

Pengembangan Material Bambu Untuk Pembuatan Bodi Speed Boat

Andi Lamappasessu¹, Dwi Rahmalina¹

¹Program Magister Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila
Email: mappasessu1@gmail.com, drahmalina@univpancasila.ac.id

ABSTRAK

Penelitian tentang penggunaan serat alam dalam berbagai bidang teknik semakin berkembang. Penelitian yang berkembang menginginkan suatu bahan mudah diperoleh, mudah diolah sesuai peruntukannya, murah, memenuhi persyaratan mekanik dan fisik serta ramah terhadap lingkungan. Penggunaan material Bamboo (*Bamboo Strip Reinforced/BSR*) dengan sistem laminasi, untuk pembuatan *Speed Boat* menjadi alternatif sebagai pilihan material lain selain material yang sebelumnya banyak digunakan yaitu: Besi, Aluminium, *Fiberglass Reinforced Polymer* dan kayu. Bambu yang dapat digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan *Speed Boat* adalah bambu Andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) untuk pembuatan kulit *Body Speed Boat*. Untuk memastikan material bambu yang digunakan dapat memenuhi persyaratan sifat mekanik sebagai bahan pembuatan *Speed Boat* dengan proses manufaktur *Hand Lay Up Laminate* dan sistem *Composite*, maka dilakukan analisis terhadap hasil pengujian kekuatan tarik, kekuatan lentur, modulus elastisitas dan berat jenis *Fiber Bamboo Reinforced Polymer (FBR)*. Langkah berikutnya adalah membandingkan hasil kuat tarik, kuat lentur, modulus elastisitas dan berat jenis bahan bambu terhadap material komposit *Fiberglass Reinforced Polymer (FRP)*. Adapun standar yang digunakan untuk uji tarik, lentur, modulus elastisitas dan kerapatan material adalah Peraturan Kapal *Fiberglass* 2016 dan Peraturan BKI, Peraturan Klasifikasi dan Konstruksi Kapal Kayu 2016, Biro Klasifikasi Indonesia untuk Material Pembuatan *Speed Boat*, ISO 527-4 dan ISO 14125. Dari hasil pengujian akan dipilih jenis material yang memiliki karakteristik mekanik terbaik untuk digunakan sebagai bahan baku alternatif pembuatan body kapal/*speed boat*, akan menjadi sumber informasi untuk penyusunan Peraturan & Ketentuan BKI terkait pembuatan kapal / *speed boat* dari bahan bambu, sebagai acuan penyusunan SNI (Standar Nasional Indonesia) untuk pembuatan kapal / *speed boat*.

Kata kunci: Bambu, Penguat Jalur Bambu (BSR), Penguatan Serat Bambu Polimer (FBR), Fiberglass Reinforced Polymer (FRP), Biro Klasifikasi Indonesia.

ABSTRACT

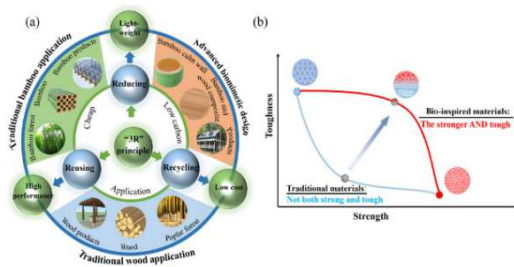
Research on the use of natural fibers in various engineering fields is growing. Developing research wants a material that is easy to obtain, easy to process according to its designation, inexpensive, meets mechanical and physical requirements and is friendly to the environment. The use of Bamboo (Bamboo Strip Reinforced / BSR) material with a lamination system, for making Speed Boats is an alternative as a choice of other materials besides the materials that were previously widely used, namely: Iron, Aluminum, Fiberglass Reinforced Polymer and Wood. Bamboo that can be used as an alternative material for making speed boats is Andong bamboo (Gigantochloa pseudoarundinacea) for making Speed Boat Body skins. To ensure that the bamboo material used can meet the requirements for mechanical properties as a material for making Speed Boats with the Hand Lay Up Laminate manufacturing process and the Composite system, an analysis was carried out on the results of testing tensile strength, flexural strength, modulus of elasticity and specific gravity of Fiber Bamboo Reinforced Polymer (FBR). The next step is to compare the results of tensile strength, flexural strength, elastic modulus and specific gravity of the Bamboo material against the Fiberglass Reinforced Polymer (FRP) composite material. The standards used for tensile, flexural, modulus of elasticity and material density tests are the 2016 Fiberglass Ship Regulations and the BKI Regulations, 2016 Wooden Ship Classification and Construction Regulations, Indonesian Classification Bureau for Materials for Making Speed Boats, ISO 527-4 and ISO 14125. From the test results, the type of material that has the best mechanical characteristics will be selected to be used as an alternative raw material for the manufacture of ship bodies/speed boats, will be a source of information for the preparation of BKI Rules & Regulations related to the manufacture of boats/speed boats from bamboo materials, as a reference for the preparation of SNI (Standar Nasional Indonesia) for the manufacture of ships / speed boats.

Keywords: Bamboo, Bamboo Strip Reinforced (BSR), Fiber Bamboo Reinforced Polymer (FBR), Fiberglass Reinforced Polymer (FRP), Bureau of Classification Indonesia.

PENDAHULUAN

Keberadaan alat transportasi perairan berupa *Speed Boat* sangat dibutuhkan oleh masyarakat yang bertempat tinggal di sekitar pesisir sungai, danau dan pantai untuk menunjang kegiatan produktif penduduk. Raw material yang dibutuhkan

untuk pembuatan *Speed Boat* adalah: mudah diperoleh, mudah dibentuk, ekonomis, ringan, tahan terhadap media perairan air tawar maupun air laut (korosi), umur pakai lebih lama, mudah dalam pemeliharaan, handal dalam pengoperasian memenuhi aspek mekanikal serta ramah terhadap lingkungan.



Gambar 1 Revenue Material Bambu Lingkungan

Dalam penelitian ini, raw material yang akan digunakan adalah *Bamboo Reinforced (BSR)*. Selain perairannya yang luas Indonesia memiliki sebagian besar tanah daratan yang subur yang ditumbuhi oleh berbagai macam tanaman Bambo. Terdapat 176 spesies bambo di Indonesia dari total 1.620 jenis bambo yang ada di dunia yang berasal dari 80 negara. Hal ini berarti 10% jenis bambo di dunia berada di Indonesia. Bahkan sekitar 105 jenis bambo yang ada di Indonesia merupakan tanaman endemik. Tumbuhan ini pun mudah dikembangkan dan mempunyai daur hidup yang relatif cepat dengan waktu panen hanya 3 – 4 tahun [1]. Bambo merupakan tumbuhan yang diharapkan dapat dijadikan sebagai substitusi bahan baku kayu komersial karena kayu komersial semakin tahun produksinya makin menurun dan harganya yang relatif mahal. Sedangkan bambo memiliki keunggulan tersendiri dibanding kayu, bambo mudah dikembangkan dibanding kayu. Karena bambo memiliki kuat tarik dan modulus elastisitas yang tinggi, mudah dibentuk dan harganya relatif murah dibanding kayu. Bambo merupakan tanaman yang sekali tanam, dapat dipanen seumur hidup karena bertunas terus-menerus [2].



Gambar 2 Yatch Dan Speed Boat

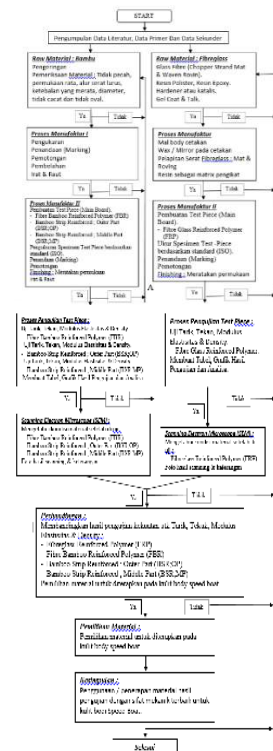
The Future Wood merupakan istilah untuk bambo sebagai bahan baku alami untuk pembuatan berbagai ragam produk kreatifitas dan inovasi yang ramah terhadap lingkungan. Bambo dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan *speedboat* dengan menggunakan *sistem laminasi, hand layup atau composite* [2]. Jenis bambo yang sesuai untuk dijadikan sebagai bahan dasar adalah *bambo Andong (Gigantochloa pseudoarundinacea)* sejenis bambo berukuran besar hingga sedang yang sering dipakai sebagai bahan bangunan, furnitur dan perkakas rumah tangga. Bambo ini tersebar dan ditemukan di berbagai tempat di Indonesia. Dalam bahasa daerah, ia disebut *awi gombang, awi andong,*

awi surat ; pring gombang, pring andong, pring surat; tiyang jajang suwat ; buluh batuang danto. Dalam bahasa Inggris ia disebut *greater giant bamboo* [3]. Dari hasil pengujian berat jenis komponen penyusun komposit sandwich diperoleh berat jenis bambo : 0,828 gr/cm³, berat jenis fiberglass : 2,632 gr/cm³, berat jenis polyurethane rigid foam : 0,0427 gr/cm³, berat jenis resin polyester : 1,164 gr/cm³ [4]. Berdasarkan BKI Circular Petunjuk Survey Penerimaan Kelas Bangunan Baru Sudah Jadi Kapal FRP Jenis *Sea Truck / Crew Boat* [5].

Tujuan penelitian ini adalah membandingkan hasil pengujian tarik, bending, modulus elastisitas dan berat jenis raw material dari bambo yaitu : *Fibre Bamboo Reinforced Polymer (FBR), Bamboo Strip Reinforced ; Outer Part (BSR ; OP), Bamboo Strip Reinforced ; Middle Part (BSR ; MP)* ; dengan hasil pengujian tarik, bending, modulus elastisitas dan berat jenis *Fiberglass Reinforced Polymer (FRP)*. Material tersebut akan dipilih salah satu diantaranya sebagai *raw material* terbaik untuk pembuatan *speed boat* dan alat apung pembuatan kapal/*speed boat* dari material bambo, sebagai referensi untuk penyusunan SNI (Standar Nasional Indonesia) pembuatan kapal/*speed boat* dengan menggunakan material bambo, sehingga akan memberikan manfaat yang sangat besar bagi masyarakat yang tinggal di sekitar pantai, sungai & danau untuk membuat *speed boat* yang murah, konstruksi yang ringan, tahan terhadap korosi, mudah diperoleh, memenuhi aspek mekanikal.

METODE PENELITIAN

Tahapan Penelitian.



Gambar 3 Diagram Alir Penelitian

Shell Expaton (kulit bodi) speed boat

Untuk pemasangan *specimen shell expansion* atau kulit badan speed boat secara bertahap agar mudah mengikuti bentuk konstruksi badan speed boat dilakukan pemasangan tiap lembaran strip bambu secara paralel dengan menggunakan lem perekat yang ramah lingkungan. Penelitian ini bersifat eksperimen atau melakukan pengujian material bambu; *Bambo Strip Reinforced (BSR)*, *Fibre Bamboo Reinforced (FBR) Polymer* jenis laminat dengan metode hand layup yang hanya untuk mengetahui kekuatan tarik, kekuatan bending, modulus elastisitas & density yang selanjutnya akan dibandingkan dengan kekuatan tarik, kekuatan bending, modulus elastisitas *Fibreglass Reinforced Polymer (FRP)* untuk material pembuatan Body Speed Boat.[5]

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Sifat Mekanis Raw Material

Pengujian sifat mekanis pada raw material bambu untuk pembuatan *speed boat* / kapal menggunakan standar ISO 22157-1:2004 (*E. Bamboo Determination of physical and mechanical properties part I. Requirements*) dan ISO/TR 22157-2:2004 (*E. Bamboo Determination of physical and mechanical properties part II. Laboratory Manual*) yang dipublikasi oleh BSN (2007). Pengujian tersebut dilakukan pada contoh sampel (test piece) dengan kondisi kering udara menggunakan mesin uji (*Universal Testing Machine UTM*). Pengujian sifat mekanis pada raw material *fibreglass* menggunakan standar ISO 527-4 *Second Edition 2021-12 Plastics-Determination of Tensile Properties Part 4: Test Conditions for Isotropic and Orthotropic Fibre Reinforced Plastics Composites*.

Uji Tarik, Uji Tekuk, Modulus Elastisitas dan Density:

1. *Fibreglass Reinforced Polymer (FRP)*.
2. *Fibre Bamboo Reinforced Polymer (FBP)*.
3. *Bamboo Strip Reinforced (BSR); Middle Part*.
4. *Bamboo Strip Reinforced (BSR) Outter Part*.

Dari hasil uji tarik, bending, modulus elastisitas dan berat jenis material bambu dan *fibreglass* dengan metode *hand lay-up* yang dilaksanakan di laboratorium PT.Biro Klasifikasi Indonesia (Persero), diperoleh nilai

Tabel Dan Grafik Perbandingan Kekuatan Tarik, Tekuk, Modulus Elastisitas dan Density: FRP, FBP, BSR (Middle Part) & BSR (Outter Part).

Tabel 1. Uji Tarik & Uji Tekuk *Fibreglass Reinforced Polymer*

Raw material : Chopped Strand Mat & Woven Rovin	Machine : Tensilon RTF - 2410
Resin : 400, 500 & 600 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 3, 4 & 5 ml	Specify Gravity :
Sheet : 5 Lapis	Use : Body Speed boat

Tabel 2. Uji Tarik *Fibreglass Reinforced Polymer Thickness : 4.070 sd 4.08 mm*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	25,20	25,15	25,28	25,210	Accept
Tebal Thickness (mm)	4,07	4,08	4,08	4,077	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	102,56	102,61	103,14	102,770	Accept
Beban Maximum Maximum Load (N)	13.983	14.125	14.536	14.214.667	Accept
Kuat Tarik Tensile Streght (N/mm ²)	136,33	137,65	140,93	138,303	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	4.876,1	4.735,3	4.691,6	4.767,667	Accept

Tabel 3. Uji Tekuk *Fibreglass Reinforced Polymer Thickness : 4.010 sd 4.180 mm*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	14,88	15,02	15,06	14,987	Accept
Tebal Thickness (mm)	4,04	4,18	4,01	4,077	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	60,12	62,78	60,39	61,097	Accept
Jarak Tumpuan Span (mm)	64,64	66,88	64,16	65,227	Accept
Beban Maximum Maximum Load (N)	314,12	307,36	308,84	310,107	Accept
Uji Tekuk Bending Stress (N/mm ²)	125,41	117,49	122,74	121,880	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	4.453,70	4.458,50	4.571,0	4.494,400	Accept

Tabel 4. Uji Tarik dan Tekuk *Bamboo Reinforced Polymer (FBP)*

Raw material : Fibre Bamboo Reinforced Polymer (FBP)	Machine : Tensilon RTF - 2410
Resin : 700, 750 & 800 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 7, 10 & 15 ml	Specify Gravity :
Sheet : 2 Layer ; 90°	Use : Body Speed boat

Tabel 5. Uji Tarik *Bamboo Reinforced Polymer (FBP) Thickness : 7.090 sd 7.108 mm*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	10,02	10,08	10,06	10,053	Accept
Tebal Thickness (mm)	7,09	7,102	7,108	7,100	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	71,04	71,58	71,51	71,377	Accept
Beban Maximum Maximum Load (N)	744,93	691,61	657,72	698,087	Accept
Kuat Tarik Tensile Streght (N/mm ²)	10,64	9,88	9,39	9,970	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	920,42	1.937,60	1.670,40	1.509,473	Accept

Tabel 6. Uji Tekuk *Bamboo Reinforced Polymer (FBP) Thickness : 7.090 sd 7.108 mm*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	13,53	13,51	13,33	13,47	Accept
Tebal Thickness (mm)	7,34	7,18	7,15	7,19	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	114,14	109,80	109,87	111,90	Accept
Jarak Tumpuan Span (mm)	117,44	113,28	114,56	115,09	Accept
Beban Maksimum Maximum Load (N)	142,88	135,34	139,91	139,38	Accept
Uji Tekuk Bending Stress (N/mm ²)	23,965	22,937	24,40	23,864	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	1.633,6	1.735,3	1.346,7	1.505,2	Accept

Tabel 7. Uji Tarik & Uji Tekuk *Bamboo Strip Reinforced (BSR)*

Raw material : Bamboo Strip Reinforced (Middle Part)	Machine : Tensilon RTF – 2410
Resin : 200, 250 & 300 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 2,5, 3 & 4 ml	Specify Gravity :
Sheet : 2 Layer ; 0°	Use : Body Speed boat

Tabel 8. Uji Tarik *Bamboo Strip Reinforced (BSR) Thickness : 4.000 sd 4.010 mm*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	17,434	20,070	19,310	18,938	Accept
Tebal Thickness (mm)	4,000	4,010	4,000	4,003	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	80,16	80,48	77,24	79,293	Accept
Beban Maksimum Maximum Load (N)	13.676,0	13.187,0	11.513,0	12.792,0	Accept
Kuat Tarik Tensile Strength (N/mm ²)	196,110	189,350	149,050	178,170	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	15.348,0	15.498,0	15.587,8	15.477,933	Accept

Tabel 9. Uji Tekuk, *Bamboo Strip Reinforced (BSR) thickness : 4.000 mm sd 4.010 mm (Sudut 0°)*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	14,87	14,88	14,67	14,807	Accept
Tebal Thickness (mm)	4,107	4,100	4,090	4,099	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	61,07	61,01	60,00	60,693	Accept
Jarak Tumpuan Span (mm)	65,76	66,05	65,76	65,857	Accept
Beban Maksimum Maximum Load (N)	321,60	323,78	320,48	321,953	Accept
Uji Tekuk Bending Stress (N/mm ²)	126,29	125,78	124,65	125,573	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	13.665,3	13.785,2	13.465,4	13.638,6	Accept

Tabel 10. Uji Tarik & Uji Tekuk *Bamboo Strip Reinforced (BSR) Outer Part*

Raw material : Bamboo Strip Reinforced (Outer)	Machine : Tensilon RTF – 2410
Resin : 200, 250 & 300 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 2, 3 & 4 ml	Specify Gravity :
Sheet : 2 Layer ; 90°	Use : Body Speed boat

Tabel 11. Uji Tarik, *Bamboo Strip Reinforced (BSR) thickness : 4.000 mm sd 4.005 mm (Sudut 90°)*

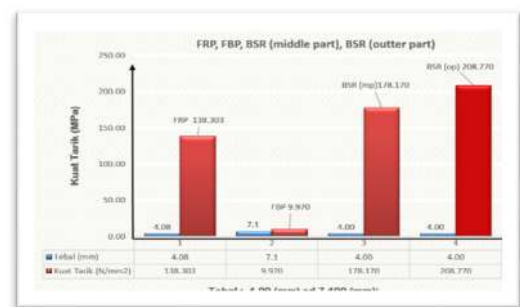
Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	20,000	19,151	19,579	19,577	Accept
Tebal Thickness (mm)	4,003	4,005	4,000	4,003	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	80,057	76,704	78,317	78,359	Accept
Beban Maksimum Maximum Load (N)	16.531	16.209	16.329	16.356,3	Accept
Kuat Tarik Tensile Strength (N/mm ²)	206,49	211,32	208,50	208,770	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	10.423	10.548	10.767	10.579,3	Accept

Tabel 12. Uji Tekuk, *Bamboo Strip Reinforced (BSR) thickness : 4.000 mm sd 4.005 mm (Sudut 90°)*

Kode Sampel Sample Code	T - 1	T - 2	T - 3	Average	Keterangan
Lebar Width (mm)	14,47	15,01	15,00	14,827	Accept
Tebal Thickness (mm)	5,43	4,98	4,95	5,120	Accept
Luas Penampang Section Area (mm ²)	78,57	74,75	74,25	75,857	Accept
Jarak Tumpuan Span (mm)	86,88	79,68	79,50	82,020	Accept
Beban Maksimum Maximum Load (N)	236,29	250,71	250,70	245,900	Accept
Uji Tekuk Bending Stress (N/mm ²)	72,176	80,497	80,488	77,720	Accept
Modulus Elastisitas Elastic modulus (N/mm ²)	5.436,4	5.241,1	5.236,3	5.304,6	Accept

Kekuatan Tarik

Berdasarkan Grafik Kekuatan Tarik diperoleh nilai terbesar yaitu untuk jenis *Bamboo Strip Reinforced* (outer part) dengan nilai rata – rata pada beban maximum : 14.214,667 Newton: Luas penampang rata : 78,359 mm², $\sigma = F/A$: $16.356,333 / 78,359$. = $208,770 \text{ N/mm}^2$

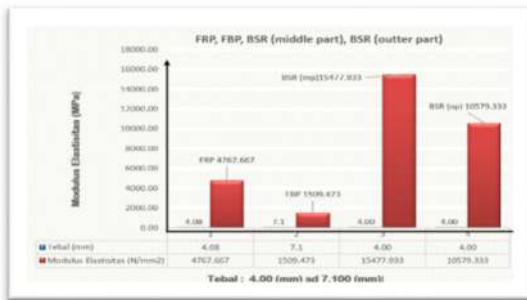


Gambar 4. Diagram Kuat Tarik Bamboo & Fibreglass

Modulus Elastisitas Kuat Tarik

Berdasarkan Grafik Modulus Elastisitas Kuat Tarik diperoleh nilai terbesar yaitu untuk jenis *Bamboo Strip Reinforced (Middle Part)* dengan nilai rata – rata pada beban maximum 12.792 Newton dengan luas penampang rata – rata = 79.293 mm²

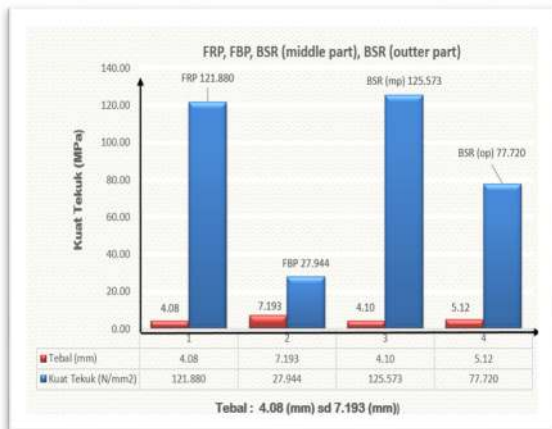
$\sigma = 178,170 \text{ N/mm}^2$; Nilai modulus elastisitas diperoleh dari olah data program mesin tarik Tensilon RTF – 2IV.



Gambar 5. Diagram Modulus Elastisitas Bambu & Fibreglass

Kekuatan Tekuk

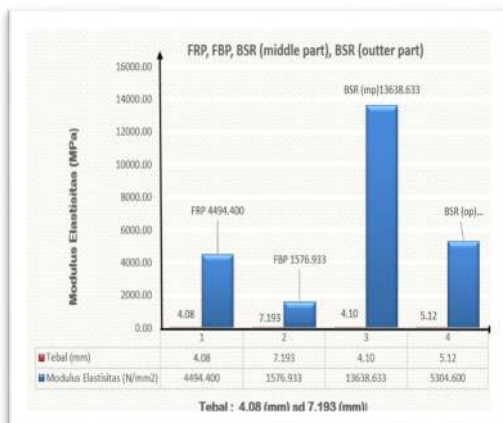
Berdasarkan Grafik Kekuatan Tekuk diperoleh nilai terbesar yaitu untuk jenis *Bamboo Strip Reinforced (Middle part)* dengan nilai rata – rata pada beban maximum = **321,953 Newton** dengan luas penampang rata - rata = **60,693 mm²**. Nilai kekuatan tekuk diperoleh = **125,573 N/mm²**



Gambar 6. Diagram Kuat Tekuk Bambu & Fibreglass

Modulus Elastisitas Kekuatan Tekuk

Berdasarkan Grafik Modulus Elastisitas terhadap Kekuatan Tekuk diperoleh nilai terbesar yaitu untuk jenis *Bamboo Strip Reinforced (Middle part)* dengan nilai rata – rata pada beban maximum = **321.953 Newton** dengan luas penampang rata - rata = **60,693 mm²**. Nilai Modulus Elastisitas terhadap Kekuatan Tekuk diperoleh = **13.638,633 N/mm²** dari olah data program mesin tarik **Tensilon RTF – 2410**.



Gambar 7. Diagram Modulus Elastisitas Bambu & Fibreglass

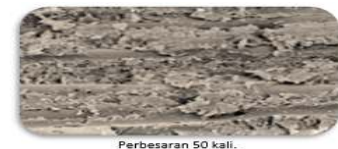
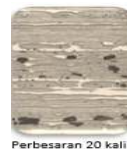
Berat Jenis Material BSR (Middle Part), BSR (Outer Part), FBP & FRP

Bamboo Strip Reinforced (BSR) Middle Part				
Jenis	T 1	T 2	T 3	Berat/Volume
Panjang (mm)	0.08122000	0.08554000	0.08235000	0.08304
Lebar (mm)	0.01490000	0.01520000	0.01502000	0.01504
Tebal (mm)	0.00410000	0.00445000	0.00425000	0.00427
Berat (Gram)	0.00000410	0.00000395	0.00000405	0.00000403
Berat Jenis (Ton/m ³)				0.757
Bamboo Strip Reinforced (BSR) Outer Part				
Jenis	T 1	T 2	T 3	Berat/Volume
Panjang (mm)	0.08595	0.08538	0.08555	0.08563
Lebar (mm)	0.01523	0.01470	0.01495	0.01496
Tebal (mm)	0.00515	0.00553	0.00527	0.00532
Berat (Gram)	0.0000054	0.0000055	0.0000053	0.00000537
Berat Jenis (Ton/m ³)				0.788
Fibre Bambo Polymer (FBP)				
Jenis	T 1	T 2	T 3	Berat/Volume
Panjang (mm)	0.26000	0.26000	0.26000	0.26000
Lebar (mm)	0.01500	0.01500	0.01500	0.01500
Tebal (mm)	0.00750	0.00715	0.00720	0.00728
Berat (Gram)	0.0000341	0.0000373	0.0000348	0.00003540
Berat Jenis (Ton/m ³)				1.246
Fibreglass Reinforced Polymer (FRP)				
Jenis	T 1	T 2	T 3	Berat/Volume
Panjang (mm)	0.26300	0.25800	0.26000	0.26033
Lebar (mm)	0.01430	0.01520	0.01540	0.01497
Tebal (mm)	0.00750	0.00715	0.00720	0.00728
Berat (Gram)	0.0000563	0.0000483	0.0000529	0.00005247
Berat Jenis (Ton/m ³)				1.849

Gambar 8. Tabel Berat Jenis Material

Tabel 12. Berat Jenis Material BSR (Middle Part), BSR (Outer Part), FBP & FRP, sebagai berikut: Scanning Electron Microscope (SEM)

Raw material : Chopped Strand Mat & Woven Rovin	Photograph : Macroscopic HIROX KH 1300.
Resin : 400, 500 & 600 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 3, 4 & 5 ml	Specify Gracity :
Sheet : 5 Lapis	Use : Body Speed boat



Gambar 9. Fibreglass Reinforced Polymer (FRP)

Raw material : Fibre Bambo Reinforced (FBR)	Photograph : Macroscopic HIROX KH 1300.
Resin : 700, 750 & 800 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 7, 10 & 15 ml	Specify Gracity :
Sheet : 2 Layer ; 90°	Use : Body Speed boat



Gambar 10. Fibre Bambo Reinforced Polymer (FBR)

Raw material : Bambo Strip Reinforced (BSR) Middle Part.	Photograph : Macroscopic HIROX KH 1300.
Resin : 200, 250 & 300 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 2,5, 3 & 4 ml	Specify Grafity :
Sheet : 2 Layer ; 0°	Use : Body Speed boat



Perbesaran 20 kali



Perbesaran 50 kali.

Gambar 11. Bambo Strip Reinforced (Middle Part)

Raw material : Bamboo Strip Reinforced (BSR) Outer Part	Photograph : Macroscopic HIROX KH 1300.
Resin : 200, 250 & 300 ml	Temperature : 26.1 C
Hardener (katalis) : 2, 3 & 4 ml	Specify Grafity :
Sheet : 2 Layer ; 90°	Use : Body Speed boat



Perbesaran 20 kali



Perbesaran 50 kali.

Gambar 12. Bambo Strip Reinforced (Outer Part)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengujian maka dipilih material untuk pembuatan *body speed boat*, yaitu :

- Lapisan kulit terluar adalah Bambo Strip Reinforced (BSR) Outer Part, dengan spesifikasi** : a. Bambo Andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*), b. Kuat Tarik (rata – rata) : 208,770 (N/mm²), c. Kuat Tekuk : 77,720 (N/mm²) d. Modulus Elastisitas terhadap kuat tarik : 10.579,333 (N/mm²), e. Modulus Elastisitas terhadap kuat tekuk : 5.304,600 (N/mm²)
- Lapisan kulit bagian dalam adalah Bambo Strip Reinforced (BSR) Middle Part, dengan spesifikasi** : a. Material : Bambo Andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*), b. Kuat Tarik (rata – rata) : 178,170 (N/mm²), c. Kuat Tekuk : 125,573 (N/mm²), d. Modulus Elastisitas terhadap kuat tarik : 15.477,933 (N/mm²), e. Modulus Elastisitas terhadap kuat tekuk : 13.638,633 (N/mm²), f. Bentuk : Bambo Strip Reinforced (BSP) Middle Part.
- Dari hasil perhitungan berat jenis (Density) Material, diperoleh nilai rata rata sebagai berikut** : a. Berat Jenis (Density) Bambo Strip Reinforced (BSR) middle part : **0,757 Ton/m³**, b. Berat Jenis (Density) Bambo Strip Reinforced (BSR) outer part : **0,788 Ton/m³**, c. Berat Jenis (Density) Fibre Bambo Polymer (FBP) : **1,246 Ton/m³**, d. Berat Jenis (Density) Fibre Glass Reinforced Polymer (FRP) : **1,849 Ton/m³**.

Dengan nilai Density yang terkecil yang dimiliki **Bambo Strip Reinforced (BSR) : 0,757 Ton/m³** maka material tersebut dapat digunakan untuk pembuatan *body Speed Boat* dan juga dapat berpengaruh pada peningkatan daya muat *speed boat* maupun kecepatannya ; bisa menjadi alat mengapung/pelampung darurat (sementara) jika terjadi kecelakaan di perairan sungai, (Density fresh water : 1,000 **Ton/m³** ; sea water 1,025 **Ton/m³**).

No		BSR (OP)	BSR (MP)	Rules / Standar
1	Kuat tarik	N/mm ² 208,770	178,170	98
2	Kuat Tekuk	N/mm ² 77,720	125,573	150
3	Modulus Elastisitas Kuat Tarik	N/mm ² 10.579,3	15.477,933	6.860
4	Modulus Elastisitas Kuat Tekuk	N/mm ² 5.304,6	13.638,6	6.860
5	Bentuk	Strip	Strip	Composite

4. Berdasarkan peraturan : *The scantling required in these Rules are specified for FRP. [6]*

Nilai kekuatan tarik, modulus elastisitas kuat tarik, modulus elastisitas kuat tekuk untuk bambo *strip middle part* dan *outer part* lebih besar dari standar minimal yang ditetapkan untuk *Fiberglass*. Selain itu, berat jenis bambo *strip* lebih kecil dibandingkan *fiberglass*. Strip bambo dapat digunakan untuk pembuatan *body speed boat*.

DAFTAR PUSTAKA

- Kementrian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia, Pengembangan Bambo Berkelanjutan, 04 Mai 2021.
- Prof. Dr. Ir. Heri Supomo MSc, 18 Desember 2020; Kapal Laminasi Bambo, Guru Besar Departemen Teknik Perkapalan Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya,.
- Prof. Ir. Morisco, Ph.D, Dr. Ir. Fitri Mardjono, M.Sc, Arif Supriyatno, September 2003 Hubungan Berat Jenis Dengan Perilaku Mekanik Bambo.
- Lorena Sánchez Vivas University of South Florida, July 2019. Bambo as a Sustainable Engineering Material : Mechanical Properties, Safety Factors, and Experimental Testing.
- ISO/TR 22157-2 : 2004 ; (*Bambo Determination of physical and mechanical properties part II. Laboratory Manua l*) dalam BSN (2007).
- BKI Circular No.16-PR-133, Issue : 1, Petunjuk Survey Penerimaan Kelas Bangunan Sudah Jadi Kapal FRP Jenis Sea Truck/Crew Boat. Date 09-05-2016.
- Rules For Classification And Construction, Part 3 Special Ships, Consolidate Edition

2021 Volume 5 Rules For Fibreglass
Reinforced Plastic Ships. Biro Klasifikasi
Indonesia.