

Pengaruh Susunan Serat Laminasi *Fiberglass* terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk Material Menggunakan Variasi *Chopped Standart Mat* dan *Woven Roving*

Shamus Alfissin, Mochammad Zaed Yuliadi, , Deddy Wahyudi,
Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surabaya, Indonesia
Email : shamldiablo@gmail.com

Abstrak-*Fiberglass Reinforced Plastic* (FRP) adalah sebuah bahan fiberglass yang sudah dikuatkan dengan sebuah resin *thermosetting* sebagai matriks dan bahan penguat sehingga memiliki kekuatan dan daya tahan yang lebih baik, dan baik digunakan pada kapal-kapal berukuran kecil, misal kapal pemancingan, kapal penangkapan ikan, kapal wisata, dll, dimana bagian *side shell*/lambung kapal sering mengalami benturan, dengan demikian penelitian ini akan dilakukan pengujian tarik dan tekuk terhadap sampel laminasi dari variasi susunan serat CSM 300, 450 dan WR 600,800 gram/m² dapat mempengaruhi kekuatan tarik dan tekuk material berdasarkan rule BKI 2015 Vol.A *Guidance For FRP And Wooden Fishing Vessel Up To 24 M*, serta mengetahui komposisi laminasi yang cocok digunakan pada lambung kapal. Berdasarkan standart pada BKI 2015 Vol. A dari 9 sampel laminasi uji Tarik yang telah diuji terdapat 4 sampel uji yang dapat mencapai syarat minimum sesuai standart BKI 2015 Vol. A yang telah ditentukan. Namun sebaliknya dari hasil uji tekuk 9 sampel laminasi tidak dapat mencapai nilai minimum standart yang telah ditentukan oleh BKI 2015 Vol. A hal ini menunjukkan bahwa tebal material tidak menjamin nilai kekuatan Tarik dan tekuk material. Akan tetapi jenis serat dan susunan pada laminasinya yang dapat mempengaruhi kekuatannya tersebut.

Kata Kunci: FRP, Kekuatan Tarik, Kekuatan Tekuk, Susunan Serat, CSM, WR.

I. PENDAHULUAN

Material FRP (*Fiberglass Reinforced Plastic*) adalah salah satu jenis bahan fiber komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat namun tetap ringan, walaupun tidak sekaku dan seringan bahan carbon fiber, fiberglass lebih ulet dan relatif lebih murah dipasaran. Untuk komposisi dari material komposit itu sendiri terdiri dari dua komponen yaitu penguat (*reinforcement*) berupa serat dan pengikat (*matrix*) berupa plastik, sehingga menghasilkan kombinasi sifat yang kaku kuat dan ringan.

Serat kaca (*Fiberglass*) adalah kaca cair yang di tarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0,005-0,01 mm, serat ini dapat di pintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain yang kemudian dilaminasi atau diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai bodi mobil dan kapal, untuk pembuatan bodi kapal FRP serat yang umumnya digunakan dan dapat ditemukan di pasaran adalah jenis CSM (*Chopped Standart Mat*) dengan varian (200, 300, 450, 600,900 gram/m²), WR (*Woven Roving*) dengan varian (300, 400, 600, 800, 900

gram/m²), dan ada juga perpaduan antara CSM dan WR yang dijahit hingga membentuk kekuatan yang maksimal yang biasa disebut dengan BX (*Biaxial Mat*), (Caesar Wiratama, 2016)

Dari hasil survey (Buana Ma'ruf, 2011) ditemukan bahwa pada umumnya galangan kapal berbahan fiberglass di indonesia belum memiliki *Engineering Standard* pada proses produksinya sehingga kekuatan konstruksinya sulit dijamin kesesuaiannya dari persyaratan BKI, terutama bagian lambung kapal yang sering mengalami benturan, dengan demikian permasalahan dalam penelitian ini adalah adakah pengaruh dari variasi susunan serat pembentuk laminasi fiberglass pada kekuatan tarik dan tekuk material tersebut.

Pengujian Tarik dan tekuk pada material laminasi penting dilakukan bertujuan untuk mengetahui nilai tegangan maksimal yang dapat ditemima oleh material dan menyatakan kemampuan bahan untuk menerima tegangan tanpa menyebabkan bahan menjadi patah, kekuatan ini terdiri dari kekuatan tarik, kekuatan tekan, kekuatan geser, dan lain sebagainya.

Sepertihalnya kapal lainnya lambung kapal berbahan fiberglass harus memiliki kekuatan yang memadai sesuai rules pengujian yang disyaratkan antara lain uji tarik dan uji tekuk.

Uji tarik bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tarik, sedangkan uji tekuk bertujuan untuk mengetahui nilai kuat tekuk, uji tersebut mengacu pada *International Standard ISO 527-4 (1997)* untuk uji tarik dan *ISO 14125 (1998)* untuk uji tekuk. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis tertarik melakukan penelitian terhadap Pengaruh Susunan Serat Laminasi Fiberglass Terhadap Kekuatan Tarik Dan Tekuk Material Menggunakan Variasi *Chopped Stadart Mat Dan Woven Roving*.

II. METODE SAMPEL PENGUJIAN

Sesuai aturan Rule BKI 2015 *Vol A Guidance For FRP And Wooden Fishing Vessel Up To 24 M.* yang mengacu pada *International Standard ISO 527-4 (1997)* untuk uji tarik, dan *ISO 14125 (1998)* maka sampel uji laminasi *side shell* dari lambung kapal di desain mengikuti kaedah atau aturan yang telah di tetapkan, dapat di lihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Desain Sampel Uji Tarik (Tensile)



Gambar 2. Desain Sampel Uji Tekuk (Bending)

Berdasarkan dari jenis material yang digunakan pada Tabel 1-Tabel 3.

Tabel 1. Variasi Laminasi 3 Lapisan

Nama/Kode Specimen	Lapisan			Berat Total (gram)	Tebal Total (mm)	Kandungan serat kaca (Ψ)
SPC A 3	M2	W2	M2	86	1,56	0,28
SPC B 3	W2	M2	W2	94	2,58	0,31
SPC C 3	M2	W1	W2	92	2,28	0,30

Tabel 2. Variasi Laminasi 5 Lapisan

Nama/Kode Specimen	Lapisan					Berat Total (gram)	Tebal Total (mm)	Kandungan serat kaca (Ψ)
SPC A 5	M1	W1	M1	W1	M1	115	2,26	0,38
SPC B 5	M1	W1	W2	W1	M1	132	3,24	0,44
SPC C 5	M1	W2	M1	W1	M1	117	2,46	0,39

Tabel 3. Variasi Laminasi 6 Lapisan

Nama/Kode Specimen	Lapisan						Berat Total (gram)	Tebal Total (mm)	Kandungan serat kaca (Ψ)
SPC A 6	M1	W1	M1	W2	M2	M1	143	2,64	0,47
SPC B 6	M2	W1	W1	M1	W1	M1	139	3,12	0,46
SPC C 6	M2	W1	W1	W1	M1	M2	165	3,18	0,35

III. HASIL

1. Analisa Uji Tarik

Uji tarik dilakukan hingga terjadi patah yang ditunjukkan oleh Gambar 4.17 sehingga diperoleh kuat tarik (N/mm²) dari masing-masing sampel yang diuji sesuai beban maksimum yang dapat dicapai. Dari hasil uji tersebut diperoleh rata-rata kuat tarik dari masing-masing sampel pada (Tabel 4) .

Tabel 4. Rangkuman data kekuatan tarik material

3 Layer			
Kode	Kekuatan Tarik (N/mm ²)	Regangan (mm)	Syarat minimal (N/mm ²)
Spc A3	7.0800	6.2288	8.0395
Spc B3	11.6000	8.5932	9.3874
Spc C3	5.9600	6.9592	8.5020
5 Layer			
Spc A5	12.0400	6.9533	11.3743
Spc B5	14.3000	12.6782	14.6020
Spc C5	12.8200	7.6082	11.8483
6 layer			
Spc A6	12.7600	9.2527	16.5610
Spc B6	16.5000	9.6205	15.8824
Spc C6	10.3400	9.8203	22.9095

= Tidak mencapai syarat minimal
 = Mencapai syarat minimal

Dari hasil pengujian di atas, terlihat adanya perbedaan nilai kuat tarik dari masing-masing sampel, dari nilai minimum kekuatan yang di tetapkan oleh BKI menunjukkan bahwa rata-rata nilai kuat tarik dari komposisi 3 layer tidak memenuhi, sementara itu hasil pengujian pada sampel lain yang di buat dengan komposisi material yang berbeda dapat mencapai standar yang telah di tetapkan.

2. Analisa Uji Tekuk

Uji tekuk dilakukan hingga terjadi patah yang ditunjukkan oleh Gambar 4.18 sehingga diperoleh kuat tarik (N/mm²) dari masing masing sampel yang diuji sesuai beban maksimum yang dapat dicapai. Dari hasil uji tersebut diperoleh rata-rata kuat tarik dari masing-masing sampel pada (Tabel 5).

Tabel 5. Rangkuman data kekuatan tekuk material

3 Layer			
Kode	Kekuatan Tekuk (N/mm ²)	Regangan (mm)	Syarat minimal
Spc A3	0.2000	8.9005	14.6156
Spc B3	0.2800	17.5392	16.1467
Spc C3	0.2000	22.0364	15.1980
5 Layer			
Spc A3	0.3400	10.1094	17.9288
Spc B3	0.3000	18.4689	20.3987
Spc C3	0.4200	13.0636	18.3154
6 Layer			
Spc A3	0.6000	6.0719	21.7691
Spc B3	0.7000	10.4948	21.3032
Spc C3	0.2400	7.0152	25.8655

= Tidak mencapai syarat minimal

= Mencapai Syarat minimal

Dari hasil uji tekuk dari sampel laminasi memberikan hasil yang variatif, dari rata-rata nilai regangan tabel diatas dapat kita lihat bahwa sampel dengan lapisan yang lebih tipis menunjukkan hasil nilai regangan yang lebih tinggi di bandingkan dengan sampel yang memiliki lapisan yang tebal, akan tetapi hasil yang di tujukan pada kuat tegangan pada masing masing sampel tidak ada yang mencapai syarat minimal.

IV. PEMBAHASAN

Proses pembuatan sampel menggunakan metode *Hand Lay-up*, dimana sampel di buat dengan menggunakan serat *Fiberglass Chopped Standart mat (300, 450)* dan serat *Woven Roving (600, 800)* dengan variasi 3 lapis, 5 lapis dan 6 lapis dan dengan komposisi susunan serat sesuai dengan tabel 3.2, 3.3, 3.4.

Dari tabel 4 diperoleh nilai kekuatan tarik rata-rata dari semua sampel sebesar 11.4644 N/mm², dan dari tabel 5 diperoleh nilai kekuatan tekuk rata-rata dari semua sampel sebesar 0.3644 N/mm².

Dari variasi komposisi serat dan jumlah lapisan sangat mempengaruhi nilai kekuatan tarik dan tekuk material semakin banyak jumlah lapisan pada material maka nilai

kekuatan tarik dan tekuknya semakin tinggi, tetapi apabila mencermati hasil grafik dan tabel hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa tebal material tidak menjamin nilai kekuatan tariknya lebih tinggi, akan tetapi jenis serat dan susunan pada laminasinya yang mempengaruhi kekuatan tariknya, seperti pada grafik 4.1 hasil uji tarik pada sampel SPC B 5 dengan 5 lapis memiliki kuat tarik sebesar 14.3000 N/mm² jika di bandingkan dengan SPC A 6 yang memiliki 6 lapisan hanya memiliki nilai kuat tarik 12.7600 N/mm² dimana memiliki selisih tebal 1.85 mm, begitu juga pada kekuatan tekuk, material dengan jumlah lapisan lebih banyak memiliki kekuatan tekuk yang lebih besar, akan tetapi material dengan lapisan yang lebih tipis memiliki nilai regangan yang lebih tinggi, contohnya terdapat pada tabel 5 dimana kekuatan tekuk tertinggi terjadi pada sampel SPC B 6 dengan nilai kuat tekuk 0.7000 N/mm² dan nilai regangan sebesar 10.4948 mm di bandingkan dengan sampel SPC C 3 dengan hanya nilai kuat tekuk sebesar 0.2000 N/mm² yang memiliki nilai regangan sebesar 22.0364 mm yang keduanya memiliki selisih tebal 2.5 mm.

V. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian uji material yang telah dilakukan maka dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian diatas menunjukkan bahwa tebal material tidak menjamin nilai kekuatan tarik/tekuknya 'lebih tinggi, akan tetapi jenis serat dan susunan pada laminasinya yang mempengaruhi kekuatan
2. Dari hasil uji tarik dan tekuk yang telah di lakukan komposisi yang cocok di gunakan pada pembuatan bagian side shell lambung kapal fiberglass, sesuai dengan standart kekuatan yang sudah diisyaratkan pada Rule BKI 2015 *Vol A Guidance For FRP And Wooden Fishing Vessel Up To 24 M Section 2 (B.3.2)* adalah variasi 5 lapis dengan komposisi susunan laminasi (CSM 300,WR

800,CSM 300,WR 600,CSM 300) dengan kode sampel SPC C 5, jika dibandingkan lagi dengan variasi 6 lapis pada sampel SPC B 6, dengan skala luasan laminasi 1m² dari segi ekonomis SPC C 5 lebih ringan dengan selisih berat 550 gram dan perbandingan tebal 1,75 mm jika di gunakan sebagai bahan pembuatan Side Shell lambung kapal

SARAN

Saran untuk penelitian selanjutnya agar dapat memperhatikan point berikut :

1. Melakukan penelitian terhadap pengaruh kondisi pengeringan material fiberglass dengan suhu ruangan atau terkena paparan matahari secara langsung terhadap sifat mekanik material.
2. Melakukan penelitian terhadap takaran dari campuran cairan matrix terutama pada penambahan katalis terhadap pengaruh kecepatan waktu pengeringan material dan sifat mekaniknya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] BKI. (2015). *Volume A Guidance for Frp and wooden Fissing vessel up to 24M 2015 Edition*, Biro Klasifikasi Indonesia. Jakarta.
- [2] Baskoro. (2018) *Analisa Teknis Dan Ekonomis Pembangunan Kapal Ikan Ukuran 10 GT – 20 GT Konstruksi Fiberglass Reinforced Plastic (FRP) Sesuai Standart Biro Klasifikasi Indonesia*. Teknik ITS, Vol. 7, No.1 (2018)
- [3] Ma'ruf, B. (2013). *Analisis Kekuatan Laminasi Lambung Kapal Fiberglass Yang Menggunakan Material Multiaxial*, *Jurnal Standardisasi, Bsn*, Volume 16 Nomor 1, Maret 2014: Hal 77 – 84.
- [4] Ma'ruf, B. (2011). *Studi Standardisasi Konstruksi Laminasi Lambung Kapal Fiberglass*. *Jurnal Standardisasi, Bsn*, Vol. 13, No. 1 Tahun 2011:16-25.
- [5] Ma'ruf, B Dan Farief. (2016) *Teknologi Pembuatan Kapal Berbahan Fiberglass*, Sbu Marine, Pt. Biro Klasifikasi Indonesia, Jakarta.
- [6] Marzuki, Zubaydi dan Ma'ruf, B (2017). *Kajian Penerapan aturan Klasifikasi Pada Laminasi Struktur Konstruksi Lambung Kapal Ikan Fiberglass 3 GT*. *Jurnal Wave*, Vol 11, No. 1 Tahun 2017: 15 – 22.
- [7] Ririantika, Syaifuddin, Dan Hutahuruk. R. *Pengaruh Variasi Susunan Serat Terhadap Kekuatan Material Fiberglass Pada Kapal Perikanan Produksi Galangan Kapal Karya Sakti Bengkalis*. (<https://docplayer.info/49925991-Pengaruh-variasi-susunan-serat-terhadap-kekuatan-material-fiberglass-pada-kapal-perikanan-produksi-galangan-kapal.html>) (Diakses Pada 16 November 2019).
- [8] Wiratama Caesar (2017). *Material Fiberglass (Serat Kaca)* <http://aeroengineering.co.id/2017/09/material-fiberglass-serat-kaca/> (diakses pada 16 November 2019)
- [9] Liberty, F. 1997. *Suatu Studi Mengenai Desain Konstruksi Perahu Dogol di Pangandaran*. Bogor: Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor
- [10] Askeland., D. R., 1985, "The Science and Engineering of Material", Alternate Edition, PWS Engineering, Boston, USA
- [11] Davis, H.E., Troxell, G.E., Wiskocil, C.T., 1955, *The Testing and Inspection of Engineering Materias*, McGraw-Hill Book Company, New York, USA.
- [12] Dieter, G., terjemahan oleh Sriati Djaprie, 1987, *Metalurgi Mekanik*, Jilid 1, edisi ketiga, Erlangga, Jakarta.