



PAPER – OPEN ACCESS

Analisa Eksperimental Material Komposit Diperkuat Serat Kaca Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Ladam Kuda

Author : Bustami Syam dkk.,
DOI : 10.32734/ee.v4i1.1306
Electronic ISSN : 2654-704X
Print ISSN : 2654-7031

Volume 4 Issue 1 – 2021 TALENTA Conference Series: Energy and Engineering (EE)



This work is licensed under a [Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).

Published under licence by TALENTA Publisher, Universitas Sumatera Utara



Analisa Eksperimental Material Komposit Diperkuat Serat Kaca Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Ladam Kuda

Bustami Syam^a, Maraghi Muttaqin^a, Eddo^a, Rozy.F^a, Febri Sandry^a, Herry Darmadi^b

^aUniversitas Sumatera Utara, Jalan Dr. T. Mansur No. 9, Medan 20222, Indonesia

^bPoliteknik Teknologi Kimia Industri, Jalan Medan Tenggara No. VII, Medan 20228, Indonesia

eddo@students.usu.ac.id, bstsyam@gmail.com

Abstract

Pada umumnya ladam kuda digunakan untuk melindungi kuku kuda terhadap keadaan yang ekstrim akibat kontak dengan tanah. Ladam kuda biasanya dibuat dari baja AISI 1016. Penelitian sebelumnya menggunakan komposit polymeric foam dengan menggunakan blowing agent yang diperkuat fiberglass dengan metode pengujian tarik dan tekan. Jenis fiberglass yang digunakan adalah fiberglass yang telah dicacah sampai halus. Penggunaan blowing agent mengakibatkan material menjadi berongga sehingga nilai kekuatan tariknya menjadi berkurang. Penelitian ini bertujuan untuk mencari nilai kekuatan yang lebih baik dari bahan alternatif untuk pembuatan ladam kuda pengganti bahan baja yang biasa digunakan dengan cara memakukan pada kuku kuda sehingga menyebabkan efek sakit yang dialami oleh kuda. Penelitian ini menggunakan metode komposit sandwich dimana serat kaca digunakan sebagai penguat. Pada penelitian ini dilakukan pengujian tarik dan bending untuk mendapatkan nilai kekuatan yang lebih besar dari penelitian sebelumnya. Penelitian ini menggunakan Resin BQTN 157 EX sebagai matriks, serat kaca sebagai penguat, dan katalis Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKPO) untuk mempercepat reaksi. Dari hasil penelitian didapat bahwa spesimen B memiliki nilai respon mekanik yang lebih baik, kemudian dilakukan validasi apakah nilai yang dihasilkan telah memenuhi nilai pressure yang diberikan oleh kuda dengan tiga jenis pembebanan yaitu flat landing, toe first landing, dan toe first landing. Dari hasil validasi yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa baik spesimen A dan B telah memenuhi nilai pressure yang dibutuhkan oleh kuda sehingga material ini layak digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan ladam kuda.

Kata kunci: Komposit; uji bending; uji tarik

Abstract

In general, horseshoe is used to protect the horse's hooves against extreme condition due to contact with the ground. Horseshoes are usually made of AISI 1016 steel material. This study develops the results of previous studies. Previous research has conducted observations on horse hooves using polymeric foam composite material using a blowing agent reinforced with fiberglass with tensile and compressive testing methods. The type of fiberglass used is fiberglass that has been chopped until smooth. The use of blowing agents causes the material to become hollow so that the value of the tensile strength is reduced. This study aims to find a better strength value from alternative materials for the manufacture of horse horseshoes instead of steel which is commonly used by nailing the horse's hooves so that it causes the effects of pain experienced by horses. This study uses a sandwich composite method where glass fiber is used as a reinforcement. In this study, tensile and bending tests were carried out to obtain a greater strength value than previous studies. This research uses BQTN 157 EX resin as a matrix, glass fiber as reinforcement, and Methyl Ethyl Ketone Peroxide (MEKPO) catalyst to accelerate the reaction. From the results of the study, it was found that specimen B had a better mechanical response value. From the results obtained, then validation was carried out whether the resulting value had met the pressure value given by the horse with three types of loading, namely flat landing, toe first landing, and toe first landing. From the results of the validation carried out, it can be concluded that both specimens A and B have met the pressure value required by the horse so this material is suitable for use as an alternative material for making horse shoes.

Keywords: Composite; bending test; tensile test

1. Pendahuluan

Kuda merupakan salah satu jenis hewan ternak yang dimanfaatkan oleh para manusia untuk melakukan aktivitas [1]. Pada umumnya, kuda dilengkapi dengan ladam kuda. Penggunaan ladam kuda bertujuan untuk melindungi kuku terhadap kondisi ekstrim akibat kontak dengan tanah [2]. Ladam kuda biasanya dibuat menggunakan material konvensional seperti baja dan aluminium. Akan tetapi, permasalahan yang sering terjadi dari penggunaan material konvensional yaitu tingkat kerusakan dan keausan dari material ini cukup tinggi serta umur pemakaiannya yang relatif cepat sehingga pemakaiannya tidak dapat bertahan lama [3]. Ladam kuda konvensional biasanya dibuat menggunakan material baja karbon rendah dengan menggunakan standard dari American Iron and Steel Institute AISI 1016 [4]. Penggunaan dari ladam kuda menggunakan material baja dapat meninggalkan bekas lubang pada kuku kuda dikarenakan penggunaannya dilakukan dengan cara memakukannya ke kuku kuda itu sendiri. Maka dari itu penelitian ini merencanakan pembuatan ladam kuda dari bahan alternatif khususnya komposit agar pemakaiannya tidak lagi dengan cara dipakukannya ke kuku kuda tersebut sehingga pemakaiannya tidak lagi menyebabkan efek sakit untuk kuda itu sendiri. Ladam kuda berbahan baja dapat dilihat pada Gambar 1 [5].



Gambar. 1. Ladam kuda konvensional

Ladam kuda berbahan komposit pertama kali dipatenkan oleh M, J.B. Kendall pada tahun 1861. Kemudian pada tahun 1892, Oscar E. Brown menemukan ladam kuda ganda [6]. Material komposit merupakan kombinasi antara dua atau lebih material yang memiliki sejumlah sifat yang tidak mungkin untuk dimiliki oleh masing-masing komponen penyusunnya [7]. Bahan komposit berpenguat serat banyak diaplikasikan pada penggunaan alat-alat yang membutuhkan material yang mempunyai dua perpaduan sifat dasar, yaitu kuat dan ringan [8]. Penelitian ini mengembangkan penelitian sebelumnya. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan pengamatan terhadap ladam kuda menggunakan material komposit polymeric foam dengan menggunakan blowing agent yang diperkuat dengan fiberglass menggunakan metode pengujian tarik dan tekan [9]. Jenis fiberglass yang digunakan adalah fiberglass yang telah dicacah sampai halus. Pada penelitian tersebut didapat nilai gaya tekan tertinggi sebesar 22,838 kN, dan nilai kekuatan tekan tertinggi sebesar 19,128 MPa [10]. Sedangkan untuk nilai gaya tarik tertinggi sebesar 1,214 kN, dan nilai kekuatan tarik tertinggi sebesar 20,243 MPa [10]. Penggunaan blowing agent mengakibatkan material menjadi berongga sehingga mengakibatkan nilai dari kekuatannya menjadi berkurang. Maka dari itu tujuan dari Penelitian ini dimaksudkan untuk mencari nilai karakteristik dari bahan alternatif pembuatan ladam kuda menggunakan pengujian tarik statik dan Bending sehingga dapat memenuhi kebutuhan beban yang dibutuhkan dalam pembuatan ladam kuda. Pada penelitian ini juga dilakukan validasi nilai beban yang diperlukan dalam pembuatan ladam kuda sesuai dengan jenis pembebanan yang ditimbulkan oleh kuda sehingga dapat diketahui apakah bahan tersebut layak digunakan untuk pembuatan ladam kuda.

2. Metodologi

Pada bagian ini, akan dibagi menjadi empat bagian. Bagian pertama akan membahas tentang material yang digunakan dalam pembuatan ladam kuda komposit. Bagian kedua akan membahas tentang apa saja metode penelitian metode pengujian yang digunakan pada penelitian kali ini. Kemudian pada bagian ketiga akan dibahas tentang set-up alat uji yang digunakan pada penelitian kali ini. Dan yang terakhir akan membahas tentang prosedur pengujian.

2.1. Material

Pada umumnya, ladam kuda diaplikasikan seperti yang ditunjukkan pada Gambar. 1. Pemasangan sepatu kuda dilakukan dengan cara memakukannya ke kuku kuda. Pada penelitian ini, material ladam kuda akan diganti menggunakan material yang lebih ringan, tahan korosi dan kuat. Pada penelitian ini, pembuatan ladam kuda menggunakan material Resin BQTN 157 EX sebagai matriks, fiberglass sebagai penguat dan katalis methyl ethyl ketone peroxide (MEKPO) untuk mempercepat reaksi pembentukan. Jenis komposit yang digunakan pada penelitian ini menggunakan komposit sandwich dimana susunan fiberglass

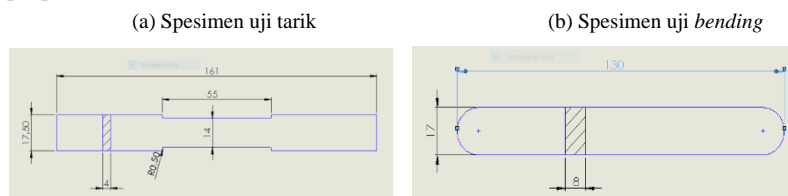
disusun secara layer by layer. Untuk pembuatan ladam kuda menggunakan material yang baru kami kembangkan di pusat riset kami dimana material tersebut bersifat ringan tetapi cukup kuat untuk menahan beban yang diberikan pada saat kuda berjalan. Pada penelitian ini, digunakan dua jenis komposisi untuk menentukan nilai komposisi yang lebih baik untuk pembuatan ladam kuda. Komposisi tersebut berlaku untuk spesimen pengujian tarik statik dan bending. komposisi material dapat dilihat pada Tabel 1. [11].

Tabel 1. Komposisi spesimen

Material	Komposisi 1 layer (%) Volume	Komposisi 2 layer (%) Volume
Polyester resin	79	59
Katalis	1	1
Fiberglass	20	40

2.2. Metode penelitian

Nilai dari karakteristik dari bahan komposit diperoleh melalui pengujian tarik statik dan pengujian bending. geometri dan dimensi spesimen ladam kuda dibuat menggunakan software Ansys. Untuk spesimen uji tarik menggunakan standard ASTM D638-02, sedangkan untuk spesimen uji bending menggunakan standard ASTM D790. Bentuk dan dimensi spesimen pengujian dapat dilihat pada Gambar 2. [11].



Gambar 2. Dimensi spesimen

Pada penelitian ini data hasil pengujian didapatkan dari proses pengujian berupa uji tarik dan uji bending. dimana pengujian dilakukan di Impact and Fracture Research Center (IFRC) yang berlokasi di magister Teknik Mesin USU. Data dari hasil pengujian secara otomatis disimpan kedalam komputer yang selanjutnya diolah menjadi hasil pengujian.

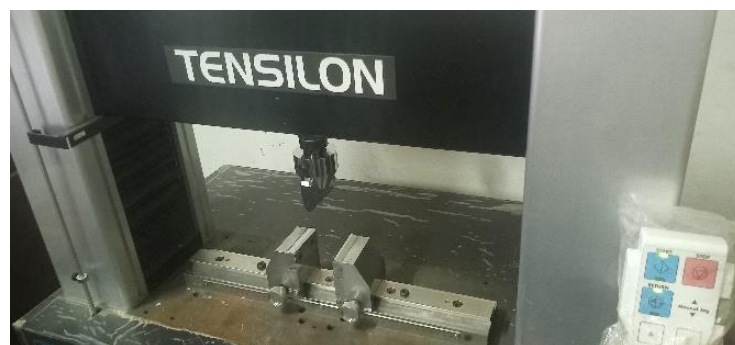
2.3. Set-up alat uji

Sebelum melakukan pengujian, dilakukan beberapa persiapan terlebih dahulu. Salah satu persiapan yang dilakukan yaitu mempersiapkan alat uji yang akan digunakan. Langkah-langkah untuk mempersiapkan pengujian yang dilakukan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

- Periksa peralatan dari panel listrik, pompa air, cooler dan perangkat controller dalam keadaan siap digunakan,
- Sambungkan semua koneksi yang terdapat pada alat uji seperti kabel USB dan komputer,
- Pasangkan chuck pada alat uji, baik chuck untuk uji tarik maupun uji bending seperti pada Gambar 3.



(a) Chuck uji tarik



(b) Chuck uji bending

Gambar 3. Pemasangan chuck

- Aktifkan software UTM pada komputer,
- Atur jenis pengujian yang diinginkan,

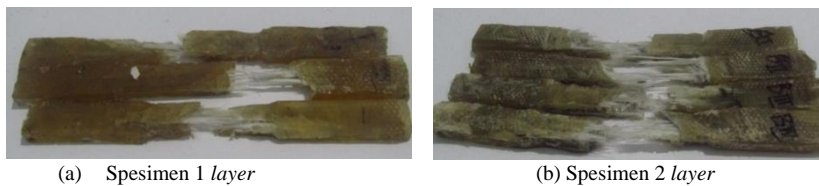
- Masukan data dimensi spesimen uji pada *software*,
- Letakkan spesimen uji pada *chuck*,
- Mulai pengujian dengan menekan tombol *start* pada *software* atau pada *controller*,
- Proses pengujian akan berlangsung hingga spesimen patah,
- Data otomatis akan tersimpan pada komputer dan dapat dilanjutkan ke spesimen berikutnya.

3. Hasil pengujian

Pada bagian ini, kita akan membahas tentang hasil pengujian. Pada bagian ini akan dibagi menjadi tiga topik pembahasan. Kita akan membahas tentang hasil pengujian tarik statik, pengujian bending, kemudian hasil validasi pengujian.

3.1. Pengujian tarik statik

Pada bagian ini, kita akan membahas tentang hasil pengujian tarik statik. Dimana terdapat dua jenis spesimen yang dilakukan pengujian. Hasil pengujian tarik statik 1 layer dan 2 layer dapat dilihat pada Gambar 4-6 [11].



(a) Spesimen 1 layer

(b) Spesimen 2 layer

Gambar 4. Hasil Pengujian Tarik

(a) Kondisi serat pada sumbu Y-Z

(b) Kondisi serat pada sumbu X-Z

Gambar 5. Kondisi serat 1 layer



(a) Kondisi serat pada sumbu Y-Z

(b) kondisi serat pada sumbu X-Z

Gambar 6. Kondisi serat 2 layer

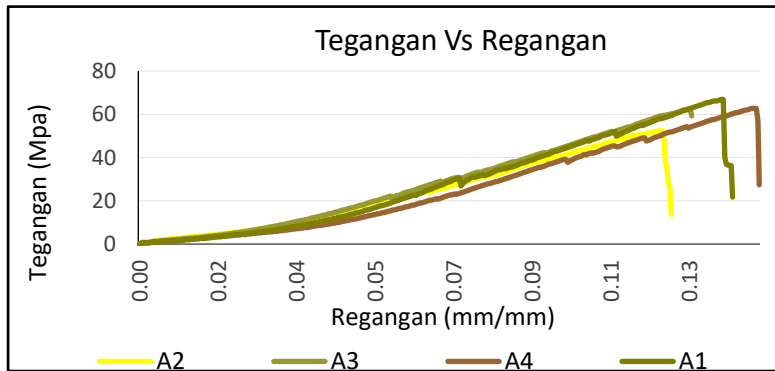
Gambar 4 menunjukkan bahwa spesimen ditarik hingga patah dan patahan terjadi berada di bagian Gauge length. Gambar 5 dan 6 menunjukkan bahwa pada spesimen uji tarik terjadi patahan tunggal yang disebabkan oleh terputusnya serat akibat beban tarik dimana resin tidak mampu lagi menahan beban tambahan. Sementara untuk serat mengalami fiber pull out dimana serat tercabut dari resin dikarenakan ketika resin retak beban tarik mengakibatkan kemampuan menahan beban menjadi berkurang. Ketika resin retak, beban akan dialihkan dari resin menuju serat dimana tempat patahan. Seiring bertambahnya deformasi, serat menjadi tercabut dari resin. Data hasil pengujian dan grafik pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 2-3 dan Gambar 7-8 dibawah ini [11].

Tabel 2. Data hasil pengujian 1 layer

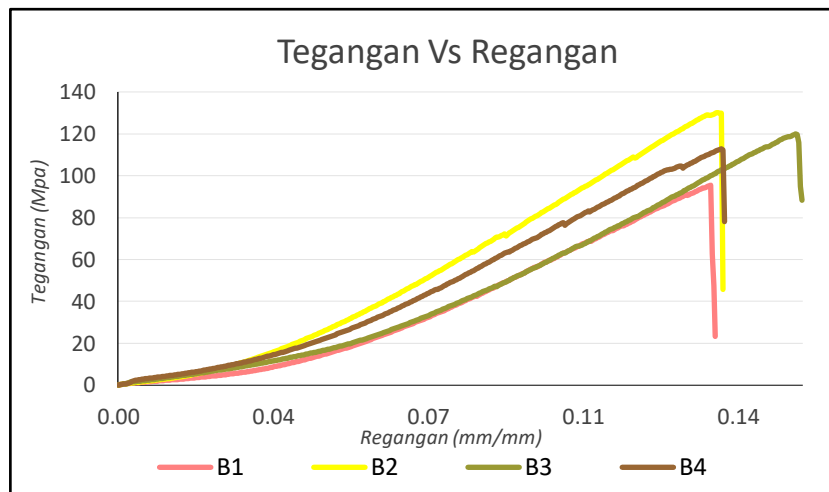
Nomor Spesimen	Maximum point load (kN)	Maximum point stress (MPa)	Elastic modulus (MPa)	Strain aksial (mm/mm)	Strain transversal (mm/mm)
A1	7.497	66.917	19.81	0.1370236	-0.0321429
A2	5.875	52.456	25.38	0.1228873	-0.0071429
A3	7.0009	62.508	30.84	0.1275967	-0.0035714
A4	7.031	62.777	30.338	0.1431956	-0.0464286
Nilai Rata-rata	6.850	61.164	26.593	0.1326758	-0.02232

Tabel 3. Data hasil pengujian 2 layer

Nomor Spesimen	Maximum point load (kN)	Maximum point stress (MPa)	Elastic modulus (MPa)	Strain aksial (mm/mm)	Strain transversal (mm/mm)
B1	10.695	95.491	53.484	0.139535	-0.0785714
B2	14.571	130.1	46.109	0.141373	-0.0428571
B3	13.438	119.98	52.005	0.159847	-0.0428571
B4	12.640	112.85	52.28	0.141742	-0.0357143
Nilai Rata-rata	12.836	114.605	50.969	0.145625	-0.05



Gambar 7. Grafik hasil pengujian 1 layer



Gambar 8. Grafik Hasil Pengujian 2 layer

Tabel 2 merupakan kumpulan data hasil pengujian tarik 1 layer dimana dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa spesimen A1 memiliki nilai maximum stress point yang lebih tinggi dengan nilai 66,917 MPa dan nilai kekuatan tarik sebesar 61,164 MPa. Pada Tabel 3. Merupakan kumpulan data hasil pengujian tarik 2 layer dimana dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa spesimen B2 memiliki nilai maximum stress point yang lebih tinggi dengan nilai 130,1 MPa dan nilai kekuatan tarik sebesar 114,605 MPa. Gambar 7. Merupakan grafik hasil pengujian 1 layer dimana dari grafik tersebut dapat dilihat spesimen A1 memiliki nilai tegangan yang paling tinggi dari spesimen lainnya. Gambar 8 merupakan hasil pengujian 2 layer dimana spesimen B2 memiliki nilai tegangan paling tinggi dari spesimen lainnya.

3.2. Pengujian bending

Pada bagian ini kita akan membahas tentang hasil pengujian bending. dimana pada penelitian ini terdapat dua jenis komposisi spesimen. Hasil dari pengujian bending dapat dilihat pada Gambar 9 dibawah ini [11].



(a) Spesimen 1 layer

(b) spesimen 2 layer

Gambar 9. Kondisi patahan spesimen uji *bending*

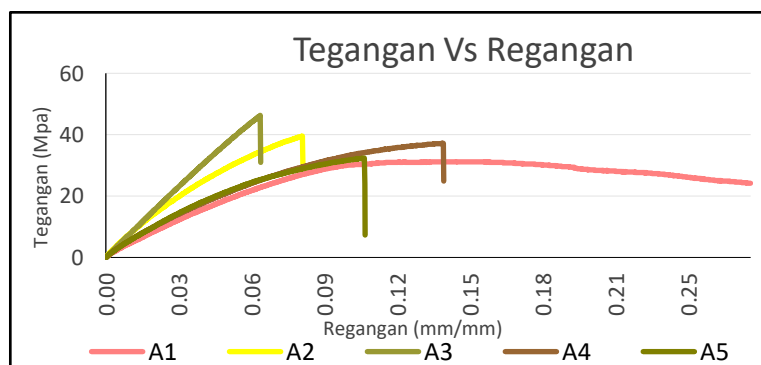
Pada Gambar 9. ditunjukkan bahwa spesimen yang diberikan pembebanan pada titik tengah speimen mengalami retak dibagian bawah spesimen akibat pembebanan pada indentor. Maka dari itu, mode kegagalan yang terjadi pada spesimen merupakan kegagalan di bagian skin akibat beban tarik [12]. Keretakan pada spesimen 1 layer terjadi sebesar diameter spesimen dimana keretakan terjadi di titik tengah spesimen, sedangkan untuk spesimen 2 layer keretakan terjadi di titik tengah spesimen membentuk keretakan seperti huruf "V". Data hasil pengujian dan grafik uji bending dapat dilihat pada Tabel 4-5 dan Gambar 10-11 di bawah ini [11].

Tabel 4. Data hasil pengujian bending 1 layer

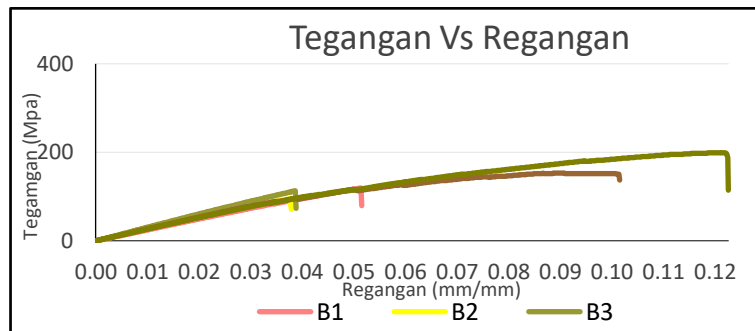
Nomor spesimen	Maximum point load (kN)	Maximum point stress (MPa)	Elastic modulus (MPa)	Strain longitudinal (mm/mm)	Strain lateral (mm/mm)
A1	0.174	31.206	35.704	0.27166554	-0.06765
A2	0.220	39.537	66.201	0.08297862	-0.01471
A3	0.258	46.297	59.575	0.06518754	-0.05588
A4	0.207	37.174	45.2	0.14234108	-0.05882
A5	0.180	32.363	42.43	0.10921046	-0.02353
Nilai Rata-rata	0.208	37.315	49.822	0.13427665	-0.04412

Tabel 5. Data hasil pengujian bending 2 layer

Nomor spesimen	Maximum point load (kN)	Maximum point stress (MPa)	Elastic modulus (MPa)	Strain longitudinal (mm/mm)	Strain lateral (mm/mm)
B1	0.665	119.294	189.366	0.052147692	-0.02353
B2	0.530	95.025	215.661	0.038351077	-0.02059
B3	0.630	113.017	231.765	0.039270769	-0.06765
B4	0.854	153.098	206.284	0.102770308	-0.02941
B5	1.112	199.397	205.937	0.124091231	-0.03235
Nilai Rata-rata	0.758	135.9665	209.755	0.071326215	-0.03471

Gambar 10. Grafik pengujian *bending* 1 layer

Tabel 4. merupakan kumpulan data hasil pengujian bending 1 layer dimana dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa spesimen A3 memiliki nilai maximum stress point yang lebih tinggi dengan nilai 46,297 MPa dan nilai kekuatan bending sebesar 37,315 MPa. Tabel 5 terdapat kumpulan data hasil pengujian bending 2 layer dimana dari tabel tersebut dapat dilihat bahwa spesimen B5 memiliki nilai maximum stress point yang lebih tinggi dengan nilai 199,397 MPa dan nilai kekuatan bending sebesar 135,9665 MPa. Gambar 10. Merupakan grafik hasil pengujian 1 layer dimana dari grafik tersebut dapat dilihat spesimen A3 memiliki nilai tegangan yang paling tinggi dari spesimen lainnya. Gambar 11 merupakan hasil pengujian 2 layer dimana spesimen B2 memiliki nilai tegangan paling tinggi dari spesimen lainnya.



Gambar 11. Grafik Pengujian bending 2 layer

3.3. Validasi hasil pengujian

Dari hasil yang didapat kemudian dilakukan validasi nilai pressure yang diberikan oleh kuda melalui ketiga jenis pembebanan dimana pada flat landing pressure yang diberikan sebesar 0,6319 MPa, untuk heel-first landing pressure yang diberikan sebesar 1,6612 MPa, kemudian toe-first landing pressure yang diberikan sebesar 3,6279 MPa [13]. Dari hasil validasi tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesimen 1 dan 2 layer memiliki nilai karakteristik yang telah memenuhi besaran beban yang diberikan oleh kuda. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa spesimen 1 dan 2 layer layak untuk digunakan dalam pembuatan ladam kuda. Contoh setup ladam kuda pada sepatu kuda ditunjukkan pada Gambar 12.



(a) Ladam kuda komposit



(b) Sepatu kuda

Gambar 12. Setup ladam kuda pada sepatu kuda

4. Kesimpulan

Ladam kuda telah diuji, disimulasikan di Impact and Fracture Research Center (IFRC). Dari hasil penelitian yang dilakukan pada pengujian bending dan tarik statik didapatkan bahwa spesimen 2 layer memiliki nilai respon mekanik yang lebih baik dimana nilai gaya tarik sebesar 12,836 kN, nilai kekuatan tarik sebesar 114,60525 MPa. Kemudian nilai gaya bending sebesar 0,758 kN dan nilai kekuatan bending sebesar 135,9665 MPa. Dari hasil validasi, beban yang diberikan oleh kuda pada pembebanan flat landing sebesar 0,6319 MPa, heel-first landing sebesar 1,6612 MPa, dan toe-first landing sebesar 3,6279 MPa. Hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa spesimen 1 dan 2 layer telah memenuhi kebutuhan beban dalam pembuatan ladam kuda. Jadi dapat disimpulkan bahwa material komposit tersebut layak untuk digunakan sebagai bahan alternatif pembuatan ladam kuda. Adapun

saran yang dapat kami berikan kepada penelitian selanjutnya yaitu pada saat pembuatan spesimen, agar dapat dipastikan bahwa tidak ada gelembung udara yang terperangkap di dalam material agar spesimen yang dibentuk tidak ada cacat produk.

Referensi

- [1] Ongkowitzojo C, (2014) "Implementasi Konsep Kuda Sandel pada Interior Bangunan Utama Arena Pacuan Kuda Pasuruan". Program Studi Desain Interior. *Jurnal Intra* 2(2): 508-514,
- [2] Evans, J. (2010) "A Guide to Selection, Care and Enjoyment". New York: Freeman and Company.
- [3] Martin L.A (2014) "Alternative Materials for The Horseshoe", *unpublished bachelor degree project in mechanical engineering* C-Level 22.5 ECTS Spring term, pp
- [4] American Iron & Steel Institute, New York; SAE Standard J403f. Reprinted with permission.
- [5] Martin L.A (2014) "Alternative Materials of The Horseshoe". Thesis. University of Skovde.
- [6] Martin L.A (2014) "Alternative Materials for The Horseshoe", *unpublished bachelor degree project in mechanical engineering* C-Level 22.5 ECTS Spring term, pp 10.
- [7] Surdia T, Saito S (1992) "Pengetahuan Bahan Teknik" PT. Pradnya Paramita. Jakarta.
- [8] Ismail, H (2004) "Komposit Polimer Diperkuat Pengisi dan Gentian Pendek Semula Jadi" Penerbit Universiti Sains Malaysia, Pulau Pinang.
- [9] Donny Surya Dharma (2018) "Analisa Variasi Komposisi Polymeric Foam Diperkuat *Fiberglass* Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Sepatu Kuda Terhadap Pengujian Tekan dan Tarik Statik [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara, Program Sarjana.
- [10] Mawardi, Bustami Syam, Basuki Wirjosentono, Donny Surya Dharma (2018) "*Manufacture of Polymeric Foam and Polyurethane Composites with Fiberglass Boosters*" SEMIRATA-ICST 2018 <https://ocs.usu.ac.id/semirataICST/index>.
- [11] Eddo (2021) "Analisa Kekuatan *Bending* dan Tarik Statik Pada Komposit Berbahan Dasar Polimer Diperkuat Serat Kaca Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Ladam Kuda [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara, Program Sarjana.
- [12] Hariyanto A (2007) "Peningkatan Ketahanan *Bending* Komposit Hibrid *Sandwich* Serat Kenaf dan Serat Gelas Bermatrik *Polyester* dengan *Core Kayu* Sengon Laut, *Media Mesin*, 8(1): 1-9
- [13] Febri Sandry, 2021. Simulasi Static Structural pada Ladam Kuda dari Bahan Polymeric Diperkuat Serat Kaca dengan Menggunakan Software Ansys [Skripsi]. Medan: Universitas Sumatera Utara, Program Sarjana.