

# Kualitas Karaktometri Material Kevlar Substitusi Fiberglass pada Kapal Ikan Nelayan Indonesia

## *(The Quality of Charactometry for Kevlar Material fiberglass substitution on Indonesian Fishing Boats)*

Budiman Adi Setyawan<sup>1\*</sup>, M. Rusdy Hatuwe<sup>2</sup>, Marsudi<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional  
"Veteran" Jakarta

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"  
Jakarta

<sup>3</sup>Program Studi Teknik Penerbangan, Universitas Marsekal Suryadarma, Halim Perdana Kusuma

\*Korespondensi penulis: budimanadisetyawan9@gmail.com

**Abstract.** *In this paper, research has been carried out on the use of Kevlar material as a base material for making offshore patrol boats. For some imported Kevlar materials, physical tests are carried out with standardized testing, namely the weight of SNI ISO 3801: 2010 K-100 weight 130 g / m<sup>2</sup> while FG 600 480 g/m<sup>2</sup>. Material Construction of SNI ISO 7211-2: 2010 (Tetal) K-100, for warp and feed are both 95 strands /10 cm while FG 600 for warp and feed are equally 30 strands/10 cm, SNI ISO 7211-1: 2010 (Matting) K-100 and FG-600 are both woven plates. Tensile strength and elongation of ISO 13934-1 material (vertical and horizontal direction) for K-100 the tensile strength towards warp and feed are both 5.300 N/5 cm while FG-600 is 4.000 N/5 cm for both warp and feed directions. The composition of SNI 08-0265: 1989 K-100 is made of a type of Nylon and FG 600 is made of Polyester.*

**Keywords:** *Katir, bottom glass, Kevlar, patrol boat, SNI-ISO.*

**ABSTRAK.** Pada makalah ini telah dilakukan penelitian tentang penggunaan bahan Kevlar sebagai bahan dasar pembuatan kapal patroli dilaut lepas. Terhadap beberapa bahan Kevlar Impor dilakukan pengujian fisik dengan pengujian pengujian yang telah baku, yaitu Berat Bahan SNI ISO 3801:2010 Berat K-100 130 g/m<sup>2</sup> sedangkan FG 600 480 g/m<sup>2</sup>. Konstruksi Bahan SNI ISO 7211-2:2010 (Tetal) K-100, untuk lusi dan pakan sama-sama 95 helai/10 cm sedangkan FG 600 untuk lusi dan pakannya sama-sama 30 helai/10 cm, SNI ISO 7211-1: 2010 (Anyaman) K-100 dan FG-600 sama-sama anyamannya plat. Kekuatan tarik dan mulur bahan ISO 13934-1 (arah vertikal dan horizontal) untuk K-100 kekuatan tariknya kea rah lusi dan pakan sama-sama 5.300 N/5 cm sedangkan FG-600 4.000 N/5 cm untuk kedua arah lusi dan pakan. Komposisi SNI 08-0265:1989 K-100 terbuat dari sejenis Nilon dan FG 600 terbuat dari Polyester.

**Kata kunci:** Cadik, kaca bawah, kevlar, kapal patroli, SNI-ISO.

### PENDAHULUAN

Penggunaan fiberglass sebagai pengganti kayu di dalam pembuatan perahu cukup banyak manfaatnya seperti ongkos produksinya murah, bahan tersedia setiap saat, cara pembuatannya mudah dan tidak membutuhkan tempat yang luas. Namun bahan fiberglass masih memiliki kelemahan terutama di dalam hal beratnya yang ringan sehingga kapal mudah dihempaskan ombak. Saat ini telah ada material yang lebih berat dan lebih kuat yaitu kevlar yang merupakan produk turunan dari bahan polyamide atau nylon yang berasal dari proses reaksi antara heksametilen diamin dengan asam adipat. Bahan Kevlar telah digunakan di dalam pembuatan kapal patroli TNI AL, Bea Cukai dan Polri. Kevlar yang digunakan sebagai bahan kapal ikan nelayan harus diketahui sifat-sifat yang menjadikannya unggul antara lain konstruksi, komposisi, kekuatan dan ketahanannya

terhadap zat kimia yang selama ini belum dipublikasikan secara terbuka ke pasar. Diharapkan dari penelitian ini akan diperoleh informasi tentang karakter dari beberapa bahan Kevlar yang beredar di Indonesia dan ditentukan bahan Kevlar yang paling cocok untuk kapal ikan. Selain harga kayu yang mahal dan langka juga karena pepohonan di hutan harus dilindungi keberadaannya. Gagasan awalnya adalah mencari pengganti kayu atau logam untuk produksi kapal ikan berukuran kecil. Pada awalnya pembuatan kapal ikan dari fiberglass masih dibuat dengan cara manual yaitu poles tangan. Sekarang cara itu telah berkembang antara lain dengan metoda vakum dan tekanan sehingga pembuatan kapal ikan bisa dilakukan lebih cepat dan efisien. Namun sampai saat ini salah satu kelemahan dari bahan fiberglass adalah berat jenisnya yang ringan membuat kapal ikan tidak dapat berlayar jauh ke tengah laut. Dari penelitian terdahulu bahwa kapal cadik dan wisata bahari jenis kaca bawah dengan panjang 6.5-meter dengan mesin tempel long arm hanya dapat berlayar sejauh 2 mil karena ringannya [1, 2]. Sedangkan penelitian lainnya [3] melaporkan bahwa upaya menambah kekuatan mekanis melalui cara laminasi ( $0^{\circ}$ - $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) belum diperoleh hasil yang maksimal. Sekarang telah ada material baru yang merupakan turunan dari nylon yang jauh lebih kuat dan lebih berat dari bahan fiberglass dengan nama Kevlar.

Fiberglass / Serat kaca (Bahasa Inggris: *fiberglass*) atau sering diterjemahkan menjadi serat gelas adalah kaca cair yang ditarik menjadi serat tipis dengan garis tengah sekitar 0.005 mm – 0.01 mm. Serat ini dapat dipintal menjadi benang atau ditenun menjadi kain, yang kemudian diresapi dengan resin sehingga menjadi bahan yang kuat dan tahan korosi untuk digunakan sebagai badan mobil dan bangunan kapal. Juga digunakan sebagai agen penguat untuk banyak produk plastik; material komposit yang dihasilkan dikenal sebagai plastik diperkuat-gelas (*glass-reinforced plastic*, GRP) atau epoxy diperkuat glass-fiber (GRE), disebut "fiberglass" dalam penggunaan umumnya [4].

*Chopped Strand Mat* (CSM) adalah jenis serat kaca dengan anyaman yang diproduksi secara acak kebarbagai arah dan tidak beraturan. Serat kaca inilah yang paling banyak digunakan oleh pengrajin fiberglass karena harga yang relatif murah dan mudah digunakan. Kalau diterjemahkan secara harafiah ke bahasa Indonesia, *chopped strand mat* artinya adalah helaian handuk cincang. Memang benar kenyataannya, jenis serat kaca ini memang seperti kumpulan serat-serat yang dicincang dan dibentuk menjadi satu helai atau lembaran baru. Jenis serat ini sangat cocok sebagai penguat resin tipe polyester dan epoxy karena sudah mengandung bubuk pengikat yang akan bereaksi apabila terkena resin. Kapasitas serap yang bisa mencapai  $1\frac{1}{2}$  ukuran beratnya membuat jenis serat kaca ini cukup kuat digunakan untuk menopang beban besar. Ketebalan serat ini pun diproduksi berbeda-beda dari yang tipis hingga yang tebal dan kadang dipadukan dengan serat yang lebih baik yaitu *Woven Roving Mat* [6, 7].

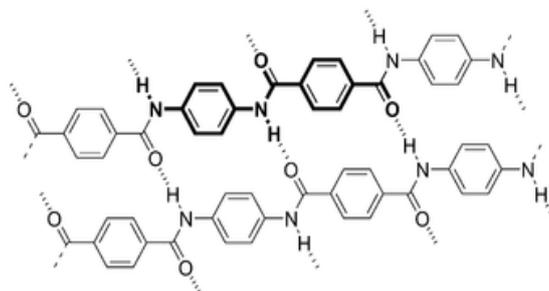
*Woven Roving Mat* (WRM) adalah jenis serat kaca yang diproduksi dengan anyaman yang rapi dari dua arah yaitu horizontal dan vertikal dengan kekuatan beban yang sama. Jenis serat kaca ini sering juga disebut type ( $0^{\circ}/90^{\circ}$ ) mengikuti sudut horizontal dan sudut vertikal yang dibentuk anyamannya yang berarti kuat menahan beban kedua arah tersebut dan lemah ke arah diagonal atau  $45^{\circ}$ . Tetapi jenis serat kaca ini tetap banyak digunakan dan telah diuji kekuatannya dalam perkapalan terutama yang banyak disebut dengan WR600 (*Woven Roving 600gram / m<sup>2</sup>*) yang cukup tebal untuk 1 lapis / meternya. Kelebihan lain serat ini adalah pemakaian resin yang relatif lebih kecil dibanding CSM yaitu 1:1 dan hal ini menjadi pertimbangan bagi produsen peralatan dan kapal berbahan fiberglass untuk tujuan komersial. Produsen-produsen serat kaca juga tidak kalah cerdas menciptakan jenis serat baru yaitu menggabungkan jenis yang hampir mirip dengan WRM dan CSM tetapi dengan memebentuk arah serat  $45^{\circ}$  menjadikan jenis serat kaca baru yang disebut dengan *Biaxial Mat* [7, 8].

*Biaxial Mat* (BX) Disebut juga *biax fiberglass* dan seperti dijelaskan di atas, jenis serat ini adalah ibarat perpaduan antara *Woven Roving Mat* (WRM) dan *Chopped Strand Mat* (CSM) yang dijahit hingga membentuk kekuatan yang maksimal. Arah untaian serat yang membentuk  $45^{\circ}$  dan CSM dilapisan bawahnya menjadikan serat ini lebih kuat dari kedua jenis sebelumnya. Kelebihan lain jenis serat ini adalah berkurangnya penggunaan serat

yang berlapis-lapis dan disebut-sebut lebih hemat dalam penggunaan resin dibanding CSM dan WRM. Jenis serat Biaxial ini disebut (+/- 45°) sesuai dengan arah untai serat yang dibentuk membuat penggunaan jenis serat fiber yang satu ini sangat mudah karena mampu mengikuti lekukan permukaan yang dilapisi dengan jauh lebih baik. Kalau kita pernah mendengar seri serat BX1708, itu karena penggunaan lapisan depan seberat 17oz (17 ons) dan lapisan belakang dengan serat seberat 8oz (8 ons) sehingga total berat biaxial matnya adalah 25oz (25 ons). Secara internasional, ukuran yang dipakai adalah Oz atau Ons atau sekitar 28.35-gram untuk setiap ons-nya [8, 10].

Kevlar adalah sebuah merek dagang terdaftar untuk serat fiber sintetis aramid, bahan ini masih berhubungan dengan Nomex dan Technora. Poly-paraphenylene terephthalamide / Kevlar diciptakan pada tahun 1965 oleh Stephanie Kwolek saat ia bekerja di DuPont. Selanjutnya bahan ini dikembangkan oleh perusahaan DuPont [1, 2].

Karbon Kevlar merupakan material modern yang menyuguhkan kekuatan luar biasa namun dengan bobot yang ringan. Selain itu, kekuatan Kevlar diperkirakan lima kali lebih kuat dari baja, dengan bobot yang sama. Sehingga Kevlar pun menjadi bahan yang digunakan secara luas di bidang industri militer dan kemudian merambah industri otomotif termasuk dirgantara. Dilihat dari jejak sejarahnya, Poly-paraphenylene terephthalamide atau Kevlar merupakan material serat fiber Tujuannya adalah mendapatkan bobot ringan sehingga mendapatkan penggunaan bahan bakar yang lebih ekonomis. Seperti tujuan semula, penggunaan kevlar secara komersial pertama kali dilakukan pada industri ban. Di mana kehadirannya menggantikan fungsi steel belt dan nylon belt terlebih pada ban high-performance. Dalam perkembangannya, Kevlar mulai digunakan pada industri mobil. Motif sisik pada Kevlar yang semula banyak disembunyikan di bawah lapisan cat, belakangan ini malah menjadi trend yang mulai menghiasi interior bahkan eksterior di hampir semua jenis kendaraan. Bahkan salah satu model konsep Lamborghini yakni Sesto Elemento menggunakan 100% rangka dan kulit (*body sheet*) dari bahan Kevlar [5].



**GAMBAR 1.** Struktur molekul kevlar: bagian bergaris tebal merupakan unit monomer, garis-garis menunjukkan ikatan hydrogen [5].

## METODA PENELITIAN

Metoda penelitian yang digunakan adalah metoda eksperimental yang terdiri dari 4 (empat) tahap. Tahap pertama adalah studi pustaka. Studi pustaka penting dilakukan sebagai referensi data sekunder. Informasi yang diperoleh merupakan acuan dasar di dalam melakukan penelitian. Tahap yang ke dua adalah persiapan pengadaan dan pengadaan bahan fiberglass dan Kevlar sebagai sampel uji. Importir bahan ini belum banyak sehingga pengadaannya perlu dipesan terlebih dahulu. Tahap yang ke tiga merupakan tahap inti dari penelitian ini yaitu pengujian pengujian terhadap sampel yang berupa uji berat jenis, konstruksi, disain & komposisi serta kekuatan tarik dan mulur [8, 9]. Tahap yang ke empat merupakan tahap yang terakhir adalah menginterpretasi dan mengevaluasi data-data primer hasil pengukuran/pengujian untuk mengetahui karakteristik sampel berdasarkan standar SNI dan ditindaklanjuti dengan pembuatan laporan akhir. Pengujian-pengujian tersebut dibawah ini adalah pengujian terhadap sampel uji yang digunakan untuk mengukur karakter Bahan. Konstruksi bahan SNI ISO 7211-2:2010 (Tetal vertikal-horizontal), SNI

ISO 7211-5:2010, SNI ISO 7211-1:2010, Kekuatan tarik dan mulur SNI 0276:2009 (vertikal dan horizontal), Komposisi SNI 08-0265: 1989 (Campuran) [11]. Penelitian ini dilakukan di PT. Sritex yang berlokasi di Sukoharjo Solo dan pengujiannya dilakukan di Balai Pengujian Logam, Tekstil dan Keramik DKI Jakarta.

### Karaktometri.

Karaktometri adalah suatu cara pengukuran karakter bahan baik secara manual maupun dengan memakai alat ukur terhadap suatu sampel uji yang dalam hal ini bahan fiberglass dan Kevlar. Cara pengukuran yang dimaksudkan antara lain adalah komposisi, konstruksi, kekuatan tarik dan mulur [11]. Pengenalan akan karakter bahan ini menjadi penting tatkala bahan itu merupakan barang baru yang masih belum diketahui akan sifat-sifat atau karakternya. Pengukuran berat jenis bahan dilakukan dengan cara menimbang sampel uji dalam satuan luas tertentu berdasarkan standar: SNI pada timbangan analitis sebanyak 5 (lima) kali dan hasilnya dirata-ratakan atau sampai pada berat tetap. Pengujian Disain dan komposisi bahan dilakukan dengan cara melarutkan sampel uji ke dalam pelarut tertentu. Jika bahan itu tunggal maka seluruhnya akan larut dan jika mengandung campuran maka hanya salah satu unsur saja yang larut. Pengujian konstruksi bahan dilakukan dengan mengamati dengan kaca pembesar letak persilangan satu sama lain dari setiap lembar unsur yang menopang sampel. Pengujian kekuatan tarik dan mulur dilakukan dengan menggunakan alat uji tarik dan mulur sesuai standar SNI terhadap suatu sampel uji dengan satuan ukuran luas tertentu.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 adalah hasil pengujian parameter bahan Kevlar dan Fiberglass. Berat bahan woven K-100 130,0 g/m<sup>2</sup> lebih ringan daripada woven fiberglass (680,0 g/m<sup>2</sup>). Kedua bahan tersebut tergolong berbeda berat yang ekstrim. K-100 termasuk ke dalam berat yang ringan (100-200 g/m<sup>2</sup>) sedangkan FG 600 termasuk ke dalam golongan material yang berat (400 g/m<sup>2</sup> lebih). Perbedaan tersebut disebabkan konstruksi bahan (Tetal lusi dan pakan dan nomor lusi serta pakan) yang berbeda.

TABEL 1. Data hasil pengujian bahan kevlar dan fiberglass

No.	JENIS UJI	HASIL UJI	
		KEVLAR (K 100)	FIBERGLS (FG 600)
1	Berat Kain (g/m <sup>2</sup> )	130.0	680.0
2	Konstruksi Kain		
	Tetal lusi helai/10 cm	95.0	30.0
	Tetal Pakan helai/10 cm	95.0	30.0
3	Anyaman	Plat	Plat
4	Ketebalan (Thickness) (mm)	0.20	0.20
5	Kek. Tarik	5.300	4.000
	Kek. Tarik lusi (N/5 cm) dan pakan (N/5cm)	5.300	4.000
6	Komposisi	Nylon	Polyester

Jumlah lusi woven K-100 sebanyak 95 helai per 10 cm. Dengan berat yang lebih ringan akan membuat permukaan yang lebih halus dan rata karena untuk berat yang sama dibutuhkan bahan woven K-100 yang lebih banyak tetapi lebih padat dan kuat. Pada penelitian terdahulu, berat FG 600 masih menghasilkan kekuatan tarik di dalam batas standar SNI [1].

Jumlah Lusi dan pakan K-100 sebanyak 95 helai/cm lebih banyak dari pada WR 600 yang hanya 30 helai/cm. Lusi K-100 lebih halus tetapi kompak (padat) sedangkan WR 600 lebih renggang (longgar) sehingga K-100 akan menghasilkan kekuatan mekanis yang lebih besar (baik). Pada dasarnya Konstruksi material yang bentuknya lebih kecil tetapi banyak sehingga menjadi kompak (padat) akan menyebabkan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan unsur yang ukurannya lebih besar tetapi strukturnya longgar. Sedangkan nomor benang lusi/pakan K-100 serta tetal lusi/pakan juga menunjukkan perbedaan dimana

nomor benang lusi dan pakan K-100 lebih besar daripada WR 600. Tetel K-100, untuk lusi dan pakan sama-sama 95 helai/10 cm sedangkan FG 600 untuk lusi dan pakannya sama-sama 30 helai/10 cm

K-100 dan FG-600 sama-sama anyamannya plat. Artinya bahwa K-100 dan FG-600 mempunyai struktur anyaman seperti ketupat saling bersilang satu sama lain, satu ke atas dan satunya ke bawah. Namun karena berbeda berat materialnya (SNI ISO 3801:2010) maka akan menghasilkan sifat mekanis yang lebih baik. FG-600 meskipun beranyaman plat tetapi lebih jarang (SNI ISO 7211-2:2010) sehingga akan menghasilkan kekuatan tarik yang lebih kecil tetapi pertambahan panjang (elongation/mulur) yang lebih besar.

Kekuatan tarik K-100 arah lusi dan arah pakan sama yaitu 5.300 N/5 cm lebih besar daripada FG 600 arah lusi dan pakan yaitu 4.000 N/5 cm yang disebabkan oleh konstruksinya dan ukuran benang yang sama. Ukuran benang lusi/pakan pada K-100 lebih kecil dan konstruksinya lebih rapat/padat (kompak) sehingga menghasilkan kekuatan tarik yang lebih baik dari pada WR 600 yang konstruksinya lebih jarang/longgar.

Komposisi K-100 terbuat dari sejenis Nilon dan FG 600 terbuat dari Polyester. K-100 mempunyai sifat fisik dan kimia yang lebih baik dari pada WR 600 karena terbuat dari bahan yang berbeda. Selain itu bahwa K-100 adalah merupakan produk baru regenerasi dari nilon 6 sehingga kualitasnya lebih kuat dan lebih unggul.

## KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran tentang karakter dari material kevlar 100 ternyata memiliki beberapa keunggulan diantaranya beratnya lebih ringan, kekuatan tariknya lebih kuat dan tetel yang lebih banyak dari pada FG 600. Dapat digunakan sebagai pengganti fiberglass khususnya dari tipe woven FG jika perbedaan harganya tidak terlalu besar untuk pembuatan kapal ikan nelayan.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budiman AS, Marasabessy A, Laminasi Zona Lambung Perahu Ikan Cadik Fiberglass dengan Sistem (0°-45°-90°) untuk Meningkatkan Kekuatan Mekanis, Hasil Penelitian, LPPM UPNVJ, Jakarta, 2016.
- [2] Budiman AS, Marasabessy A, Pelatihan Pembuatan Kapal Ikan Cadik berbahan Fiberglass bagi Nelayan Pelabuhan Karangantu Desa Banten Kecamatan Kasemen Kota Serang Propinsi Banten, Hasil Pengabdian kepada Masyarakat LPPM UPNVJ, Jakarta, 2016.
- [3] Sri Sulasminingsih, Budiman AS, Studi Ekonomi Teknik Pembuatan Perahu Cadik Jenis Bottom Glass dari bahan Fiberglass untuk Wisata bahari di Kelurahan Banten Kecamatan Kasemen Kota Serang, Hasil Penelitian, LPPM UPNVJ, Jakarta, 2017.
- [4] Wikipedia Ensiklopedia Indonesia, Serat Kaca (<http://id.wikipedia.org/wiki>), 2009.
- [5] Wikipedia Ensiklopedia Indonesia, Kevlar, (<http://en.wikipedia.org/wiki>), 2010.
- [6] Marasabessy A, Disain Kapal Ikan Sederhana Berbahan FRP”, Hasil Penelitian, Bina Widya LPPM UPN “Veteran” Jakarta, 2010
- [7] Marasabessy, A, Analisis Keretakan dan Metode Perawatan yang Tepat Lambung kapal dibawah Garis Air Berbahan Fiberglass, Tesis Magister Teknik ISTN Jakarta, 2014
- [8] Biro Klasifikasi Indonesia, Rules and Regulation for the Classification of FRP Ships (Fibreglass Reinforced Plastic Ships, Jakarta, 1996.
- [9] Soekarsono, Fishing Vessel, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada, Jakarta, 2002
- [10] Cisanggarung Putra Mandiri CV, Galangan Kapal Fiberglass, Laporan Hasil Perawatan Kapal Fiberglass. Jakarta, 2010.
- [11] Badan Standarisasi Nasional Indonesia, Standar Nasional Indonesia, Jakarta, 2011.