

PENGARUH VARIASI ARAH SERAT DAN JUMLAH LAYER TERHADAP UJI TARIK DAN *IMPACT* KOMPOSIT SERAT KARBON FIBER

Abdi Setyo Wibowo¹, Ajeng Wulansari², Rifdian IS³

¹Politeknik Penerbangan Surabaya, Jemur Andayani I/73 Wonocolo Surabaya, Jawa Timur, Indonesia, 60236

*Corresponding author. Email: abdisetyo@poltekbangsby.ac.id

ABSTRAK

Penggunaan material komposit telah banyak digunakan sebagai bahan pengganti metal, hal ini dikarenakan komposit memiliki sifat unggul kuat dan ringan. Dalam proyek akhir ini penulis ingin mengetahui nilai kekuatan tarik dan *impact* komposit serat karbon fiber terhadap arah serat dan jumlah *layer* komposit serat karbon *fiber* dengan variasi arah serat (0°,45°), (0°,90°), (45°,90°) (0°,45°,90°) (45°,0°,90°), (45°,90°,0°) menggunakan resin *polyester* dan katalis sebagai penguat. Dan standar pengujian menggunakan ASTM D638 untuk uji tarik dan ASTM E23 untuk uji *impact*. Diketahui bahwa komposit dua *layer* dengan nilai tegangan tarik tertinggi di dapat oleh arah 0°,45° dengan nilai tegangan 51,51 N/mm² dan komposit tiga *layer* 0°,45°,90° dengan nilai tegangan 54,69 N/mm². Pada pengujian *impact* nilai tenaga patah tertinggi dengan dua *layer* serat 0°,90° nilai tenaga patah 0,074 Joule/mm² dan tiga *layer* didapatkan oleh arah serat 0°,45°,90° dengan nilai tegangan 0,090 Joule/mm².

Kata Kunci : Komposit Serat Karbon, Kekuatan Tarik dan Kekuatan *Impact*.

1. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, diperlukan terobosan-terobosan baru di segala bidang, termasuk bidang penerbangan. Ini termasuk pengembangan bahan yang seharusnya lebih tepat. Pada kondisi saat ini, material yang dinilai cukup baik adalah yang memenuhi beberapa kriteria: kuat, ringan, murah dan dapat diganti.

Seiring dengan perkembangan kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, diperlukan terobosan-terobosan baru di segala bidang, termasuk bidang penerbangan. Ini termasuk pengembangan bahan yang seharusnya lebih tepat. Pada kondisi saat ini, material yang dinilai cukup baik adalah yang memenuhi beberapa kriteria: kuat, ringan, murah, dan dapat diganti.

Komposit adalah kombinasi dari dua atau lebih bahan menjadi satu unit struktural yang sifat-sifatnya tidak dapat dipenuhi ketika bahan itu sendiri atau sebelum digabungkan.

Teknologi modern pada material pesawat sangat dibutuhkan untuk dapat menemukan material yang

ringan namun memiliki kekuatan atau daya tahan yang tinggi. Bahan dasar seperti ini digunakan sebagai bahan baku badan pesawat. Karena pada prinsipnya semakin ringan konstruksi pesawat maka semakin sedikit bahan bakar yang dibutuhkan, yang dapat berdampak langsung pada efisiensi perusahaan penerbangan. Saat ini konstruksi pesawat terbaru menggunakan material komposit sebagai material utama *fuselage*.

Serat karbon semakin banyak digunakan untuk menggantikan penggunaan paduan baja konvensional dalam industri penerbangan, kelautan dan transportasi karena rasio kekuatan-ke-beratnya yang tinggi dan kekakuan terhadap beratnya. Keuntungan utama menggunakan serat karbon adalah mengurangi massa pesawat dan bagian-bagiannya, menghasilkan bentuk yang kompleks, mengurangi skrap, meningkatkan fatigue, mengoptimalkan desain, dan meningkatkan ketahanan terhadap korosi.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti ingin menganalisa bagaimana “PENGARUH VARIASI ARAH SERAT DAN JUMLAH LAYER TERHADAP UJI TARIK

DAN IMPACT KOMPOSIT SERAT KARBON FIBER”

2. METODE

Langkah pertama dalam penelitian ini ialah menyiapkan semua alat alat dan bahan yang akan di gunakan, lalu dilakukan perhitungan komposisi komposit seperti komposisi resin, dan katalis setelah semua komposisi sudah sesuai dengan ketentuan dilanjut dengan proses pencetakan spesimen komposit tersebut dengan variasi dua arah serat dengan orientasi (0°/45°), (0°/90°), (45°/90°) dan tiga arah serat dengan orientasi (0°/45°/90°), (45°/0°/90°), (45°,90°,0°) yaitu komposit dengan serat karbon dan dicetak sesuai standar ASTM D638 untuk standar uji tarik dan ASTM E23 untuk standar uji *impact*, bila semua spesimen sudah sesuai dengan standar lalu di lakukan tahap pengujian pada masing masing spesimen untuk uji tarik dan *impact*, setelah selesai melewati tahap pengujian data yang keluar atau hasil pengujian akan masuk ke tahap pembahasan dan data yang diperoleh akan olah lalu di bandingkan spesimen manakah yang terbaik menerima proses pengujian tersebut, tahap terakhir akan di tarik kesimpulan pada penelitian yang sudah di lakukan.

2.1 Pembuatan Spesimen

Tabel 2. 1 Rancangan Penelitian

No	Standar Pembentukan Spesimen	Arah Serat	Pengujian Yang Di Lakukan
1	ASTM D638-1	0°,45°	Uji Tarik
2	ASTM D638-1	0°,90°	Uji Tarik
3	ASTM D638-1	45°,90°	Uji Tarik
4	ASTM D638-1	0°,45°,90°	Uji Tarik
5	ASTM D638-1	0°,90°,45°	Uji Tarik
6	ASTM D638-1	45°,0°,90°	Uji Tarik
7	ASTM E23	0°,45°	Uji <i>Impact</i>
8	ASTM E23	0°,90°	Uji <i>Impact</i>
9	ASTM E23	45°,90°	Uji <i>Impact</i>
10	ASTM E23	0°,45°,90°	Uji <i>Impact</i>
11	ASTM E23	0°,90°,45°	Uji <i>Impact</i>
12	ASTM E23	45°,0°,90°	Uji <i>Impact</i>

Proses Pembuatan Komposit

Proses pembuatan benda komposit yang digunakan disebut hand lay-up. Dimana dalam pengujian ini digunakan standar ukur yaitu ASTM D638-1 dan ASTM E23. Berikut merupakan langkah pembuatan benda uji komposit:

- Siapkan alas cetakan dari kaca dan penutup.
- Alas cetakan yang sudah di siapkan diberi pembatas sesuai dengan ukuran yang telah di tentukan.

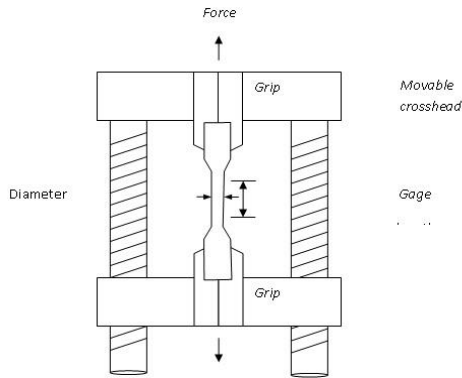
- Bersihkan alas dan penutup cetakan dari kotoran.
- Setelah itu seluruh alas dan penutup cetakan di olesi dengan wax glaze. Hal ini bertujuan agar spesimen tidak menempel dengan cetakan dan gampang di lepas.
- Kemudian serat di timbang sesuai dengan perhitungan yang sudah di tentukan.
- Letakan serat karbon pada cetakan yang sudah disediakan dan atur posisi seratnya.
- Tuangkan matriks ke dalam gelas ukur dan sesuaikan takarannya.
- Tambahkan katalis dengan perbandingan yang sudah di tentukan.
- Aduk perlahan lahan hingga tercampur rata.
- Tuangkan campuran bahan tadi ke dalam cetakan yang sudah di olesi wax.
- Ratakan permukaan campuran pada cetakan.
- Tutup cetakan lalu berikan beban untuk menekan permukaan cetakan, tunggu sampai kering selama 24 jam didalam ruangan.
- Spesimen yang sudah kering di lepas dari cetakan.
- Potong sesuai dengan bentuk yang telah ditentukan.
- Benda uji siap dilakukan uji tarik.

2.2. Uji Tarik

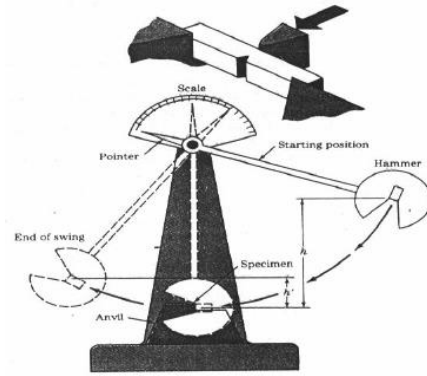
Metode uji tarik yang ditujukan untuk mendapati kekuatan tarik dari pada komposit. Berikut adalah langkah langkah untuk proses pengujian tarik:

- Persiapkan benda uji.
- Kertas millimeter blok diletakan pada printer.
- Nyalakan mesin, lalu benda uji dipasang pada grip.
- Kencangkan grip, perlu diperhatikan agar tidak terlalu keras sehingga dapat merusak permukaan objek.
- Pasang extensometer pada spesimen dan angka elongationnya diatur menjadi nol.
- Setel angka beban pada angka nol.
- Atur laju pengujian, lalu tekan tombol start kemudian tekan tombol down.

h. Ulangi proses pada komposit lainnya.



Gambar 2. 1 Gambar Sketsa Uji Tarik



Gambar 2. 2 Uji *impact charpy*

2.3 Uji *Impact Charpy*

Dalam penelitian ini spesimen yang sudah jadi akan di uji *impact* yang ditujukan untuk mengetahui sifat liat atau getas dari benda uji tersebut. Uji *impact* dilaksanakan menggunakan metode *Charpy*. Peneliti memilih metode ini dikarenakan metode ini menghasilkan hasil uji yang lebih akurat.

Cara kerja metode *Charpy* sebagai berikut:

- Benda uji diletakkan dengan posisi mendatar pada penjepit;
- Selanjutnya palu pemukul disesuaikan dengan ketinggian tertentu;
- Mengatur alat ukur energi sebesar yang ditentukan;
- Palu dijatuhkan pada ketinggian tertentu kemudian mengenai benda uji pada bagian luar spesimen yang sejajar pada takikan;
- Energi yang diterima benda uji diukur sebelum dan sesudah pemukulan berdasarkan perbedaan energi potensial palu (dapat ditinjau dari skala mesin uji).

Pengujian ini membutuhkan gaya untuk mematahkan spesimen uji dengan sekali pukulan, adapun alat yang dibutuhkan dalam pengujian *impact* pada gambar 2.2.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

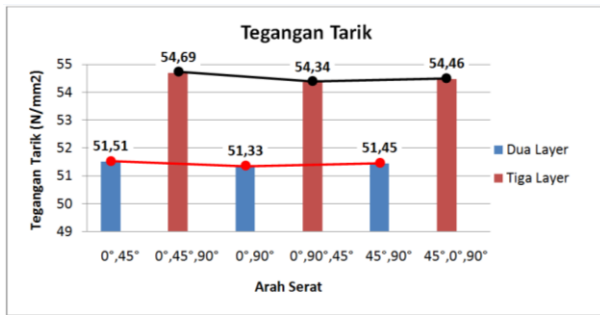
Pengujian tarik dan *impact* dilakukan dengan mengambil 3 sampel pada setiap variabel dimana data hasil pengujian di ambil dari nilai rata rata spesimen. Pembuatan material komposit serat karbon fiber yang dilakukan dengan metode hand lay-up, Data yang diperoleh dari pengujian tarik ialah data tegangan tarik dari material serat karbon fiber. Data yang diperoleh dari pengujian impak ialah data tenaga patah dan harga keuletan. Sehingga akan di dapatkan komposit serat karbon fiber mana yang memiliki hasil yang paling baik. Hasil pengujian disajikan dalam bentuk grafik karena lebih ringkas dan mudah dipahami. Terdapat pengujian dalam bagian lampiran untuk melihat data selengkapnya.

3.1 Hasil Uji Tarik

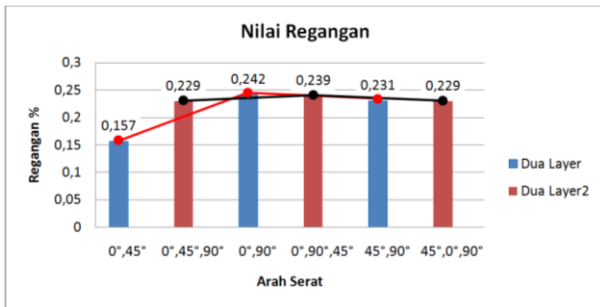
Setelah melewati tahap pengujian tarik pada spesimen komposit akan dilakukan pengolahan data akhir dari hasil pengujian tersebut sebagai bukti perbandingan arah serat manakah yang terkuat melewati tahap pengujian tarik tersebut. Hasil data pengujian tersebut akan di sajikan dalam bentuk tabel dan grafik.

Tabel 3. 1 Hasil Uji Massa Jenis

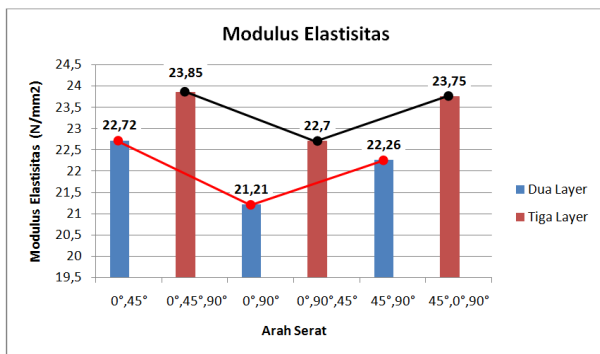
No	Standar Pembentukan Spesimen	Arah Serat	Tegangan Rata-Rata (N/mm^2)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (N/mm^2)
1	Dua Layer	$0^\circ, 45^\circ$	51,50	0,157	22,72
2	Dua Layer	$0^\circ, 90^\circ$	51,33	0,242	21,21
3	Dua Layer	$45^\circ, 90^\circ$	51,45	0,231	22,26
4	Tiga Layer	$0^\circ, 45^\circ, 90^\circ$	54,69	0,229	23,85
5	Tiga Layer	$0^\circ, 90^\circ, 45^\circ$	54,34	0,239	22,70
6	Tiga Layer	$45^\circ, 0^\circ, 90^\circ$	54,46	0,229	23,75



Gambar 3.1 Grafik Hasil Uji Tarik



Gambar 3.2 Grafik Nilai Regangan



Gambar 3.3 Grafik Modulus Elastisitas

Pada tabel 3.1 diatas dimana :

1. Pada standar pembentukan spesimen dua *layer* diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi dengan arah serat 0°,45° sebesar 51,50 N/mm². Untuk komposit tiga *layer* diperoleh nilai tegangan tarik tertinggi dengan arah serat 0°,45°,90° sebesar 54,69 N/mm².
2. Pada standar pembentukan spesimen dua *layer* diperoleh nilai regangan tertinggi dengan arah serat 0°,90° sebesar 0,242%. Untuk komposit tiga *layer* diperoleh nilai regangan tertinggi dengan arah serat 0°,90°,45° sebesar 0,239%.
3. Pada standar pembentukan spesimen dua *layer* diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi dengan arah serat 0°,45° sebesar 22,72 N/mm². Dan pada standar pembentukan spesimen tiga *layer* diperoleh nilai modulus elastisitas tertinggi dengan arah serat 0°,45°,90° sebesar 23,85 N/mm².

3.2 Hasil Uji Impact Charpy

Pengujian ini berfungsi untuk mengetahui sifat mekanis berupa kekuatan *impact* pada spesimen dengan bentuk dan ukuran yang telah ditentukan sesuai dengan standar ASTM E23. Berikut adalah rumus memperoleh hasil data pengujian *impact*.

$$IS = \frac{W \times L (\cos \beta - \cos \alpha)}{A}$$

IS : Kekuatan *Impact* ¹/mm²

W : Berat pendulum (kgm)

L : Jarak titik tumpu ke titik berat pendulum (m)

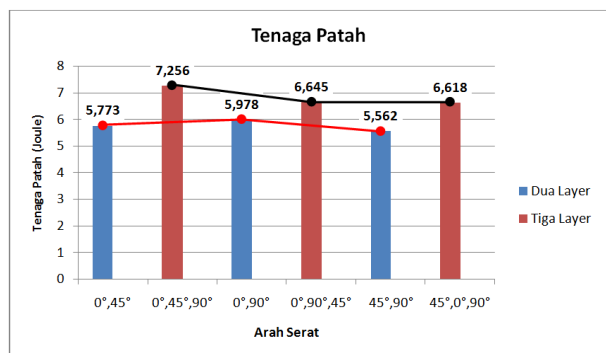
cos β : Sudut akhir (°)

cos α : Sudut awal (°)

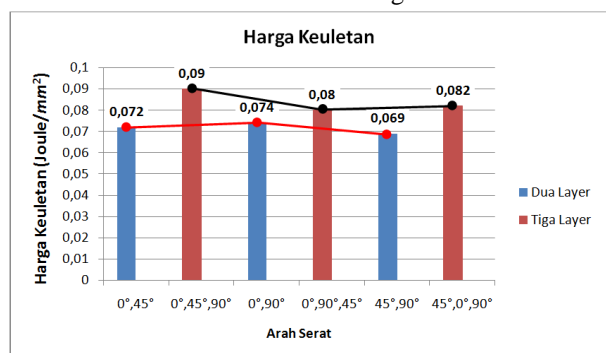
A : Luas Penampang (mm²)

Tabel 3. 2 Hasil Uji *Impact*

No	Standar Pembentukan Spesimen	Arah Serat	Tegangan Patah (Joule)	Harga Keuletan (Joule/mm ²)
1	Dua Layer	0°,45°	5,773	0,072
2	Dua Layer	0°,90°	5,978	0,074
3	Dua Layer	45°,90°	5,562	0,069
4	Tiga Layer	0°,45°,90°	7,256	0,090
5	Tiga Layer	0°,90°,45°	6,645	0,080
6	Tiga Layer	45°,0°,90°	6,618	0,082



Gambar 3.4 Grafik Tenaga Patah



Gambar 3.4 Grafik Harga Keuletan

Pada tabel 3.2 diatas dimana :

1. Pada standar pembentukan spesimen dua *layer* dengan arah serat 0°,90° diperoleh nilai tenaga patah tertinggi

sebesar 5,978 Joule dan harga keuletannya 0,074 Joule/mm².

2. Pada standar pembentukan spesimen tiga *layer* dengan arah serat 0°,45°,90° diperoleh nilai tenaga patah tertinggi sebesar 7,256 Joule dan harga keuletannya 0,90 Joule/mm².

4. KESIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang sudah dilakukan, membahas tentang pengaruh variasi arah serat dan jumlah *layer* terhadap uji tarik dan *impact* komposit serat karbon fiber dapat di simpulkan sebagai berikut :

1. Berdasarkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan pada kedua variasi arah serat komposit tersebut dapat diketahui bahwa komposit dengan nilai tegangan tarik dua *layer* tertinggi di dapat oleh arah serat 0°,45° dengan nilai tegangan 51,51 N/mm² dan komposit tiga *layer* dengan nilai tegangan tertinggi di dapatkan oleh arah serat 0°,90°,45° dengan nilai tegangan 54,69 N/mm².
2. Lalu pada pengujian *impact* komposit nilai tenaga patah dan harga keuletan dengan hasil tertinggi di dapatkan oleh komposit dua *layer* dengan variasi arah serat 0°,90° dengan nilai tenaga patah 7,36 Joule dan harga keuletannya 0,09 Joule/mm², dan hasil tertinggi yang didapat oleh komposit tiga *layer* dengan variasi arah serat 0°,90°,45° dengan nilai tenaga patah 5,77 Joule dan harga keuletannya 0,14 Joule/mm².

5. SARAN

Berdasarkan penelitian dan pengujian yang sudah dilakukan pada spesimen komposit serat karbon fiber dengan variasi arah serat ini masih kurang sempurna. Dengan demikian, perlu dilakukan penelitian dan pengembangan lebih lanjut dimasa yang akan datang untuk mendapatkan hasil yang lebih maksimal. Berikut beberapa saran yang dapat diberikan oleh penulis demi mendapatkan hasil yang lebih maksimal pada pengujian komposit selanjutnya, antara lain:

1. Selalu cek kembali kelengkapan alat dan bahan yang akan di gunakan sebelum memulai proses pembuatan spesimen komposit agar tidak terjeda saat proses pembuatan komposit.
2. Perhatikan juga kebersihan sebelum memulai proses pembuatan komposit karena kebersihan pada saat proses pembuatan komposit mempengaruhi komposisi dari komposit tersebut.
3. Usahakan saat menyusun serat di lakukan dengan sangat teliti agar komposit tersebut mendapatkan serat yang merata.

4. Pada saat menuangkan resin dilakukan perlahan agar semua ruang pada cetakan terisi oleh resin sepenuhnya agar tidak ada gelembung udara pada saat komposit sudah kering.
5. Perhatikan juga komposit sudah kering saat mengeluarkan spesimen dari cetakan agar spesimen tidak rusak pada saat di dikeluarkan dari cetakan.
6. Pada proses pengeringan juga perhatikan suhunya agar stabil dan tidak berubah karena akan mempengaruhi cepat atau lambatnya proses pengeringan dari spesimen tersebut.
7. Saat pemotongan spesimen lakukan dengan hati hati agar mendapatkan ukuran yang sesuai dengan standar pada setiap spesimen komposit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Ahmad, Arif. (2017). Studi Fraksi Volume Serat Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Berpenguat Serat Karbon. Teknik Mesin Manufaktur, Universitas Negeri Surabaya.
- [2] American Society for Testing and Materials, (1982). Standard Test Method for Notched Bar Impact of Metallic Materials. ASTM E23.
- [3] ASTM Standard. D638-01. (2001). Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics. United States. ASTM International.
- [4] Astasari. (2017). Pengaruh Variasi Arah Serat Dan Jumlah Layer Terhadap Karakteristik Bending. Teknik Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- [5] M. Ramdhan (2022). Uji Tarik Dan Uji Impact Pada Komposit Serat Sabut Kelapa Dengan Variasi Arah Serat. Surabaya.
- [6] Mustafa Baqir Hunain (2021). Dengan judul "Perilaku impact Ensile Dan Charpy Material Komposit Laminasi E-Glass / Poliester Tak Jenuh Pada Temperatur Tinggi".
- [7] Sari, Nugroho (2020). Analisis Kekuatan Tarik Dan Bending Komposit Serat Karbon Resin Dengan Variasi Waktu Curing.
- [8] Syahri, Yufrizal (2022). Pengaruh Persentase Resin Dan Katalis Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Fiberglass. Teknik Mesin. Univ Negri Padang.

- [9] Zaki A (2021). pengaruh komposisi katalis terhadap kekerasan komposit serat fiberglass. Surabaya.