

KOMPARASI KEKUATAN TEKUK PADA KOMPOSIT LAMINA DENGAN Matrik DUA JENIS KAYU DAN REINFORCEMENT BAMBU

Sofyan Djamil

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara
e-mail: sofyand@ft.untar.ac.id

Abstract: Natural materials are environmentally friendly materials that can be made as components of matrix and reinforcement. Wood is part of the stem or branches and twigs of hardened plant due to lignification. Bamboo is a type of grass plants belonging to the order Graminae, familia Bambuseae, rooted fibers, the trunk-shaped cylinder with a diameter that varies from base to tip, hollow, hard. The composite is a composite of two or more materials that are integrated macroscopically and form a new properties. The composite type used in the laminate composite consists of two different layers of material and combined together, using adhesive, the manufacturing process using the hand lay up method. Matrix used balsa and mahoni wood, for reinforcement used type of bamboo apus molded basket woven. Bending test, using ASTM D7264 / D7264M-07 standard. The results of the experiment by testing each test, using 3 test specimens, then taken the average value. For balsa wood matrix, with plain woven reinforcement, buckling strength with value 35.60 ± 2.30 MPa, for balsa wood matrix, with basket woven reinforcement, buckling strength with value 32.64 ± 4.20 MPa. For mahoni matrix, with plain woven reinforcement, buckling strength of 55.15 ± 4.89 MPa, for mahoni matrix, with basket woven reinforcement, buckling strength of 77.15 ± 4.88 MPa. From these data shows that by using mahoni matrix the buckling strength is greater than using balsa wood matrix, either using plain or basket woven.

Keywords: wood, bamboo, composite laminate, adhesive.

PENDAHULUAN

Komposit suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dalam hal ini sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Kombinasi tersebut akan menghasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik ini yang berbeda dari material pembentuknya [1].

Kemajuan bahan-bahan komposit alam sekarang ini semakin berkembang dengan ditemukannya bahan-bahan yang berasal dari alam dengan sifat mekanis yang cukup sebagai bahan komposit [2]. *Reinforcement* alami yang sudah dapat digunakan sebagai penguat pada bahan komposit dalam bentuk serat, *vakka*, *sisal*, *bamboo*, dan *banana*. Selain itu juga banyak digunakan serat *jute* dan *kenaf* [3].

Komposit merupakan penggabungan dua fasa atau lebih untuk mendapatkan material yang lebih baik terdiri dari komponen matrik sebagai pengikat dan *reinforcement* sebagai penguat [4]. Bahan komposit memiliki banyak keunggulan, diantaranya berat yang lebih ringan, kekuatan yang lebih tinggi, tahan korosi dan memiliki biaya perakitan yang lebih murah [5].

Komposit lamina (*Laminated composite*) merupakan gabungan lapisan atau unsur pokok lamina. Secara umum bahan komposit terdiri dari dua macam, yaitu bahan komposit partikel (*particulate composite*) dan bahan komposit serat (*fiber composite*). Bahan komposit partikel terdiri dari partikel-partikel yang diikat oleh matrik. Bentuk partikel ini dapat bermacam-macam seperti bulat, kubik, tetragonal atau berbentuk yang tidak beraturan secara acak. Bahan komposit serat terdiri dari serat-serat yang diikat oleh matrik.

Penggunaan komposit lamina ini banyak digunakan untuk menggantikan fungsi material *non ferro* yang banyak dibentuk menjadi plat atau lembaran sebagai komponen dalam industri otomotif maupun manufaktur. Dalam industri otomotif contohnya sebagai *panel* pada mobil dan juga interior. Material ini digantikan dengan komposit yang memiliki bobot yang lebih ringan dan memiliki estetika yang lebih baik, namun tetap memiliki kekuatan dan keuletan yang baik [6].

Komposit Lamina

Komposit lamina terdiri atas minimal dua lapis material yang berbeda dan digabung secara bersama-sama. Jenis ini dibentuk dari dari berbagai lapisan-lapisan dengan berbagai macam arah penyusunan serat yang ditentukan yang disebut lamina [7]. Komposit lamina merupakan kombinasi serat dan resin dikombinasikan dalam bentuk yang tepat, serat ini dapat dianyam dalam pola tertentu untuk mendapatkan keinginan sifat material sesuai kebutuhan desain [8].

Laminasi merupakan teknik manufaktur yang menggabungkan material menjadi beberapa lapisan sehingga material komposit dapat meningkatkan kekuatan, stabilitas, serta penampilan dari penggunaan bahan yang berbeda. Sebuah laminasi dibuat secara permanen oleh panas, tekanan, pengelasan, atau perekat (*adhesive*).

Proses laminasi dibagi menjadi dua yaitu:

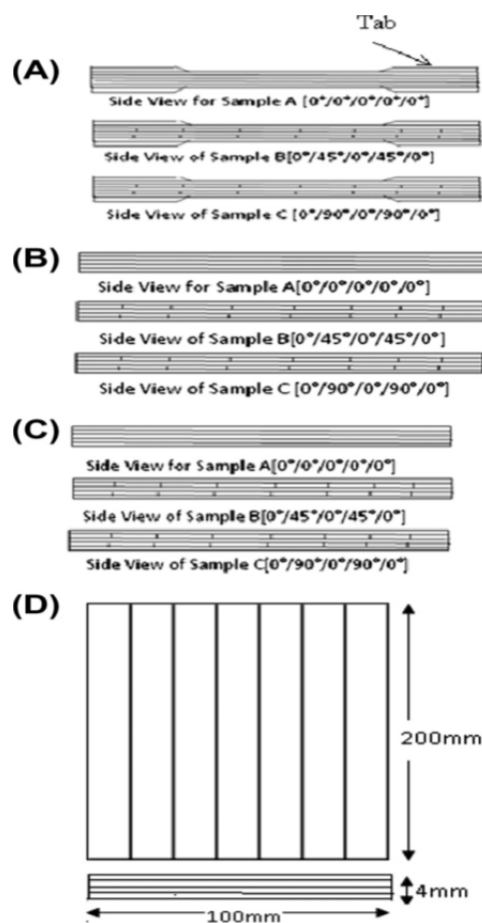
1. Proses Laminasi basah/*wet lamination*

Metode laminasi dimana material matriks (resin) masih dapat larut dan bercampur dengan cairan tertentu seperti hardener.

2. Proses Laminasi Kering

Metoda laminasi dimana bahan baku yang digunakan akan mengembang apabila kontak dengan material tertentu dan menjadi lunak apabila dipanaskan. Contoh dari *composite laminate* antara lain *Bimetal*, *Cladmetals*, *Laminated Glass* dan *Plastic-Based Laminates*.

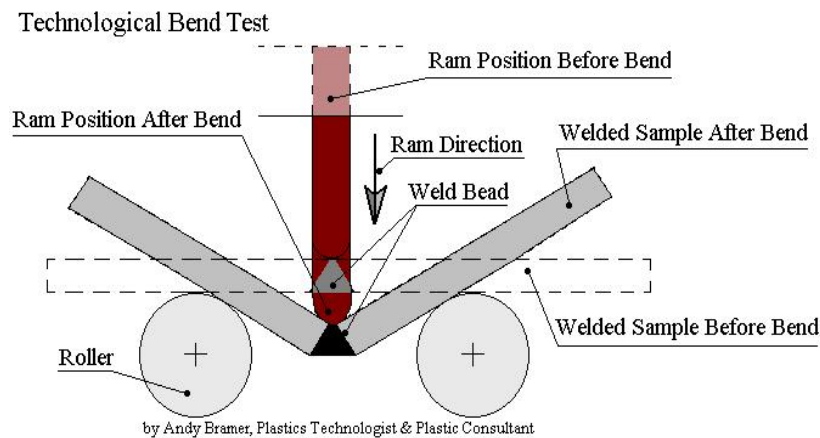
Penelitian komposit lamina dengan 5 layer, menggunakan serat bambu *spesies Dendrocalamus strictus*, dengan tipe sampel berbeda sudut orientasi, sampel A $0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$, sampel B $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}$, sampel C $0^{\circ}/90^{\circ}/0^{\circ}/90^{\circ}/0^{\circ}$. Komposit lamina tersebut di evaluasi dengan melakukn. pengujian tarik (*tensile test*), pengujian lentur (*flexural test*) dan pengujian tekan (*compressive test*) [9].



Gambar 1. Sket spesimen dengan berbagai konfigurasi sudut orientasi [9]

Jenis Pengujian

Uji tekuk (*bending test*) merupakan salah satu bentuk pengujian untuk menentukan mutu suatu material secara visual. Selain itu uji bending digunakan untuk mengukur kekuatan material akibat pembebanan.



Gambar 2. Pengujian tekuk (ASTM D7264M-07) [12]

Material diletakan di atas dua tumpuan kemudian ditekan hingga material tersebut melengkung. Tujuannya untuk menentukan sifat mampu bentuk bahan, Mampu bentuk suatu bahan dilihat dari besarnya sudut yang terjadi saat bahan tersebut mulai mengalami keretakan.

Kayu balsa

Kayu balsa adalah kayu dari pohon balsa, di Indonesia banyak dibudidayakan di daerah Situbondo yang menjadikan Indonesia sebagai salah satu negara produsen kayu balsa terbanyak di dunia. Kayu balsa dibagi menjadi tiga jenis berdasarkan kepadatannya, yaitu *Light* ($< 120 \text{ kg/m}^3$), *Medium* ($120\text{-}180 \text{ kg/m}^3$), dan *Heavy* ($>180 \text{ kg/m}^3$). Balsa *light* biasanya digunakan untuk *aeromodelling*, *medium* untuk kebutuhan komposit industri, sementara *heavy* sebagai substitusi kayu keras dengan harga yang lebih murah dan penggunaan lebih luas.

Kayu Mahoni

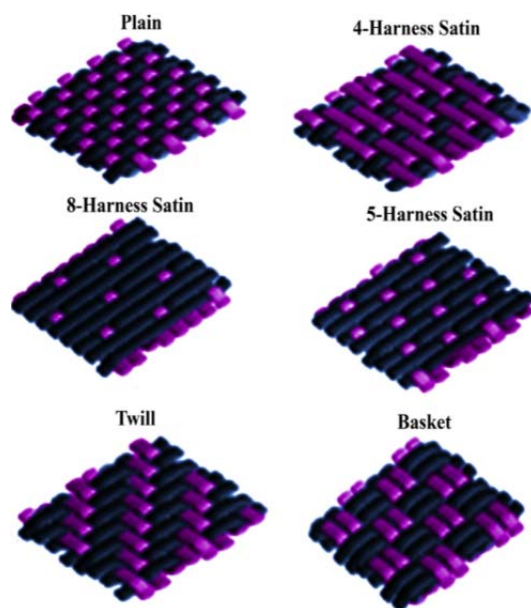
Kayu mahoni dikenal sebagai jenis kayu pertukangan yang baik. Kayu Mahoni (*Swietenia mahagoni*) yang memiliki nilai kerapatan antara $0,39 - 0,42 \text{ gr/cm}^3$ dengan kadar air rata-rata 61% [10]. Kayu ini dapat dengan mudah dikerjakan seperti dipotong dan dibentuk, sehingga kayu mahoni banyak digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan berbagai macam kerajinan dan produk-produk mebel seperti handycraft, aneka mebel ukiran, lemari, hobby, *aeromodelling*.

Bambu

Jenis bambu yang umum digunakan sebagai bahan konstruksi di Indonesia adalah *Gigantochloa Apus* (bambu apus, bambu tali). Bambu apus yang dapat tumbuh di dataran rendah maupun pegunungan, dengan tinggi batang 8-13 meter, jarak ruas 45-65 centimeter, diameter 5-8 centimeter dan tebal 3-15 milimeter. Warna kulit batang bambu apus hijau tua sampai hitam. Jenis bambu ini kuat, liat, lurus, sehingga baik untuk bahan bangunan [10].

Jenis Anyaman

Terdapat 6 jenis anyaman sebagai *reinforcement* anyaman komposit, terdiri dari *Plain*, *4 harness satin*, *8 harness satin*, *5 harness satin*, *Twill*, *Basket*, seperti pada Gambar 3 [11].



Gambar 3. Jenis- jenis anyaman sebagai *reinforced* komposit [11]

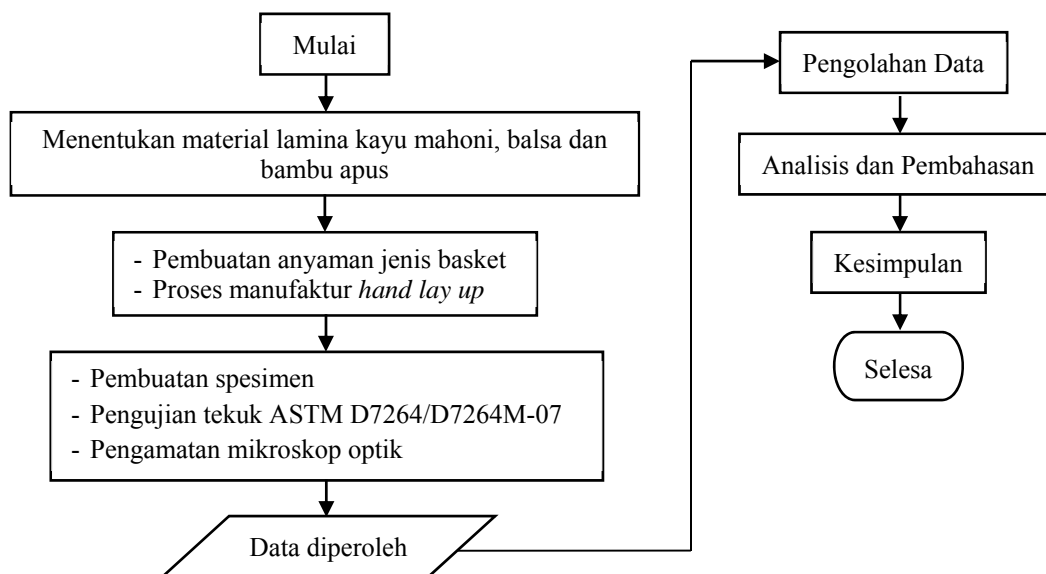
Polimer

Termoset (*thermoset*), salah satu jenis polimer, bahan ini diproses ke dalam bentuk permanen dan tidak dapat diproses/dibentuk ke dalam bentuk yang lain atau di proses ulang. Jenis-jenis termoset; Epoxies (EP), Unsaturated Polyesters (UP) Phenolics (PF), Urea Formaldehyde (UF), Melamine Formaldehyde (MF), Alkyds (AMC) [13].

Salah satu dari jenis termoset yang banyak digunakan sebagai matrik dalam material Polymer Matrix Composite, adalah *epoxy* karena mempunyai *high strength, excellent corrosion resistance, excellent dimension stability, excellent toughness, good dielectrical properties, low shrinkage, good adhesion*.

METODOLOGI PENELITIAN

Metodologi ini dilakukan dengan beberapa tahapan: persiapan bahan baku, pembuatan anyaman, proses manufaktur, pembuatan specimen dan pengujian menurut standard ASTM D7264/D7264M-07, melakukan pengujian, analisis hasil pengujian dan kesimpulan, seperti diagram alir pada Gambar 4. Metode yang dilakukan dijelaskan dalam diagram alir (*flowchart*) di bawah ini:



Gambar 4. Diagram alir metode penelitian

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian komposit lamina, dengan matrix kayu balsa dan mahoni *reinforcement* bambu dengan tipe anyaman *plain* dan *basket*. Pengujian tekuk menggunakan ASTM D7264/D7264M-07, setiap pengujian dengan 3 spesimen.



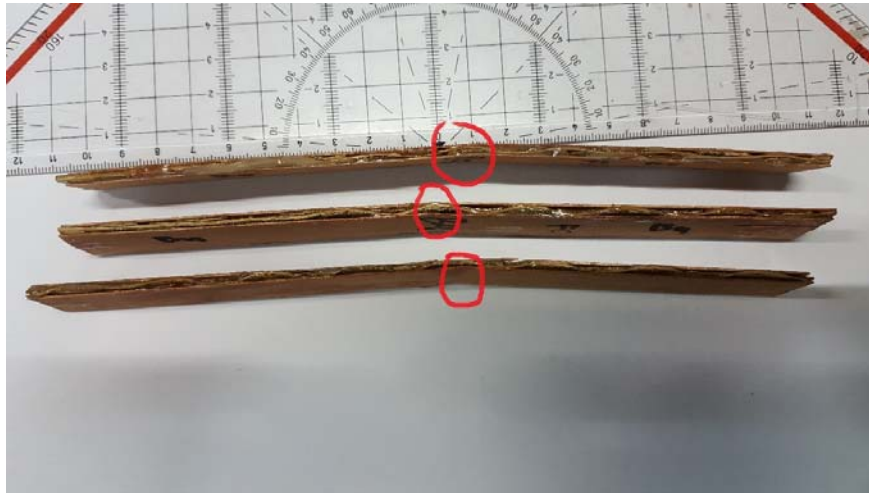
Gambar 5. Hasil uji tekuk matrix kayu balsa dengan bambu anyaman *plain*, tampak samping



Gambar 6. Hasil uji tekuk matrix kayu balsa dengan bambu anyaman basket, tampak samping



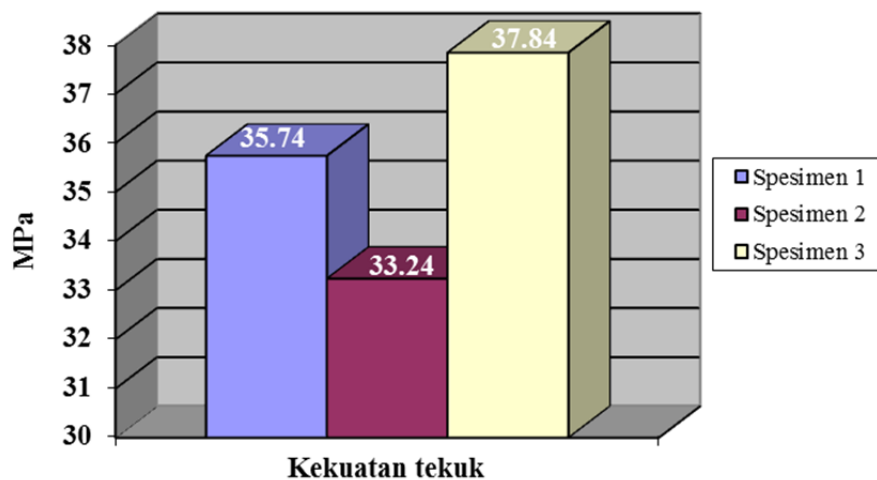
Gambar 7. Hasil uji tekuk matrix kayu mahoni dengan bambu anyaman *plain*, tampak samping



Gambar 8. Hasil uji tekuk matrix kayu mahoni dengan bambu anyaman *basket*, tampak samping

Tabel 1. Kekuatan Tekuk matrix kayu balsa dengan anyaman *plain* dan *basket*

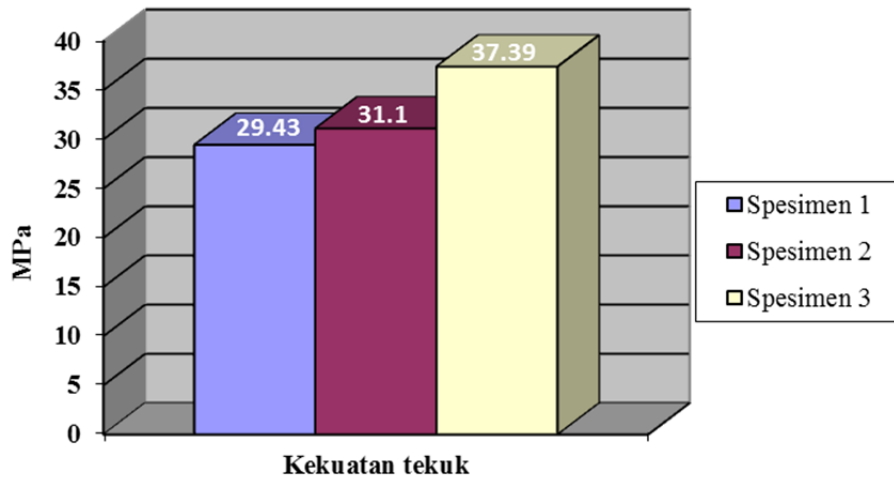
Anyaman <i>Plain</i>		Anyaman <i>Basket</i>	
Spesimen	σ_b MPa	Spesimen	σ_b MPa
1	35,74	1	29,43
2	33,24	2	31,10
3	37,84	3	37,39
Mean	35,60	Mean	32,64
Min	33,24	Min	29,43
Max	37,84	Max	37,39
St Dev	2,30	St Dev	4,20



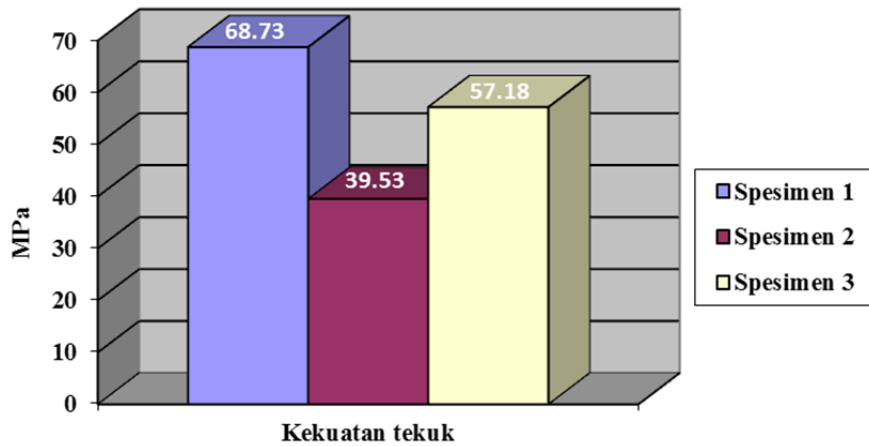
Gambar 9. Kekuatan tekuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement*, bambu anyaman *plain*.

Tabel 2. Kekuatan tekuk matrix kayu mahoni dengan anyaman *plain* dan *basket*

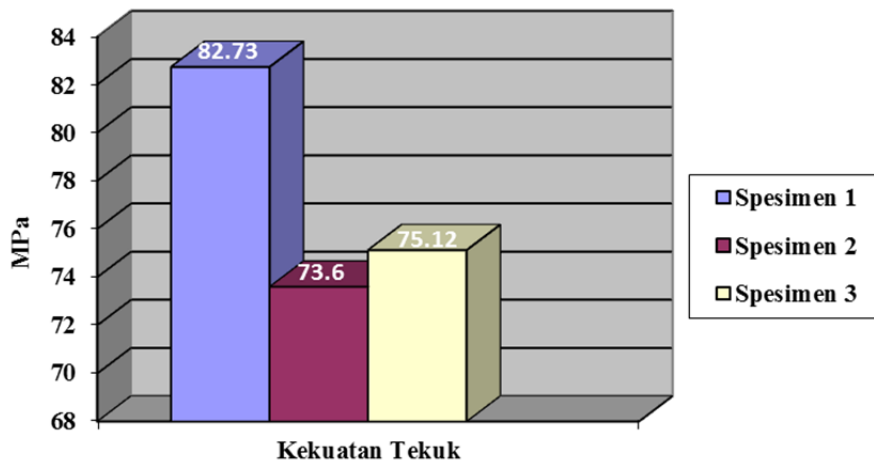
Anyaman <i>Plain</i>		Anyaman <i>Basket</i>	
Spesimen	σ_b MPa	Spesimen	σ_b MPa
1	68,73	1	82,73
2	39,53	2	73,60
3	57,18	3	75,12
Mean	55,15	Mean	77,15
Min	39,53	Min	73,60
Max	68,73	Max	82,73
St Dv	4,89	St Dv	4,88



Gambar 10. Kekuatan tekuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement* bambu anyaman *basket*



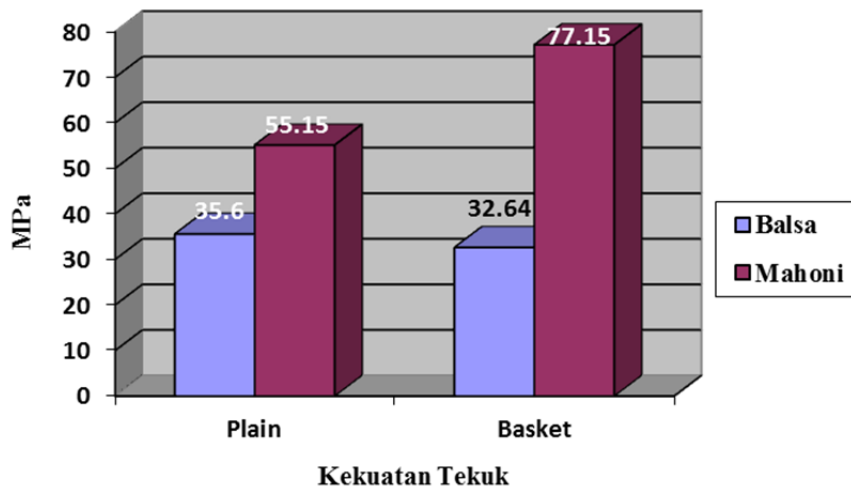
Gambar 11. Kekuatan tekuk matrix kayu mahoni, dengan *reinforcement* bambu anyaman *plain*



Gambar 12. Kekuatan tekuk matrix kayu mahoni, dengan *reinforcement* bambu anyaman *basket*

Pada Tabel 3 dan Gambar 13, untuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement* anyaman *plain*, kekuatan tekuk dengan nilai $35,60 \pm 2,30$ MPa, untuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement* anyaman *basket*, kekuatan tekuk dengan nilai $32,64 \pm 4,20$ MPa. Untuk matrix kayu

mahoni, dengan *reinforcement* anyaman *plain*, kekuatan tekuk dengan nilai $55,15 \pm 4,89$ MPa, untuk matrix kayu mahoni, dengan *reinforcement* anyaman *basket*, kekuatan tekuk dengan nilai $77,15 \pm 4,88$ MPa. Dari data-data ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan matrix kayu mahoni kekuatan tekuk nya lebih besar dibandingkan dengan menggunakan matrix kayu balsa, baik menggunakan jenis anyaman *plain* maupun *basket*.



Gambar 13. Kekuatan tekuk matrix kayu balsa dan mahoni, dengan *reinforcement* bambu anyaman *plain* dan *basket*

Tabel 3. Kekuatan tekuk dengan matrik kayu balsa dan mahoni

<i>Reinforcement</i> bambu	Matrix	
	Kayu balsa σ_b (MPa)	Kayu mahoni σ_b (MPa)
Anyaman <i>plain</i>	$35,60 \pm 2,30$	$55,15 \pm 4,89$
Anyaman <i>basket</i>	$32,64 \pm 4,20$	$77,15 \pm 4,88$

SIMPULAN

Hasil pengujian tekuk, seperti yang tertera pada bab sebelumnya, maka dapat disimpulkan:

1. Untuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement* anyaman *plain*, kekuatan tekuk dengan nilai $35,60 \pm 2,30$ MPa, untuk matrix kayu balsa, dengan *reinforcement* anyaman *basket*, kekuatan tekuk dengan nilai $32,64 \pm 4,20$ Mpa.
2. Untuk matrix kayu mahoni, dengan *reinforcement* anyaman *plain*, kekuatan tekuk dengan nilai $55,15 \pm 4,89$ MPa, untuk matrix kayu mahoni, dengan *reinforcement* anyaman *basket*, kekuatan tekuk dengan nilai $77,15 \pm 4,88$ Mpa.
3. Menggunakan matrix kayu mahoni kekuatan tekuk nya lebih besar dibandingkan dengan menggunakan matrix kayu balsa, baik menggunakan jenis anyaman *plain* maupun *basket*.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Porras, A.Maranon (2012). Development and characterization of laminate composite material from polylactic acid (PLA) and woven bamboo fabric. *Composite Part B*: 2782 - 2788.
- [2]. Murali Mohan Rao, K.K.Mohana Rao (2010), Fabrication and testing of natural fibre composites; Vakka, sisal, bamboo and banana. *Materials and Design* 31 : 508 -513.
- [3]. Toshihiko Hojo, et al. (2014). Tensile properties of bamboo, jute and kenaf mat-reinforced composite. *Energy Procedia* 56 : 72 – 79.
- [4]. La Mantia, M. Morreale (2011). Green composite: A brief review. *Composite Part A*: 579-588.
- [5]. P.Threepopnatkul, et al. (2009). Effect of surface treatment on performance of pineapple leaf fiber-polycarbonate composites. *Composite Part B* 40 : 628- 632

- [6]. Guermazi, et al. (2014). Investigations on the fabrication and the characterization of glass/epoxy, carbon/epoxy and hybrid composites used in the reinforcement and the repair of aeronautic structures. *Materials and Design* 56 : 714 - 724
- [7]. Kavousi Sisi M, Shakeri M, Sadighi M. Dynamic response of composite laminated beams under a synchronous/repeated low-velocity impacts of multiple masses. *Composite Structures* 2015 ;132 : 960-973
- [8]. Rajesh Mathivanan N. and Jerald J. Experimental investigation of low-velocity impact characteristics of woven glass fiber epoxy matrix composite laminates of EP3 grade. *Materials and Design* 2010; 31 : 4553-4560.
- [9]. Verma C.S and Chariar V.M. Development of layered laminate bamboo composite and their mechanical properties. *Composites Part B* 2012; 43:1063–1069.
- [10]. Kazuya Okubo, Toru Fujii, and Yuzo Yamamoto. Development of bamboo based polymer composites and their mechanical properties. *Composite Part A* 2014; 35 : 377-383.
- [11]. Vivek Dhand, et al (2015) A short review on basalt fiber reinforced polymer composites. *Composite, Part B*: 166-180.
- [12]. American Society For Testing And Material International ASTM D7264M-07. Standard Test Method for flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials. West Conshohocken USA: ASTM International; 2007.
- [13]. American Society For Testing And Material International. (2002). *The Composite Materials Handbook, Polymers Matrix Composite*, volume 3. Baltimore USA: ASTM International.