

PERANCANGAN AWAL LAMBUNG KAPAL KEPRESIDENAN DARI KOMPOSIT WOVEN KEVLAR-RAMI-POLYESTER

Budiman Adi Setyawan^{1*}, Amir Marasabessy²

^{1,2}Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknik, Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jakarta, Jl.RS. Fatmawati Pondok Labu Jakarta Selatan,12450

*E-mail: budimanadisetyawan9@gmail.com

Diterima: 31 Juli 2021

Direvisi: 27 November 2021

Disetujui: 28 Januari 2022

ABSTRAK

Negara kesatuan Republik Indonesia terdiri dari ribuan pulau yang tersebar dari Sabang sampai ke Merauke. Pulau-pulau terdepan di Indonesia sangat jarang dikunjungi oleh Presiden RI yang mungkin salah satu penyebabnya belum ada kendaraan dinas laut seperti halnya di darat dan di udara. Oleh sebab itu dibutuhkan sebuah kapal laut yang sangat spesial (VVIP) yang terbuat dari material pilihan. Beberapa persyaratan yang harus dipenuhi antara lain ringan, cepat, anti peluru, anti terbakar dan aman serta nyaman bagi penumpangnya. Bagian terpenting dari sebuah kapal adalah lambungnya. Lambung kapal harus terbuat dari material yang sangat kuat seperti Kevlar, polyester dan rami. Bahan-bahan tersebut telah banyak digunakan untuk kepentingan militer. Terhadap material utama lambung kapal yaitu komposit Kevlar, rami dan polyester diuji kualitasnya sampai memenuhi standar SNI/ISO. Hasil pengujian terhadap material Kevlar, Polyester dan Rami adalah Berat Kevlar HT1 adalah 130 g/m² dan Polyester/Rami 65/35% 210 g/m² (SNI/ISO 3801:2010). Kekuatan tarik kevlar HT1 adalah 5300 N/5 cm (H/V)(ISO 13934-1) dan polyester/ Rami 65/35% ,885,42 N/2,5 cm (H),403,83 N/2,5 cm (V) (SNI 0276:2009). Jumlah lusi dan pakan Kevlar HT1 adalah 10 helai/1,0 cm (ISO 7211-2) dan jumlah lusi dan pakan Polyester/Rami 65/35% adalah 41 helai/1,0 cm (V) dan 22 helai/1,0 cm (H)(SNI/ISO 7211-2:2010). Pola Kevlar HT1 adalah plat dan Polyester/Rami 65/35% adalah keper 2/1(SNI/ISO 7211-1:2010).

Kata Kunci : Kevlar, Polyester, Rami, SNI, ISO, Lambung Kapal.

ABSTRACT

The unitary state of the Republic of Indonesia consists of thousands of islands scattered from Sabang to Merauke. The foremost islands in Indonesia are rarely visited by the President of the Republic of Indonesia, which may be one of the reasons why there are no marine service vehicles such as on land and in the air. Therefore we need a very special marine vessel (VVIP) made of selected materials. Some of the requirements that must be met are light, fast, bullet proof, anti-fire, safe and comfortable for the occupants. The most important part of a ship is the hull. The hull must be made of very strong materials such as Kevlar, Polyester and Jute. These materials have been widely used for military purposes. The main material for the hull of the ship, namely Kevlar, jute and polyester composites are tested for quality to meet SNI/ISO standards. The test results on Kevlar, Polyester and Jute materials are that the weight of Kevlar HT1 is 130 g/m² and Polyester /Jute 65/35% 210 g /m² (SNI / ISO 3801:

2010). The tensile strength of HT1 kevlar is 5300 N/5 cm (H/V) (ISO 13934-1) and Polyester/Jute 65/35%, 885.42 N/2.5 cm (H), 403.83 N/2, 5 cm (V) (SNI 0276: 2009). The number of warp and weft of Kevlar HT1 was 10 strands / 1.0 cm (ISO 7211-2) and the amount of warp and weft Polyester /Jute 65/35% is 41 strands / 1.0 cm (V) and 22 strands / 1.0 cm (H) (SNI / ISO 7211-2: 2010). The pattern of Kevlar HT1 is plate and 65/35% Polyester /Jute is keper 2/1 (SNI / ISO 7211-1: 2010).

Keywords: Kevlar, Polyester, Jute, SNI, ISO, the hull.

PENDAHULUAN

Latar Belakang.

Wilayah Negara Kesatuan Republik Indonesia sangatlah luas dimana dua pertiganya adalah lautan. Maka dapat dibayangkan betapa luas dan kayanya negara ini sehingga membutuhkan sarana dan prasarana yang sangat besar untuk dapat mengelola aset yang dimiliki. Sangat aneh jika wilayah yang begitu luas akan tetapi pemerintah tidak berdaulat di dalamnya. Banyak tindak kejahatan dan musibah di lautan yang tidak terdeteksi oleh aparat keamanan yang menimbulkan kerugian besar bagi negara. Salah satu penyebabnya adalah kurangnya pengawasan dari segenap aparat dari tingkat bawah sampai ke atas. Jika Presiden dapat melakukan inspeksi ke daerah pedalaman di darat, mengapa tidak dilakukannya di laut. Seharusnya Presiden melakukan inspeksi di lautan juga untuk memantau apa yang dilakukan aparat penjaga lautan dan sekaligus mendatangi masyarakat di daerah-daerah kepulauan terdepan agar mereka mengenal pemimpinnya.

Landsman Teori

Kevlar adalah sebuah merk dagang terdaftar untuk serat fiber sintesis aramid. Nama kimianya adalah Poly-paraphenylene terephthalamide. Kevlar diciptakan oleh Stephanie Kwolek pada tahun 1965 yang lalu dikembangkan oleh DuPont. Bahan yang kuat ini pertama kali digunakan secara komersial pada tahun 1970an sebagai pengganti baja pada produk ban untuk keperluan balap mobil. Bahan ini banyak dipakai pada ban, layar kapal dan rompi anti peluru. Hal ini disebabkan oleh kekuatan, elastisitas bahan dan beratnya yang ringan. Kevlar merupakan material modern yang menyuguhkan kekuatan luar biasa namun dengan bobot yang ringan tetapi kekuatannya lima kali lebih kuat dari pada baja dengan bobot yang sama sehingga Kevlar pun menjadi bahan yang digunakan secara luas di bidang

industri militer yang lalu merambah ke industri otomotif termasuk dirgantara. Bentuk woven kevlar dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini

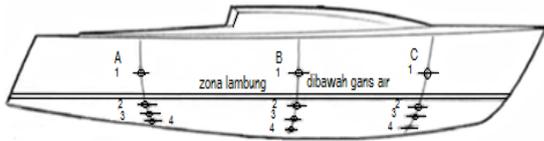


Gambar 1. Woven Kevlar

Industri militer sangat membutuhkan material berketahanan balistik tinggi. Terbukti bahwa pemanfaatan material komposit dapat memberikan performansi yang lebih baik dibandingkan dengan material logam. Alasan utama pemakaian bahan komposit adalah densitasnya rendah, sifat mekanik spesifiknya tinggi, kinerja yang sebanding dengan logam, tahan terhadap korosi dan mudah untuk difabrikasi. Khusus untuk kendaraan militer yang dibuat dari bahan komposit berpenguat serat dapat mengurangi berat kendaraan, meningkatkan mobilitas, meningkatkan efisiensi bahan bakar dan meningkatkan umur kendaraan. Berat kendaraan yang ringan memungkinkan kendaraan dapat membawa bahan bakar, amunisi dan pasukan yang lebih banyak. Didalam kendaraan darat terdapat bahan tambahan yang tidak berkontribusi terhadap struktur kendaraan yang diletakkan didalam atau diluar kendaraan yang disebut *spall liner* untuk melindungi penumpangnya dari peluru atau serpihan logam. *Spall liner* juga terbuat dari komposit sebagai hasil dari laminasi aramide, fiberglass atau high density polyethylene (HDPE), (Mardiyati, 2018)

Sama seperti halnya pada pembuatan kendaraan tempur maka pada pembuatan kapal

kepresidenan juga harus dibuat dengan kualitas yang prima dengan penekanan kepada unsur pengamanan dan keselamatan yang tinggi. Bagian yang terpenting dari sebuah kapal adalah yang disebut dengan zona lambung kapal yang harus kuat dalam menghadapai benturan, tumbukan, tembakan, hewan laut seperti kerang yang menempel dan sebagainya. Zona lambung kapal yang dimaksud adalah seperti pada Gambar 2 dibawah ini.



Gambar 2. Zona Lambung Kapal

Kekuatan mekanik yang berupa kekuatan tarik dan kekuatan tekuk harus memenuhi persyaratan ISO. Salah satu cara yang dapat mempengaruhi kualitas kekuatan mekanik adalah teknik laminasi. Banyak cara didalam melakukan laminasi. Ada cara spray, kompresor dan kwas (tangan). Dengan cara kwas (tangan) telah dilaporkan bahwa hasil melaminasi kesegala arah (diagonal-vertikal dan horizontal) menghasilkan kekuatan tarik (68 N/mm^2) dan kekuatan tekuk (148 N/mm^2) yang lebih baik daripada kekuatan tarik searah (63 N/mm^2) dan kekuatan tekuk searah (143 N/mm^2) meskipun masih didalam batas standar ISO. Pembuatan spesimen pelat dilakukan disesuaikan dengan spesifikasi ketebalan pelat lambung kapal ikan cadik dengan jumlah layer **1G + 3M300 + 2M450 + 1WR600** dengan ketebalan pelat $\pm 7 \text{ mm}$. (Adi Setyawan.B,2017).

Demikian pula halnya dengan standar yang digunakan didalam pengujian karakter dari sampel penguat telah diteliti terutama yang terkait dengan bahan tekstil yaitu SNI/ISO 3801:2010 tentang berat sampel/ m^2 , SNI/ISO 7211-1:2010 tentang konstruksi warp dan weft, SNI/ISO 7211-2:2010 tentang pola, SNI/ISO 13934-1 tentang kekuatan tarik dan regangan, SNI/ISO 5804 tentang ketebalan dan ISO/SNI 1833-11:2011 tentang komposisi (Adi Setyawan.B,2018)

Berat woven Kevlar dalam kategori ringan (dibawah 200 g/m^2) memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan fiberglass dari kelas yang lebih berat sehingga disarankan untuk mengganti bahan

penguat fiberglass dengan Kevlar pada kapal ikan nelayan Indonesia (Adi Setyawan.B,2019)

Serat polyester adalah serat buatan yang berasal dari sintesis asam tereftalat dengan etilen glikol. Serat ini bersifat hidrofob, mempunyai kekuatan tarik dan regangan yang tinggi, tahan terhadap jamur dan beberapa zat kimia. Ada 3 (tiga) jenis bahan polyester yaitu :

1. Polyethylene Terephthalate (PET)

Serat polyester yang paling terkenal di dunia industri adalah bahan PET. Hal ini karena sifatnya dapat didaur ulang sehingga lebih ramah lingkungan. Selain itu , PET juga memakan waktu yang paling singkat saat diproses menjadi sebuah woven. Efisiensi waktu ini jugalah yang menjadi alasan utama mengapa lebih banyak orang memilih jenis bahan ini untuk diproduksi. PET ini terbuat dari *ethylene glycol* yang dicampur dengan *tereftalic acid*. Penggunaannya tidak hanya untuk bahan tekstil saja akan tetapi digunakan juga sebagai bahan dasar pembuatan botol plastik, pipa-pipa, drum ,galon dan sebagainya.

2. Poly-1 4-Cyclohexylene Dimethylene Tereftalat (PCDT)

PCDT adalah jenis bahan polyester yang lebih kompleks kandungan senyawa kimianya. Proses pembuatannya lebih lama dibandingkan dengan pembuatan PET. Walaupun begitu, elastisitas yang dimiliki oleh PCDT lebih baik dari pada polyester jenis lain. Karenanya, ia tetap dibutuhkan dalam industri tekstil dan memiliki peminatnya tersendiri. Bahan PCDT lebih banyak dipakai untuk membuat tirai, pembungkus busa pada sofa, dan cover furnitur lainnya. Hal ini karena PCDT memiliki tingkat ketahanan kain yang lebih besar dari pada PET. Ciri khas dari PCDT ini adalah lembaran kainnya lebih berat dan tidak mudah sobek.

3. Benang Sintetis

Beberapa jenis benang juga ada yang terbuat dari bahan polyester. Bila benang sintesis ini dipintal bersamaan dengan benang filament, benang pintal, dan benang bertekstur lain, maka hasil yang didapat adalah sebuah lembaran kain polyester. Walaupun terbuat dari bahan sintetis, namun kain yang dibuat dari benang ini akan terlihat paling alami dibandingkan dengan bahan PET dan PCDT.

Kelebihan Polyester.

Sebagai sebuah bahan yang tercipta dari campuran senyawa-senyawa kimia, polyester tentunya mempunyai kelebihan. Kelebihan polyester antara lain , woven yang terbuat dari

bahan polyester dikenal mempunyai kualitas yang baik , kuat dan tidak mudah sobek , tidak mudah kusut dan sangat elastik. Selain itu , Bahan polyester memiliki ketahanan yang baik terhadap kuman dan bakteri sehingga tidak akan mudah bau dan busuk . Polymer dari polyester relatif tidak banyak mengandung gugus hidrofil sehingga bersifat hidrofobik. Ketahanannya terhadap air sangatlah baik . Sifat ini menjadi keunggulan di dalam pembuatan bahan komposit atau bahan lain yang dituntut harus anti atau menolak air.

Kekurangan Polyester.

Kekurangan dari bahan polyester hanyalah satu yaitu rentan terhadap panas . Bahan polyester yang mengandung polymer mudah terbakar. Hal ini juga berlaku untuk bahan lain yang sama-sama terbuat dari bahan sintetis. Kain yang terbuat dari serat alam juga bisa terbakar , namun tingkat kerentanannya masih lebih baik dibandingkan dengan kain polyester. Kekurangan bahan polyester ataupun bahan sintetis yang lainnya termasuk Kevlar , fiberglass , polyetilen dan sebagainya dapat atasi dengan memakai resin dari jenis yang tahan api seperti Yucalac 157 BQTN-FR.

Studi komparasi antara dua matriks unsaturated polyester resin yang berpenguat bahan sintetis fiberglass antara Yucalac 157 BQTN-FR dengan Yucalac 157 BQTN-EX telah dilaporkan hasilnya. Dari penelitian yang dilakukan, matriks unsaturated polyester resin Yucalac 157 BQTN-FR yang diperkuat dengan fiberglass mempunyai sifat daya tahan terhadap nyala api dibandingkan dengan Yucalac 157 BQTN-EX berdasarkan Standar UL 94 (Hotnyda, SA, 2018)

Rami.

Rami, *Boehmeria nivea (L)* adalah tanaman berumpun yang menghasilkan serat dari kulit kayu yang mudah berkembang di daerah tropis . Tanaman ini digunakan sebagai bahan baku produk tekstil karena memiliki kemiripan dengan kapas . Perbedaannya , rami berserat panjang sedangkan kapas mempunyai serat pendek. Rami merupakan tanaman yang serba guna. Akarnya dapat digunakan sebagai bibit pengembangan, daunnya merupakan bahan kompos dan pakan temak bergizi tinggi , pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya. Serat rami merupakan bahan yang bisa diolah untuk kain fashion bermutu tinggi dan bahan pembuatan selulosa

berkualitas tinggi (α -selulose) . α -Selulosa yang berkualitas tinggi merupakan salah satu unsur pokok pembuatan bahan peledak dan propelan (*propellant*) yaitu isian dorong untuk meledakkan peluru . Kayu dan serat rami dapat diolah menjadi pulp berkualitas tinggi sebagai bahan baku pembuatan aneka jenis kertas berharga . Panjang serat rami sangat bervariasi dari 2,5 cm sampai dengan 50 cm dengan panjang rata-rata 12,5 cm sampai dengan 15 cm. diameternya berkisar antara 25 μ sampai dengan 75 μ dengan rata-rata 30-50 μ . Wujud Serat Rami tampak seperti pada Gambar 3 dibawah ini



Gambar 3. Serat Rami (Foto: CV.Rabersa, Wonosobo).

Serat rami mempunyai tingkat elastisitas yang baik dan memiliki kemampuan menyerap panas yang lebih baik. Lazimnya dijadikan campuran bahan kain lain, seperti katun, rayon, linen, dan poliester. Dibandingkan kapas, serat rami lebih kuat sehingga menempati urutan teratas di antara serat alam nabati yang ada. Ia juga mampu menyerap air lebih tinggi jika dibandingkan dengan serat kapas. Keunggulan lain dari tanaman ini banyak dimanfaatkan sebagai bahan gorden, handuk, campuran wol, kain tenda, terpal, uang kertas, kertas sigaret, dan perlengkapan militer. Seratnya kuat dan tahan lama, bahkan sudah ada penelitian yang menyebut serat rami anti peluru (Musaddad, 2007). Semua bagian tubuhnya bermanfaat, oleh karena itu rami digolongkan ke dalam komoditas nihil sampah (*zero waste*). Artinya, limbah hasil olahan berupa serat bisa dibuat menjadi berbagai produk alternatif. Meskipun begitu, seluruh bagian tanaman rami yang tidak diolah dapat dijadikan produk dengan nilai ekonomi tinggi. (Musaddad, 2007).

Serat polimer (poliester) yang dicampurkan dengan rami akan membentuk kain hibrida yang merupakan rahasia bahan alam untuk jembatan beton yang sangat kuat

yang tampak seperti karbon. Serat rami sangat kuat dengan kekuatan 4 kali lipat lebih besar dari kekuatan linen, 6 kali lipat dari pada sutera dan 7 kali lebih kuat dari pada kapas. Daya kilau warnanya lebih tinggi dari beberapa linen. Daya serap terhadap kelembaban 12 persen dan 8 persen dari daya serap kapas. Sedangkan elastisitasnya rendah, licin dan kaku. Para ilmuwan di Pusat Aplikasi Fraunhofer (Jerman) melakukan penelitian serat kayu melalui proyek HOFZET® dengan menggunakan alat tenun double-rapier dengan sambungan Jacquard untuk menenun bahan campuran. Tim mampu memproduksi material komposit ringan yang inovatif dengan struktur tekstil khusus aplikasi yang rumit dan fungsi yang terintegrasi. Mesin memadukan material konvensional yang berkelanjutan dengan efisien dan canggih secara teknis. Bahan campuran itu kemudian tertanam dalam beton dengan kinerja atau kualitas tinggi dengan kerapatan struktural yang melindungi serat hampir sepenuhnya terhadap pelapukan. Tenunan ini juga dimodifikasi dengan resin alami dan tim peneliti berusaha menghilangkan dampak yang merugikan terhadap lingkungan. Tekstil berbasis rami tertanam dalam komponen yang diberikan dalam lapisan. Kekakuannya pun bervariasi, dan dapat diatur dalam bentuk yang diinginkan. Kita membayangkan untuk menciptakan kontur melengkung seperti kubah dan elemen dinding bulat tanpa keretakan. Beton cair yang dikembangkan khusus di rumah di Pusat Fraunhofer WKI untuk bangunan ringan dan ramah lingkungan (ZELUBA®), kemudian dituangkan ke tekstil. Keberlanjutan ekologi sangat bergantung pada pikiran pengembang. Lingkungan harus dijaga agar tidak tercemar dengan bahan baku primer dalam jumlah rendah. Campuran material terdiri dari pasir yang sangat halus, air, aditif beton dan pencampuran tekstil penguat dari serat rami. Mutu beton bertulang yang dibuat dengan kain rami lebih tinggi dari beton bertulang yang dibuat saat membangun jembatan. Matriks yaitu struktur—sangat padat sehingga zat berbahaya tidak dapat menembus komponen. Sebuah komposit dengan umur panjang yang luar biasa. Kombinasi rami dan beton terbukti dalam uji coba untuk menjadi komposit ideal, seperti yang dikonfirmasi oleh uji ketahanan dan beban pada beton bertulang—ramah lingkungan. Serat alami sangat cocok dengan

bahan bangunan yang juga dapat dikaitkan dengan fakta bahwa kontrol dapat dilakukan terhadap tekstil meski tetap dalam beton. Bahan textile-reinforced concrete (TRC) yang terbuat dari energi terbarukan memungkinkan pembangun jembatan yang ringan dan ramping namun kokoh saat dilintasi kendaraan bermotor. Jembatan beton bertulang dengan rentang 15 meter mempunyai tebal sekitar 35 hingga 40 cm. Sementara dengan menggunakan serat rami, beton akan jauh lebih ramping hanya 12 hingga 16 cm. Hal ini akan banyak menghemat bahan karena lapisannya lebih tipis.

Dari banyak hasil riset yang dilakukan di tanah air yang dilaporkan antara lain bahwa perlakuan alkali terhadap bahan komposit rami-polyester akan memberikan pengaruh terhadap kekuatan tarikannya. Serat rami yang direndam didalam larutan NaOH 5% selama 0, 2, 4 dan 6 jam dan proses post cure pada temperatur 62 °C selama 4 jam, menghasilkan kekuatan tarik 190,27 Mpa dan regangan 0,44% yang optimum pada waktu 2 jam daripada waktu perendaman 0 jam dimana kekuatan tarikannya 160,30 Mpa dan regangannya 0,42%, waktu perendaman 4 jam dengan kekuatan tarikannya 169,25 Mpa dan regangannya 0,39% serta waktu perendaman 6 jam dengan kekuatan tarikannya 147,10 Mpa dan regangannya 0,31%. Komposit rami-polyester yang direndam dalam NaOH 5% selama 2 jam mempunyai penampang patahan yang disebut *slitting in the multiple area* (Diharjo.K,2016).

Perlakuan terhadap komposit serat rami, fiberglass dan resin polyester dengan berbagai sampel dengan berbasis komposisi prosentase menunjukkan bahwa sampel Resin Polyester 50%-Rami 20%-Fiberglass 30% menunjukkan kekuatan tarik yang paling tinggi (36,687 N/mm²) (Sarudin,2019).

Perbandingan perlakuan terhadap rami sebagai bahan komposit bermatrik polimer dalam pelarut NaOH 5%, etanol 99% dan metiletilketon (MEK) menunjukkan bahwa rami yang direndam dalam larutan NaOH 5% memiliki kekuatan tarik yang paling rendah jika dibandingkan dengan pelarut etanol dan metiletilketon dengan berbagai variasi konsentrasi dan akan semakin besar penurunan kekuatan tarikannya dengan semakin tingginya kadar larutan NaOH (Muslimin.M, 2019).

Analisa Sifat mekanik yang dilakukan terhadap komposit Rami-Zeolit-HDPE dengan berbagai variasi komposisi (%) menunjukkan

bahwa pada komposisi serat rami 4 wt % , zeolit 1 wt % dan HDPE 95% mempunyai hubungan linier w_e (essensial kerja) yang lebih baik bila dibandingkan dengan komposisi HDPE murni 100 wt % , rami 2 wt %-zeolit 3 wt % dan HDPE 95 wt % dan rami 3 wt %-zeolit 2 wt % . (Hari Wibowo.F,2018)

Dari studi tentang pengaruh komposit material biokomposit dengan matriks polyester berpenguat serat alam (rami,bambo betung dan tebu) terhadap kekuatan fisik dan mekanik dilaporkan bahwa dari 5 (lima) variasi komposisi material biokomposit , komposisi polyester 70%-rami 5%-bambu 5%-tebu 20% mempunyai kekuatan lentur ($261,66 \text{ kg/cm}^2$) yang lebih baik dari pada komposisi polyester 70%-rami 5%-bambu 20%-tebu 5% ($185,89 \text{ kg/cm}^2$), polyester 70%-rami 20%-bambu 5%-tebu 5% ($114,75 \text{ kg/cm}^2$) dan polyester 70%-rami 10%-bambu 10%-tebu 10% ($114,75 \text{ kg/cm}^2$) kecuali polyester 100% ($990,82 \text{ kg/cm}^2$) sedangkan komposisi polyester 70%-rami 20%-bambu 5%-tebu 5% menghasilkan nilai densitas paling tinggi ($1,0489 \text{ g/cm}^3$) dibandingkan dengan empat variabel lainnya. (Dede Pramono.M, 2016).

Dampak adanya thermal shock terhadap kekuatan tarik dan bending dari komposit resin berpenguat rami telah dilaporkan. Hasil yang dapat dikutip adalah dari rasio penguat rami 9% dengan matriks resin polyester 91% yang direndam didalam larutan NaOH 20% selama 30 menit dan tanpa direndam. Lalu dilakukan proses pemanasan didalam oven listrik pada temperatur 100°C selama 1 jam dan dilakukan pendinginan secara perendaman didalam air dengan siklus thermal shock 5,10,15 dan 20.

Kekuatan tarik dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH 20% rata rata turun 25,66 % dari kekuatan tarik maksimum sebesar 38,4 Mpa dan turun 24,51 % dari kekuatan tarik maksimum sebesar 29,08 Mpa untuk serat rami tanpa perlakuan NaOH akibat perlakuan thermal shock. Kekuatan bending dari komposit resin berpenguat serat rami dengan perlakuan NaOH 20% mengalami penurunan rata-rata 11,14% dari kekuatan bending maksimum sebesar 75,08 Mpa dan mengalami penurunan 17,34% dari kekuatan bending maksimum sebesar 49,57 Mpa untuk serat rami tanpa perlakuan NaOH 20% akibat pengaruh thermal shock (Saferi.R,2015)

Permasalahan

Pemerintah tidak mempunyai kendaraan khusus laut untuk blusukan ke pulau-pulau terpencil. Lain halnya di darat atau di udara , pemerintah memiliki kendaraan dinas khusus untuk Presiden dan Wakil Presiden . Sudah sepantasnya kalau Presiden Republik Indonesia mempunyai kendaraan dinas laut yang dipakai untuk kunjungan kerja ke daerah daerah atau kepulauan terpencil mengingat sangat luasnya wilayah NKRI ini. Sebuah kapal yang dibuat secara khusus dengan fasilitas lengkap dan canggih serta terjamin keamanan dan keselamatan yang sangat diutamakan. Selama ini kapal-kapal pemerintah (Bea Cukai dan Polairud) yang dibuat dari bahan nonlogam kebanyakan hanya dibuat dari komposit dengan penguat fiberglass sehingga tidak memenuhi syarat sebagai kendaraan VVIP (untuk Presiden dan Wakil Presiden). Terkecuali untuk kapal-kapal TNIAL yang sudah mulai dibuat dengan memakai bahan Kevlar untuk tugas-tugas patroli, operasi, pengintaian, pengawalan dll. Permasalahan diatas dapat dirumuskan menjadi apakah kualitas material campuran Kevlar-Polyester-Rami memenuhi Standar SNI/ISO sehingga dapat dirancang sebuah plat lambung kapal kepresidenan yang kuat ?.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk membuat rancangan awal kapal presiden dari bahan komposit campuran kevlar-rami-polyester sebagai *partly bio-composite* yang ramah lingkungan dan mengurangi pemakaian bahan sintetik.Memenuhi Standar Biro Klasifikasi Indonesia yang mengacu pada standar KAN (Komite Akreditasi Nasional) Nomor : LP 442 IDN. Ruang lingkupnya berupa pemilihan bahan material yang sesuai dengan persyaratan yang sesuai dengan tingkat kualitas kekuatan,keamanan dan keselamatan serta kenyamanan level tinggi (VVIP).

METODE PENELITIAN

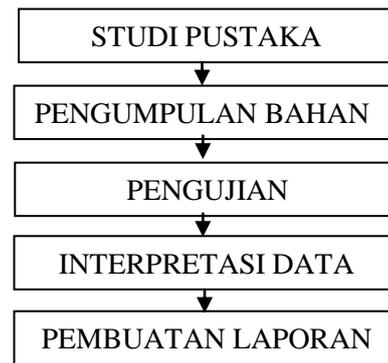
Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental empat tahap. Tahap pertama adalah studi kepustakaan untuk mendapatkan data awal dari dua bahan sintesis utama yaitu Kevlar dan Polyester kegunaan khusus. Data ini penting mengingat bahwa kedua bahan ini tidak dibuat di dalam negeri sehingga pengadaannya perlu waktu dan perhitungan biaya yang cermat.Kevlar dibuat

oleh Dupont (USA) dan Polyester oleh Teijin (Jepang). Tahap yang ke-2 adalah pengumpulan bahan-bahan utama pembuatan lambung kapal yaitu woven Kevlar, Serat Rami dan woven Polyester/Rami. Ada beberapa jenis berdasarkan ukuran beratnya yaitu Kevlar 100, Kevlar 400 dan Kevlar 600. Demikian juga ada Polyester 100, Polyester 400 dan Polyester 600. Sedangkan Rami diperoleh dari tanaman (alam) dalam bentuk serat dengan berbagai ukuran tergantung kepada kekuatan dan produk yang diinginkan. Dalam hal ini serat rami yang digunakan dengan berat 300 gram/m² yang berasal dari para petani rami di Wonosobo Jawa Tengah. Tahap yang ke-3 adalah proses identifikasi karakteristik Kevlar, Rami dan Polyester untuk mendapatkan informasi yang akurat dari material yang akan digunakan. Ketiga jenis bahan ini diamati karakteristiknya, berat bahan/m² (SNI/ISO 3801-2010), Konstruksi warp (V) dan weft (H) (SNI/ISO 7211-2-2010), Pola anyaman/pattern (SNI/ISO 7211-1-2010), Kekuatan Tarik dan regangan arah Horizontal dan Vertikal, (SNI/ISO 0276:2009). Adapun standar acuan yang dipakai seperti yang ada pada Tabel 1.

Tabel 1. Standar-Standar Acuan

| No. | JENIS UJI | SNI/ISO |
|-----|-------------------------|---------------|
| 1 | Berat/m ² | 3801:2010 |
| 2 | Konstruksi : | |
| | Vertikal/Warp (hl/cm) | 7211-2:2010 |
| | Horizontal/Weft (hl/cm) | 7211-2:2010 |
| 3 | Pola/Pattern | 7211-1:2010 |
| 4 | K.Tarik & Regangan : | |
| | Vertikal/Warp (N/kg) | ISO 13934-1 |
| | Vertikal/Weft (%) | SNI 0276:2009 |
| | Horizontal Warp (N/kg) | |
| | Vertikal/Weft (%) | |
| 5 | Thickness (mm) | ISO 5084 |
| 6 | Komposisi (%) | 1833-11:2011 |

Bahan Kevlar diperoleh dari Toko Ali Jakarta, bahan material Polyester/Rami 65/35% dari PT.Sritex Solo dan Rami dari CV.Rabersa Wonosobo. Tempat pengujian di Balai Besar Tekstil Bandung dan Unit Industri Kerajinan dan Tekstil Dinas Perindustrian dan Energi Provinsi DKI Jakarta. Semua sampel diuji berdasarkan standar SNI/ISO agar diperoleh data dan dianalisis secara valid dengan alur penelitian seperti pada Gambar 1 dibawah ini.

**Gambar 3.** Diagram Alir Penelitian**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Data-data Hasil Pengujian.

Tabel 2. Data Sampel Serat Rami

| No. | JENIS UJI | HASIL | SPESIFIC. |
|-----|-------------|----------|--------------|
| 1 | Kekuatan | 60 g/tex | 33-99 g/tex |
| 2 | Regangan | 3 % | 2-10 % |
| 3 | Kehalusan | 0,70 tex | 0,5-1,16 tex |
| 4 | MR | 11% | 12 % |
| 5 | Berat Jenis | 1,5 | 1,5-1,55 |

Tabel 3. Hasil Uji Kevlar HT1

| No. | JENIS UJI | HASIL | |
|-----|---------------------------|--------|-----------|
| | | Kv.HT1 | SPESIFIC. |
| 1 | Berat (g/m ²) | 130,0 | 120-140 |
| 2 | Konstr. : | | |
| | Wp hl/1cm | 10 | 9-10 |
| | Wt hl/1cm | 10 | 9-10 |
| 3 | Pola | Plat | Plat |
| 4 | Thick.(mm) | 0,20 | 0.20 |
| 5 | K.Tarik : | | |
| | Wp(N/5cm) | 5.300 | 4500-7000 |
| | Wt (N/5cm) | 5.300 | 4500-7000 |
| 6 | Kompos. (%) | 100% | 100% |

Tabel 4. Hasil Uji Kevlar HT4

| No | JENIS UJI | HASIL | |
|----|---------------------------|--------|-------------|
| | | Kv.HT4 | SPESIFIC. |
| 1 | Berat (g/m ²) | 414,0 | 400-450 |
| 2 | Konstruksi : | | |
| | Wp hl/1cm | 12 | 12-13 |
| | Wt hl/1cm | 12 | 12-13 |
| 3 | Pola | Plat | Plat |
| 4 | Thick.(mm) | 0.60 | 0.50-0.70 |
| 5 | K.Tarik : | | |
| | Wp N/5cm | 16.400 | 14400-22200 |
| | Wt N/5cm | 17.200 | 14400-22200 |
| 6 | Kompo.(%) | 100% | 100% |

Tabel 5. Hasil Uji Polyester/Rami 65/35%

| No. | JENIS UJI | HASIL | |
|-----|---------------------------|-------|------------|
| | | P/R | SPESIFIC. |
| 1 | Berat (g/m ²) | 210,0 | 200-450 |
| 2 | Konstruksi : | | |
| | Warp hl/1cm | 42 | 35-45 |
| | Weft hl/1cm | 22 | 15-25 |
| 3 | Pola Anyam. | Keper | Plat/Keper |
| 4 | Thickn. (mm) | 0.20 | 0.20 |
| 5 | K.Tarik : | | |
| | Wp (N/2.5cm) | 885,5 | 800-900 |
| | Wt (N/2.5cm) | 404.0 | 400-500 |

Pembahasan.

Berdasarkan pada syarat pembuatan kapal yang harus ringan agar dapat melaju dengan cepat tetapi tetap mengutamakan pada faktor keselamatan dan kenyamanan para penumpang maka material yang dipilih untuk pembuatan kapal juga harus yang ringan tetapi kuat. Bahan yang dipilih untuk penelitian ini adalah serat rami dalam bentuk roving, rami dalam campurannya dengan serat polyester dalam bentuk woven Polyester/Rami 65/35% dan woven kevlar (K HT1 dan K HT4).

Bahan serat rami mempunyai sifat dan karakter yang kuat sehingga kelebihan itu dapat dimanfaatkan sebagai bahan komposit. (Tabel 2). Pengalaman membuktikan bahwa rompi dari serat rami mampu menahan peluru. Oleh sebab itu , roving 100% rami sebagai sampel yang ke-1 dengan berat 300 g/m² , dipasangkan pada lapisan pertama dalam rancangan kapal presiden ini. Karena sifatnya yang sangat kuat itu diharapkan mampu mengatasi tekanan atau gaya-gaya yang mengenainya. Sesuai dengan salahsatu tujuan dari pembuatan kapal ini adalah dapat menahan laju peluru. Lapisan berikutnya terdiri dari 2 Kevlar HT1, 1 Kevlar HT4 , 1 Polyester/Rami 65/35%. Maka jumlah lapisan seluruhnya 5 lapis. Diharapkan setelah proses laminasi ketebalannya akan menyusut menjadi 1-1,2 sentimeter. Dari hasil penelusuran pustaka diperoleh ada 3 jenis bahan kevlar berdasarkan kategori berat yaitu ringan (< 200 g/m²), sedang (200-450 g/m²) dan berat (> 450 g/m²). Untuk itu dipilih bahan kevlar dari kategori ringan (Kevlar HT1) dan sedang (Kevlar HT4). Seperti halnya rami, Kevlar juga memiliki sifat tahan peluru yang cukup baik untuk kaliber tertentu. Sebagai sampel yang ke-2 adalah Kevlar HT1 seperti yang tersaji pada Tabel 2,

menunjukkan bahwa berat woven Kevlar 130 g/m² dengan spesifikasi toleransi 120-140 g/m² sesuai dengan metoda SNI/ISO 3801-2010. Jumlah helai kevlar per sentimeter ke arah vertikal maupun ke arah horizontal sama banyak yaitu 10 helai. Angka itu masih berada didalam spesifikasi toleransi yang dibolehkan yaitu 9-10 helai/cm berdasarkan SNI/ISO 7211-2:2010. Pola anyaman kevlar HT1 adalah plat atau polos . Artinya bahwa bentuk pola anyaman Kevlar HT1 seperti pola anyaman ketupat yang kuat . Pola anyaman ini sangat sesuai dengan spesifikasi toleransi pada standar SNI/ISO 7211-1:2010 yaitu plat atau keper karena akan menghasilkan kekuatan yang sangat tinggi. Kevlar HT1 mempunyai ketebalan 0,2 mm yang jika diberi tekanan akan lebih fleksibel. Hal itu masih dalam batas spesifikasi toleransi standar SNI/ISO 5084 yaitu 0.15-0.25 mm. Berbeda dengan logam yang cenderung tetap. Hasil Uji Komposisi menunjukkan bahwa Kevlar HT1 adalah 100% Kevlar murni bukan campuran . Berdasarkan cara uji SNI/ISO 1833-11:2011 . Hasil uji kekuatan tarik yang merupakan faktor paling penting , menunjukkan angka 5300 N/5 cm untuk segala arah baik vertikal (Warp) maupun horizontal (weft) . Masih didalam spesifikasi toleransi 4500-7000 N/5 cm menurut standar ISO 13934-1. Sampel Kevlar KH 1 ini akan diletakkan pada lapisan ke-2 dan ke-5. Sampel yang ke-3 adalah Kevlar HT4 seperti yang tersaji pada Tabel 3 . Beratnya menunjukkan angka 414 g/m² (sedang) yang masih ada didalam spesifikasi toleransi yaitu 400-450 g/m² berdasarkan cara SNI/ISO 3810-2010. Dari hasil uji konstruksi , Kevlar HT4 menunjukkan angka 12 helai/cm untuk arah vertikal (warp) maupun horizontal (weft) yang juga masih didalam spesifikasi toleransinya sebesar 12-13/cm , berdasarkan cara SNI/ISO 7211-2-2010 . Pola anyaman Kevlar HT4 adalah polos atau plat . Artinya bahwa bentuk anyaman Kevlar HT4 seperti pola anyaman ketupat . Pola anyaman ini sangat sesuai dengan spesifikasi toleransi pada standar SNI/ISO 7211-1:2010 karena akan mendapatkan kekuat yang sangat tinggi. Kevlar HT4 mempunyai ketebalan 0,60 mm yang jika diberikan tekanan akan lebih fleksibel menjadi pipih. Hal itu masih dalam batas spesifikasi toleransi standar SNI/ISO 5084 yaitu 0.50-0.70 mm. Hasil Uji Komposisi menunjukkan bahwa Kevlar HT4 adalah 100%

Kevlar (aramid) murni bukan campuran, berdasarkan cara uji SNI/ISO 1833-11:2011 . Hasil uji kekuatan tarik yang merupakan faktor terpenting , menunjukkan angka 16400 N/5 cm untuk arah vertikal (Warp) dan 17200 ke arah horizontal (weft) serta masih didalam spesifikasi toleransi 14.400-22.200 N/5 cm menurut ISO 13934-1.Sampel yang ke-3 ini akan diletakkan pada lapisan ke tiga setelah Kevlar HT1. Sampel yang ke-4 adalah woven Polyester/Rami 65/35% . Berat Polyester/Rami 65/35% adalah 210 g/m² (sedang) yang masih ada didalam spesifikasi toleransi yaitu 200-450 g/m² berdasarkan cara SNI/ISO 3810-2010. Hasil uji konstruksi , Polyester/Rami 65/35% menunjukkan angka 41 helai/cm untuk arah vertikal yang masih berada dalam spesifikasi toleransinya 35-45 helai/cm dan 22 helai/cm ke arah horizontal (weft) dengan toleransinya sebesar 15-25 helai/cm , berdasarkan cara SNI/ISO 7211-2-2010. Pola anyaman/pattern Polyester Rami 65/35% adalah Keper. Artinya bahwa bentuk pola anyaman Polyester/Rami 65/35% seperti pola anyaman bilik. Anyaman ini sesuai juga dengan spesifikasi toleransi pada standar SNI/ISO 7211-1:2010 karena akan mendapatkan kekuat yang tinggi dan regangan yang tinggi pula . Polyester/Rami 65/35% mempunyai ketebalan 0,2 mm yang akan menjadi lebih tipis dan lebih fleksibel jika diberikan tekanan.Angka tersebut masih dalam batas spesifikasi toleransi yaitu 0.15-0.25 mm menurut standar SNI/ISO 5084. Hasil Uji Komposisi menunjukkan bahwa Polyester/Rami 65/35% merupakan material campuran yang terdiri dari polyester sebesar 65% dan rami sebesar 35% , berdasarkan cara uji SNI/ISO 1833-11:2011 . Hasil uji kekuatan tarik yang merupakan faktor terpenting dari sebuah material , menunjukkan angka 885,5 N/2,5 cm untuk arah vertikal (Warp) yang masih berada didalam batas spesifikasi toleransi 800-900 N/2,5 cm dan 404 N/2,5 cm ke arah horizontal (weft) yang masih didalam spesifikasi toleransi 400-500 N/2,5 cm dengan memakai metoda ISO 13934-1.Pengujian pola anyaman dengan menggunakan metoda SNI/ISO 7211-1:2010, menunjukkan bahwa pola anyaman polyester/rami 65/35% adalah keper /bilik.Pola anyaman berbentuk bilik akan menambah daya regangan sehingga menjadi lebih lentur tetapi kuat. Hasil Uji Ketebalan pada polyester/rami 65/35% yang dilakukan berdasarkan metoda ISO 5084 menunjukkan angka 0,2 mm , masih

berada didalam spesifikasi toleransi 0,15-0,25 mm. Hasil uji kekuatan tarik terhadap polyester/rami 65/35% merupakan faktor yang paling penting, menunjukkan angka 885,5 N/2,5 cm untuk arah vertikal (Warp) yang masih ada didalam spesifikasi toleransi 800-900 N/2,5cm dan 404,0 N/2,5 cm ke arah horizontal (weft) serta masih didalam spesifikasi toleransi 400-500 N/2,5 cm yang dilakukan berdasarkan metoda SNI 0276-2009 . Sampel yang ke-4 ini akan diletakkan pada lapisan ke empat setelah Kevlar HT4.

KESIMPULAN

Secara terinci semua material penguat komposit yang akan dipakai untuk pembuatan bahan plat lambung kapal kepresidenan dapat memenuhi persyaratan SNI/ISO . Rami merupakan serat alam yang bersumber dari tumbuh-tumbuhan yang mempunyai karakter paling baik dibandingkan dengan semua serat alam.Kekuatannya yang jauh melebihi kapas dapat dikombinasikan dengan bahan sintetik untuk meminimalkan pencemaran lingkungan dan ketergantungan pada bahan sintetik.Kevlar dan Polyester adalah dua bahan sintetik yang sangat dibutuhkan oleh industri otomotif , dirgantara,olahraga dan militer.Kesuksesannya di bidang militer mengilhami pembuatan kapal kepresidenan yang kuat, ringan, cepat, anti peluru dan anti terbakar. Perancangan awal pembuatan plat lambung kapal kepresidenan dapat ditentukan yaitu terdiri dari 1 Roving Rami + 2 Woven Kevlar HT1 + 1 Woven Kevlar KH4 dan 1 Woven Polyester/Rami 65/35% yang mengacu kepada ketentuan Biro Klasifikasi Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi Setyawan.B,2019, *Kualitas Karaktometri Material Kevlar substitusi fiberglass pada lambung kapal ikan Nelayan* , Jakarta , Jurnal Ilmiah Giga Vol.22 (1) hal.9-13, Journal.unas. ac.id.
- Adi Setyawan.B.2017, *Laminasi zona lambung kapal ikan cadik fiberglas dengan sistem (0-45-90)° untuk meningkatkan kekuatan mekanis*, Jakarta , LPPM UPN Veteran Jakarta.
- Adi Setyawan.B,2018, *Komparasi Kualitas Loreng TNI terhadap NATO berbasis Standar Nasional Indonesia* , Malang , Prosiding Sentra UMM.
- Dede Pramono.M,2016,*Pengaruh Komposisi Material Biokomposit dengan Matriks*

- Polyester Berpenguat Serat Alam Terhadap Kekuatan Mekanik dan Fisik*, Surabaya, Jurnal Teknik ITS Vol.5 No.2
- Diharjo.K,2016,*Pengaruh Perlakuan Alkali Terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit serat Rami-Polyester*, Surabaya, <http://www.petra.ac.id>.
- Hari Wibowo.F, 2018, *Analisis Sifat Mekanik Komposit Serat Rami-Zoelit-HDPE*, Skripsi, Semarang, Univ.Muhammadiyah Semarang.
- Hotnyda.AS,2018, *Flame retardant properties of composite fiberglass reinforced unsaturated polyester resin*, Jakarta, <https://doi.org/10.1063/1.5046280>
- Hotnyda.AS,2016,*Komposit Fiber Reinforceed Plastic sebagai Material Bodi Kapal berbasis Fiberglass Tahan Api*, Jakarta, Bina Teknik Vol.12 No.2 hal.261-266, Ed. Desember 2016, ejournal.upnvj.ac.id
- Mardiyati,2017,*Komposit Polimer Sebagai Material Tahan Balastik*, Bandung, Jurnal Inovasi Pertahanan dan Keamanan Vol.1 No.1, Pebruari 2018 pp.20-28, ITB.
- Muslimin.M, 2019, *Pemanfaatan Serat Rami (Boehmeria Nivea) Sebagai Bahan Komposit Bermatrik Polimer*, Kediri, Jurnal Mesin Nusantara Vol.2 No.1 Juni 2019 hal.34-41,UNPGRI Kediri.
- Rodiawan,2016,*Analisa Sifat-sifat Serat Alam Sebagai Penguat Komposit Ditinjau Dari Kekuatan Mekanik*, Metro, Turbo Vol.5 No.1 Jurnal Teknik Mesin Univ. Muhammadiyah Metro.
- Saferi.R,2015,*Pengaruh Thermal Shock Terhadap Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Resin Berpenguat Serat Rami*, Padang, Jurnal Energi dan Manufaktur Vol.8 No.2, FT.Universitas Andalas.
- Sarudin, 2019, *Karakteristik Kekuatan Tarik Pada Komposit Hybrid,Serat Rami,Fiberglass dan Resin Polyester*, Kendari, Enthalpy Jurnal Ilmiah Mahasiswa Teknik Mesin Vol.4 (4) Des.2019,Fakultas Teknik Universitas Halu Oleo.