denominator adalah jumlah kasus - jumlah variabel kelompok atau $12 - 4 = 8$. Dari tabel F didapat angka 7,59. Sehingga dapat dikatakan bahwa uji tarik memiliki nilai $F_h > F_t$ dan dapat disimpulkan susunan komposit lamina berpenguat serat E-Glass dan serat Carbon memiliki pengaruh yang signifikan terhadap kekuatan tarik.

Pembahasan

Pengaruh susunan lamina terhadap kekuatan tarik

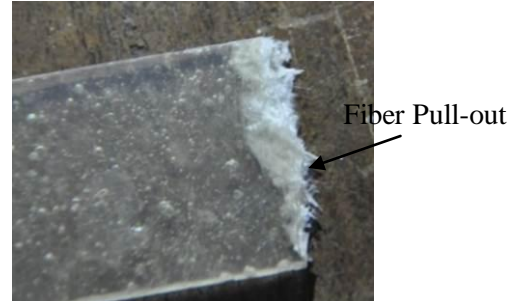
- Serat E-glass *Random*

Serat E-glass Random memiliki bentuk serat yang acak dan tidak beraturan, jenis serat ini memiliki sifat yang mudah menyerap resin dan mudah diaplikasikan menggunakan metode *hand lay-up*. Namun ada beberapa kekurangan yang dimiliki serat random ini yaitu, serat dapat menimbulkan banyak void di dalam komposit, sifat komposit menjadi getas. Dari hasil foto makro dapat disimpulkan bahwa ikatan antar serat yang acak membuat kekuatan tarik komposit lamina serat E-glass Random menjadi paling rendah, karena ikatan setiap serat tidak mampu menahan beban dalam satu arah



Gambar 9. Kerusakan E-Glass Random Setelah Uji Tarik

Hal ini dikarenakan bentuk serat E-glass random memiliki jenis serat pendek dan acak sehingga pada titik terlemah komposit, serat E-Glass random mengalami kerusakan berupa serat tercabut dari ikatannya (*Fiber Pull-out*). Fenomena ini dapat dilihat pada gambar berikut.



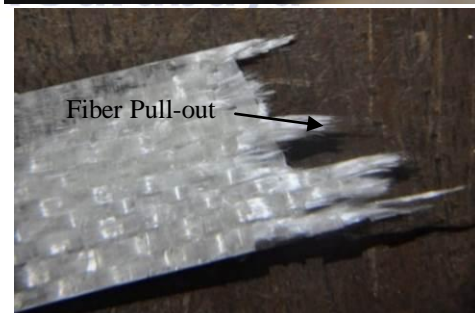
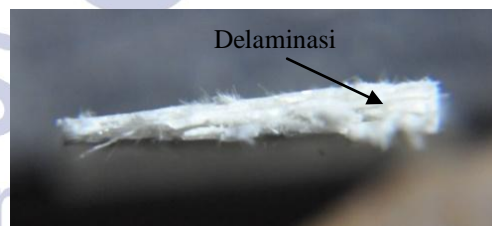
Gambar 10. Karakter Kerusakan Tarik Komposit Serat E-Glass Random

- Serat E-glass WR

Serat E-glass memiliki beberapa jenis serat yang berupa serat acak atau *random* dan serat *Woven Roving* (WR) atau serat yang terarah. Berbeda dengan serat *random* serat WR memiliki kekuatan tarik yang lebih baik ini dikarenakan beban yang diterima searah dengan arah serat.



Gambar 11. Kerusakan E-Glass WR Setelah Uji Tarik



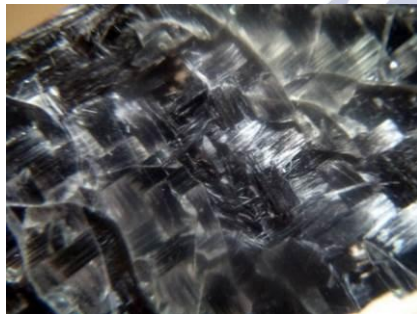
Gambar 12. Karakter Kerusakan Tarik Komposit Serat E-Glass WR

Karena serat E-glass WR memiliki dua arah serat, maka serat yang satu arah dengan arah gaya tarik yang

mengalami kegagalan. Seperti terlihat pada gambar 11 dan gambar 12, serat dengan arah vertikal tercabut satu persatu (Fiber Pull-out) dan terjadi delaminasi antar lapisan serat dan matriks komposit mengalami kerusakan berupa pecahan kecil dan terlepas dari serat.

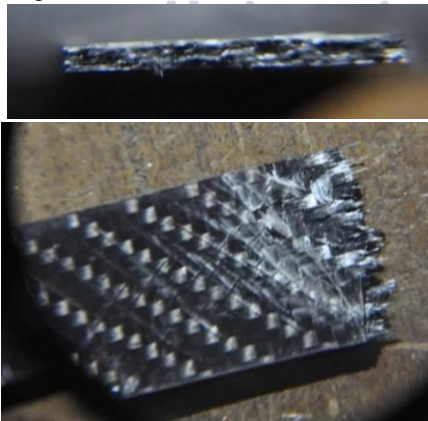
- Serat Carbon

Pada dasarnya serat Carbon memiliki kekuatan mekanis yang lebih tinggi daripada serat E-glass. Namun untuk penelitian ini membahas serat carbon sebagai lamina komposit dengan matriks poliester. Jenis serat carbon memiliki daya serap yang cukup baik terhadap resin poliester sehingga void yang dihasilkan lebih sedikit. Hal ini juga yang membuat komposit lamina serat carbon memiliki kekuatan tarik yang paling tinggi.



Gambar 13. Kerusakan Serat *Carbon* Setelah Uji Tarik

Kegagalan pada uji tarik Komposit lamina dengan serat Carbon terjadi pada bagian tengah spesimen ini menunjukkan bahwa gaya yang diterima oleh komposit dengan serat Carbon lebih homogen. Apabila komposit lamina dengan serat E-glass WR memiliki kegagalan berupa matriks menjadi pecahan kecil dan menyebar di daerah serat yang memiliki tegangan tarik paling tinggi, berbeda dengan komposit lamina serat carbon pecahan matriks dari komposit lamina serat Carbon tidak seluruhnya terlepas dari ikatan, namun hanya pada bagian serat yang terputus. Hal ini dapat terlihat jelas pada gambar berikut.



Gambar 14. Karakter Kerusakan Tarik Komposit Serat Carbon

- Serat Hibrid

Komposit hibrid merupakan gabungan antara beberapa jenis serat, dalam penelitian ini ketiga serat digabungkan menjadi lamina yang tersusun sesuai desain penelitian. Dari ketiga serat yang digunakan mewakili kelebihan dan kekurangan masing-masing jenis serat.



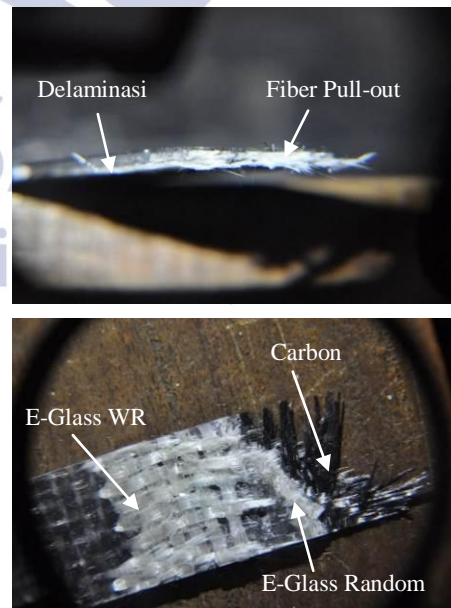
- depan



- belakang

Gambar 15. Komposit Serat Hybrid Setelah Di Uji

Setelah dilakukan pengujian tarik jenis komposit lamina hibrida kekuatan tariknya hampir sama dengan komposit lamina serat E-glass WR. Untuk struktur kegagalan serat terjadi berawal dari banyaknya void di dalam serat E-glass random dan terjadi kegagalan terlebih dahulu.



Gambar 16. Karakter Kerusakan Tarik Komposit Serat Hibrid

Selanjutnya hampir bersamaan serat E-glass WR dan serat Carbon mengalami kegagalan yang terlihat pada gambar 16. Serat E-glass WR mengalami kegagalan terlebih dahulu namun karena letak kegagalan yang tidak sama maka serat horizontal ikut menopang beban sehingga ikut tertarik dan ikatan antara matriks dan serat terlepas, kemudian disusul dengan kegagalan pada serat Carbon.

Gambar di atas menjelaskan bagaimana karakteristik komposit lamina dengan serat Hibrid. Jenis serat E-glass mengalami kerusakan terlebih dahulu berupa *Fiber Pull-out* dan delaminasi pada jenis E-glass. Jenis serat carbon hanya mengalami kerusakan berupa *Fiber Pull-out*. Karena kerusakan tidak terjadi secara bersamaan serat dengan orientasi horizontal juga menerima beban tarik, hal ini terlihat pada serat horizontal pada serat Carbon yang juga mengalami kerusakan berupa *Fiber Pull-out*.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan analisis data penelitian yang telah dilakukan tentang Pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat E-glass dan serat Carbon terhadap kekuatan tarik dengan matriks poliester dapat disimpulkan sebagai berikut:

- Kekuatan tarik terbesar diperoleh komposit lamina serat Carbon dengan nilai 265,99 MPa.
- Kekuatan tarik terendah diperoleh komposit serat E-glass Random dengan nilai 115,01 MPa
- Sedangkan kekuatan tarik untuk komposit serat E-glass WR dan serat Hibrid memiliki kekuatan yang hampir sama yaitu masing-masing dengan nilai 196,30 MPa dan 198,25 MPa.
- Dari analisis statistika dengan metode *Anova Oneway* didapat nilai yang cukup signifikan ($F_h > F_t$) dengan nilai F hitung 283,12 dan F tabel 7,59.

Saran

- Pembuatan komposit dengan serat yang memiliki kekuatan mekanik yang tinggi seperti E-glass WR atau serat Carbon sebaiknya menggunakan bahan matriks yang memiliki kekuatan mekanik yang lebih baik pula. Untuk meningkatkan kekuatan mekanis yang dihasilkan dari material komposit. Penggunaan matriks jenis Epoksi lebih disarankan untuk jenis serat karbon.
- Susunan lamina komposit dengan penguat serat E-glass dan serat Carbon memiliki pengaruh yang berbeda terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending. Apabila ingin mendapatkan hasil komposit yang lebih baik, dapat melakukan beberapa

modifikasi seperti perbandingan antara resin dengan katalis, suhu pengerasan (*curing*), tingkat kelembaban maupun menggunakan material penguat yang berbeda. Metode pembuatan juga dapat menjadikan struktur komposit yang lebih baik, misal menggunakan metode *vaccum infusion* dan *Gun Roving*

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards. D 3039/D 3039M - 00. "Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials". American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA (2000).
- Gibson, F.R., 1994. "Principles of Composite material Mechanis", International Edition", McGraw-Hill Inc, New York.
- Jones, Robert M., 1999, "Mechanic Of Composite Material-2nd Edition" Taylor & Francis, USA.
- Robert L. Mott, P.E. 2004. "Elemen – Elemen Mesin Dalam Perancangan Mekanis". Yogyakarta: Andi Publiser.
- Rusmiyatno, Fandhy. 2007. "Pengaruh Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekutaan Bending Komposit Nylon/Epoxy Resin Serat Pendek Random". Unnes. Semarang.