

Pengaruh Arah Serat Pada Lamina Komposit Berpenguat Serat Bambu Terhadap Kekuatan Tarik

Mumfazir, Ahmad Nayan*, Muhammad, Suryadi

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Bukit Indah, Lhokseumawe, 24352, Indonesia

*Corresponding Author: nayan@unimal.ac.id

Abstract – This study aims to determine the effect of variations in PE foam core thickness on the bending strength of apus bamboo fiber sandwich composites using epoxy resin. The manufacture of sandwich composites was carried out using the Hand Lay Up method. Bending tests were carried out based on standards (ASTM C 393). The results of this study show 3 variations in PE foam core thickness of 20, 30, and 40 mm, with the highest bending strength at a PE foam core thickness of 20 mm with an average value of 1.78 MPa, while the lowest bending strength value is at a PE foam core thickness of 40 mm with an average value of 0.89 MPa. It can be concluded that with the increase in PE foam core, the bending strength will decrease, while the core that is not thick will be inversely proportional. The upper skin will be damaged first by the compressive load, while the lower skin will be damaged by the tensile load of the sandwich composite. For the type of fracture of the Apus bamboo fiber sandwich composite with variations in PE foam core thickness of 20, 30, and 40 mm using epoxy resin, the types of fractures in the specimen are face yield and debonding fractures.

Abstrak – Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi ketebalan core PE foam terhadap kekuatan bending komposit sandwich serat bambu apus menggunakan resin epoxy. Pembuatan komposit sandwich dilakukan dengan metode Hand Lay Up. Pengujian uji bending dilakukan berdasarkan standar (ASTM C 393). Hasil penelitian ini dari 3 variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm tersebut yang memiliki kekuatan bending tertinggi pada ketebalan core PE foam 20 mm dengan nilai rata-rata sebesar 1,78 MPa, sedangkan nilai kekuatan bending terendah terdapat pada ketebalan core PE foam 40 mm dengan nilai rata-rata sebesar 0,89 MPa. Dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya core PE foam maka kekuatan bendingnya akan menurun, sedangkan core yang tidak tebal akan berbanding terbalik. Skin bagian atas akan rusak terlebih dahulu oleh beban tekan, sedangkan skin bagian bawah akan rusak oleh beban tarik komposit sandwich. Untuk Jenis patahan dari komposit sandwich serat bambu apus dengan variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm menggunakan resin epoxy mengalami jenis patahan pada spesimen ialah patahan face yield dan debonding.

Keywords: Serat bambu, PE foam, anyaman plan, ASTM C 393, uji bending

1 Pendahuluan

Bidang material komposit akhir-akhir ini terus mendapat perhatian yang serius dari para ilmuwan,

sehingga hampir setiap hari produk baru maupun inovasi dan modifikasi produk yang telah ada terus bermunculan. Hal itu disebabkan material komposit diperlukan di segala

Manuscript received September 2024, revised September 2024, published October 2024

Copyright © 2024 Department of Mechanical Engineering, All right reserved.

DOI : 10.29103/mjmst.v8i2.17923

bidang, seperti bidang elektronik, transportasi, kedokteran/medis, biologi, dan sebagainya. Sehingga para peneliti dituntut untuk terus menghadirkan produk terbaik yang dibutuhkan di pasaran. Komposit adalah satu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material, dimana sifat mekanik dari material pembentuknya berbeda-beda, maka akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material-material pembentuknya, (David Ebuka Arthur, 2013).

Bahan penyusun komposit adalah matrik dan bahan penguat. Matrik yang biasanya digunakan adalah resin Epoxy, karena memiliki kekurangan sifatnya yang kaku dan rapuh maka untuk meningkatkan kekuatannya diberi penguat serat, sebagai elemen penguat serat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik.

Orientasi, ukuran, dan bentuk serta material serat adalah faktor yang mempengaruhi properti mekanik dari lamina. Dengan memvariasikan lebar dan tebal sayatan serat diharapkan akan didapatkan properti mekanik komposit yang maksimal untuk mendukung pemanfaatan komposit. (Samsul Rizal, 2018)

Komponen komposit terdiri dari matrik dan penguat. Matriks merupakan material pengikat serat penguat pada komposit. Sifat dan matriks umumnya ductile dan mempunyai kekuatan yang lebih rendah dibandingkan dengan material penguatnya. Dalam pembuatan komposit serat (fiber reinforced plastic) matriks yang digunakan adalah thermosetting polimer, atau lebih dikenal dengan resin. Resin yang paling sesuai untuk pembuatan komposit serat alam ditinjau dari aspek teknis-ekonomis adalah unsaturated polyester resin. Penguat pada komposit berfungsi sebagai penahan beban utama. Material penguat pada komposit bisa digunakan dari serat maupun serbuk.

Dari sekian banyak resin yang ada di pasaran, ada tiga jenis resin yang banyak digunakan yaitu polyester, vinil ester, dan Epoxy. Dalam penelitian ini digunakan resin Epoxy. Pemilihan resin Epoxy sebagai bahan dasar disebabkan kekuatan dan kekakuan Epoxy resin lebih besar dibandingkan dengan polimer jenis lainnya. Epoxy atau poliEpoxyd merupakan suatu polimer thermosetting yang umumnya dihasilkan dari reaksi antara epichlorohydrin dan bisphenol-A. Di Indonesia tumbuhan bambu sangat banyak ditemukan oleh karena itu perlunya memanfaatkan tumbuhan bambu tersebut, salah satu dari upaya memanfaatkan tumbuhan bambu tersebut adalah dengan cara menjadikan sebagai serat dalam pembuatan komposit. Serat bambu juga telah banyak dijadikan sebagai penelitian dalam pembuat komposit, sehingga layak di pakai dalam pembuatan skin komposit

untuk membuat komposit sandwich pada penelitian ini (Sapriadi dkk, 2022).

2 Tinjauan Pustaka

Secara sederhana komposit dapat diartikan sebagai gabungan dari dua atau lebih bahan yang berlainan dan menyatu secara fisika. Penggunaan bahan komposit serat sangat efisien dalam menerima beban dan gaya. Unsur utama komposit serat adalah serat yang mempunyai banyak keunggulan. Untuk mengetahui keunggulannya maka dalam penggunaan bahan ini dibutuhkan beberapa sifat yang harus diketahui.

Sifat bahan komposit sangat dipengaruhi oleh sifat dan distribusi unsur penyusun, serta interaksi antar keduanya. Material komposit terdiri atas dua jenis penyusun, antara lain :

1. Filler (bahan pengisi)

Filler merupakan bahan pengisi yang digunakan dalam pembuatan komposit. Bahan pengisi tersebut biasanya berupa serat atau serbuk. Serat yang dapat digunakan dalam pembuatan komposit antara lain : Serat E-Glass, Boron, Carbon, Serat nanas, Serat kenaf, rami, dan lain sebagainya. Sedangkan serbuk yang bisa digunakan dalam pembuatan komposit antara lain : serbuk kayu, serbuk kerang, serbuk tebu dan lain sebagainya.

2. Matriks (Bahan Pengikat)

Matriks merupakan pengikat serta membentuk suatu struktur komposit. Selain berfungsi sebagai pengikat serat, matriks berfungsi melindungi serat atau serbuk dari kerusakan yang diakibatkan oleh kondisi lingkungan dan mendistribusikan beban ke serat atau serbuk. Matriks juga memberikan beberapa sifat pada serat atau serbuk, seperti kekuatan dan tahanan listrik. Matriks dalam struktur komposit bisa berasal dari bahan polimer, logam, maupun keramik (Gibson, 1994). Epoxy adalah suatu kopolimer yang terbentuk dari dua bahan kimia berbeda, yang kemudian akan disebut sebagai " Resin " dan " Pengeras ". Resin terdiri dari monomer atau polimer rantai pendek dengan kelompok epoksida di kedua ujung. Sedangkan pengeras terdiri dari monomer poyamine, maksudnya Triethylenetetramine (Teta) (Utomo, 2011).

Epoxy resin membutuhkan penambahan zat pengawet saat proses curing, yang biasa disebut hardener. Mungkin jenis curing agent yang paling umum adalah berbasis amina. Tidak seperti resin poliester atau ester vinil dimana resin dikatalisis dengan tambahan katalis kecil (13%), Epoxy resin biasanya membutuhkan penambahan

bahan pengawet pada rasio resin dan pengeras yang jauh lebih tinggi, seringkali 1:2.

Proses alkalisasi adalah untuk memperoleh ikatan yang baik antara matriks dan serat dilakukan modifikasi permukaan serat. Modifikasi permukaan dilakukan untuk meningkatkan kompatibilitas antara serat alam dengan matriks. Alkalisasi pada serat alam adalah metode yang telah digunakan untuk menghasilkan serat berkualitas tinggi. Alkalisasi pada serat merupakan metode perendaman serat ke dalam basa alkali. Reaksi berikut menggambarkan proses yang terjadi saat perlakuan alkali pada serat: $\text{Fiber-OH} + \text{NaOH} \rightarrow \text{Fiber-O-Na} + \text{H}_2\text{O}$. Proses alkalisasi menghilangkan komponen penyusun serat yang kurang efektif dalam menentukan kekuatan antar muka yaitu hemiselulosa, lignin atau pektin. Dengan berkurangnya hemiselulosa, lignin atau pektin, wetability serat oleh matriks akan semakin baik, sehingga kekuatan antarmuka pun akan meningkat.

Serat merupakan salah satu material rancang bangun paling tua. Jute, flax, dan hemp telah digunakan untuk menghasilkan produk seperti tali tambang, jarring, cordage, water house dan container sejak dahulu kala. Serat tumbuhan dan binatang masih banyak digunakan untuk felts, kertas atau kain tebal.

Bambu merupakan tanaman ordo *Bambooidae* yang pertumbuhannya cepat dan dapat dipanen pada umur sekitar 3 tahun. Pada masa pertumbuhan, bambu dapat tumbuh vertical 5 cm perjam atau 120 cm perhari. Umur panen yang relative singkat tersebut memberikan optimi bahwa pemakaian bambu untuk berbagai keperluan dapat dengan mudah tercukupi.

Jenis bambu apus biasa tumbuh di ketinggian 1000 m diatas permukaan laut. Jenis bambu apus dapat tumbuh sampai dengan 8-11 meter dengan panjang setiap ruasnya sekitar 45-65 cm. Jenis bambu ini memiliki diameter 5-8 cm dengan tebal dinding 13-15 mm. Jenis bambu biasa dikenal dengan nama bambu apus atau bambu tali dan banyak ditemukan di Indonesia. Gambar 1 merupakan contoh bambu Apus. (Chandra1, 2015).



Gambar 1. *Gigantochloa Apus* (Chandra1, 2015).

Serat bambu di ambil dari pohon bambu, serat bambu merupakan salah satu dari serat alam yang dapat

dijadikan sebagai penguat komposit. Adapun keunggulan dari serat alam itu sendiri adalah Elastis, kuat, bahan baku yang berlimpah, ramah lingkungan dan pembuatannya mengkonsumsi energy sekitar 70%, yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit polimer serat gelas. Serat bambu memiliki potensi sebagai serat penguat pengganti serat gelas dalam pembuatan komposit polimer, karena sifatnya yang terbaharui dan ramah lingkungan. Namun daya serap air yang tinggi pada serat bambu dapat menurunkan sifat tarik komposit yang dihasilkan. Hal ini akibat memburuknya ikatan antarmuka serat dan matriks. (Gunawan, 2018)

Berikut ini adalah sifat mekanis beberapa serat alam, yang ditampilkan pada Tabel 1.

Tabel 1 Beberapa Sifat Mekanis Serat Alam. (Wibowo, 2014)

Serat	Massa jenis	Regangan (%)	Kekuatan Tarik (MPa)	Modulus Young (GPa)
Bambu	0,215	3	575	27
Pisang	0,243	5,9	95	1,4
Kelapa	0,435	29	200	0,9
Nanas	0,324	4,3	458	15,2

Dari Tabel 1 menunjukkan bahwa serat bambu memiliki kekuatan tarik sebesar 575 MPa dan modulus young 27 GPa.

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk dapat memperbaiki sifat dan struktu matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi. (Sapriadi dkk, 2022).

PE foam terbuat dari bahan baku polyethelene yang di ekspansi dengan bantuan blowing agent seperti gas butane dengan tekanan dan suhu yang tinggi, sehingga plastik membentuk gelembung-gelembung kecil, yang kemudian dibentuk sesuai kebutuhan. Proses pengolahannya sama seperti pengolahan pada plastik yang lain, Proses pembuatan busa sederhana dan sisa dari pembuatan bisa didaur ulang. Plastik pada umumnya di proses dipanaskan hingga mencair, dan didinginkan menjadi bentuk padat. (Sari dan Ayu. 2021)

Sesuai namanya, PE foam atau busa PE dibentuk dengan plastik berjenis polyethelene (PE). Jenis ini tidak berasa atau tidak berbau. Selain itu PE foam ini tahan terhadap air, minyak dan bahan kimia lainnya. PE foam juga bisa menghambat panas dan suara yang sangat baik, sehingga banyak digunakan isolasi rumah dan ruangan. PE foam memiliki berbagai ketebalan, bisa dibuat sesuai dengan kebutuhan. Biasanya PE foam yang tebal didapat dari menempelkan beberapa lapisan busa atau foam dengan

proses Bonding. Tekstur dari busa ini hamper mirip dengan gabus dan berbentuk lembaran, busa ini sangat cocok untuk membungkus barang. (Sari dan Ayu, 2021).

Kelebihan dan kekurangan PE foam adalah sebagai berikut:

1. Kelebihan
 1. Tidak berasa dan tidak berbau
 2. Lentur dan fleksibel
 3. Penghambat panas
 4. Kuat
 5. Peredam suara
 6. Ramah lingkungan dan dapat di daur ulang
 7. Tidak menyerap air
 8. Tidak rapuh
 9. Anti-statik
2. Kekurangan
 1. Tidak tahan terhadap suhu tinggi
 2. Tidak tahan terhadap kebocoran
 3. Tidak tahan Terhadap Tekanan yang terlalu tinggi
 4. tidak tahan air

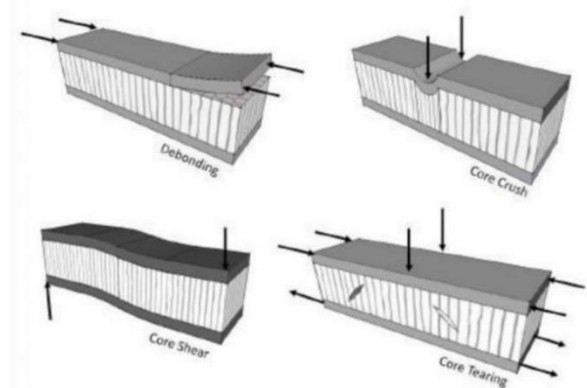
ASTM C 393 merupakan standard pengujian bending pada komposit sandwich bermatriks resin Epoxy. Material komposit sandwich terbatas pada serat kontinyu maupun serat diskontinyu dengan laminate yang seimbang dan simetris. Metode pengujiannya dengan menggunakan sebuah flat tipis yang berbentuk persegi panjang dengan penampang dipasang pegangan dan beban yang tetap. komposit sandwich mengalami berbagai macam beban mekanik, seperti beban tekan, tarik, lentur, geser dan puntir. Terkadang beban yang dialami mengalami beban maksimal pada awal perancangan, sehingga menyebabkan kegagalan pada suatu material. Menurut (Ridlwan dan Pratama, 2022) berikut ini kegagalan yang terjadi pada komposit sandwich :



Gambar 2. Beberapa modus kegagalan skin pada komposit sandwich (Ridlwan dan Pratama, 2022)

Pada kegagalan skin komposit sandwich yang pertama yaitu face yield terjadi ketika tegangan normal melebihi tegangan luluh material komposit. Jika material skin komposit sandwich bersifat getas, maka kegagalan face yield kemungkinan besar terjadi pada skin bagian atas karena skin bagian atas lebih kritis terhadap tegangan tekan yang diterima oleh komposit sandwich. Jenis kegagalan berikutnya face wrinkling yaitu fenomena buckling yang terjadi pada skin atas akibat tegangan

tekan dan kurangnya support dari core komposit sandwich karena dimensi struktur core yang terlalu longgar (densitas core yang rendah). (Ridlwan dan Pratama, 2022)



Gambar 3. Beberapa modus kegagalan core pada komposit sandwich (Ridlwan dan Pratama, 2022).

Pada kegagalan core komposit sandwich terdapat empat jenis kegagalan pertama adalah kegagalan debonding yaitu kegagalan yang terjadi karena lapisan skin terlepas dari inti komposit sandwich. Kegagalan yang kedua yaitu core crush yaitu kegagalan yang terjadi akibat deformasi pada bagian tengah inti komposit sandwich. Kegagalan yang ketiga yaitu core shear bentuk kegagalan yang terjadi adalah core komposit sandwich terdeformasi dalam arah vertical akibat beban geser. Sedangkan untuk kegagalan keempat yaitu core tearing jenis kegagalan yang terjadi core patah akibat kombinasi tegangan normal dengan tegangan geser. (Ridlwan dan Pratama, 2022)

3 Metode Penelitian

Tempat penelitian dilaksanakan di Laboratorium Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh, Jalan Batam. Lhokseumawe. a) Bahan Penelitian

1. Pe foam
2. Serat bambu apus
3. Resin Epoxy dan Hardener
4. Release Agent

b) Peralatan

1. Timbangan Digital
2. Gelas Ukur
3. Perangkat Cetakan
4. Amplas
5. Jangka Sorong
6. Gunting
7. Universal Testing Machine (UTM) dapat dilihat pada Gambar 1 yang ada di Laboratorium Bahan Jurusan Teknik Mesin Universitas Malikussaleh.

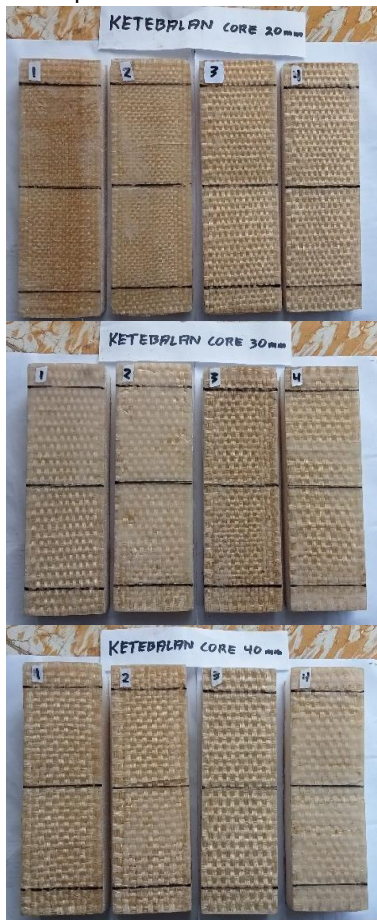


Gambar 4. Universal Testing Machine (UTM)

4 Hasil dan Pembahasan

4.1 Data Hasil Pengujian Bending

Pengujian bending dilakukan setelah proses pembuatan komposit sandwich serat bambu apus dengan PE foam menggunakan resin epoxy untuk mengetahui besarnya kekuatan bending komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam dan orientasi serat anyaman, pengujian bending dilakukan dengan menggunakan mesin universal machine testing di Laboratorium Uji Material Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh. Untuk spesimen yang sudah di uji dapat dilihat pada Gambar 5



Gambar 5 Spesimen setelah Uji Bending

Berdasarkan hasil pengujian bending yang telah dilakukan menggunakan standard ASTM C393 pada komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 20 mm, 30 mm dan 40 mm dan orientasi serat anyaman plan dengan ukuran specimen sesuai standar ASTM C393 diperoleh hasil yang bagaimana ditunjukkan pada Tabel 2 sampai Tabel 4 untuk memudah menganalisa data-data hasil pengujian ini, maka hasil dipaparkan dalam bentuk grafik sifat bending komposit. Berdasarkan Tabel 2 Data pengujian bending dengan ketebalan core 20 mm dan skin menggunakan anyaman plan.

Tabel 2. Data hasil pengujian bending ketebalan Core 20 mm

No Spesimen	Dimensi Spesimen				Beban Maksimum (N)	Kekuatan Bending (MPa)
	Panjang (P) mm	Lebar (L) mm	Tebal (T) mm	Area (mm ²)		
1	250	75	24	1800	107,87	1,23
2	250	75	24	1800	147,10	1,67
3	250	75	24	1800	186,33	2,12
4	250	75	24	1800	176,52	2,01
Rata-rata	250	75	24	1800	154,45	1,76

Dari hasil pengujian bending komposit sandwich serat bambu apus dengan ketebalan core PE foam 20 mm menggunakan serat anyaman plan yang telah dilakukan terhadap 4 (empat) spesimen uji. Beban terendah terdapat pada spesimen uji nomor 1 dengan nilai 107,87 N dan kekuatan bending 1,23 MPa. Beban tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 3 dengan nilai 186,33 N dan nilai kekuatan bending 2,12 MPa. Berikut hasil uji bending untuk spesimen komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 30 mm dengan arah serat anyaman Plan diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Data hasil pengujian bending ketebalan core 30 mm.

No Spesimen	Dimensi Spesimen				Beban Maksimum (N)	Kekuatan Bending (MPa)
	Panjang (P) mm	Lebar (L) mm	Tebal (T) mm	Area (mm ²)		
1	250	75	36	2700	215,75	1,09
2	250	75	36	2700	274,59	1,39
3	250	75	36	2700	254,97	1,29
4	250	75	36	2700	264,78	1,34
Rata-rata	250	75	36	2700	252,52	1,28

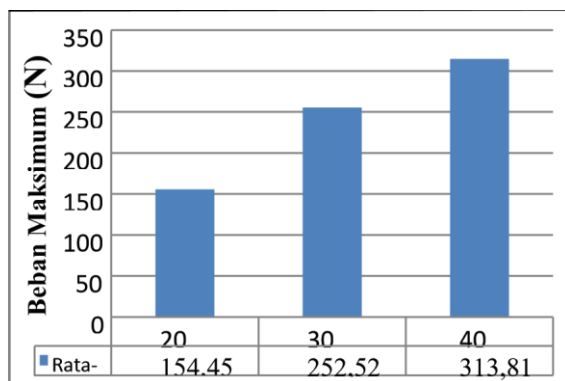
Dari hasil pengujian bending komposit sandwich serat bambu apus dengan ketebalan core PE foam 30 mm menggunakan serat anyaman plan yang telah dilakukan terhadap 4 (empat) spesimen uji. Beban terendah terdapat pada spesimen uji nomor 1 dengan nilai 215,75 N dan kekuatan bending 1,09 MPa. Beban tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 2 dengan nilai 274,59 N dan nilai kekuatan bending 1,39 MPa. Berikut hasil uji bending untuk spesimen komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 40 mm dengan arah serat anyaman Plan diperlihatkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data hasil pengujian bending ketebalan core 40 mm

No Spesimen	Dimensi Spesimen				Beban Maksimum (N)	Kekuatan Bending (MPa)
	Panjang (P) mm	Lebar (L) mm	Tebal (T) mm	Area (mm ²)		
1	250	75	48	3600	343,23	0,97
2	250	75	48	3600	313,81	0,91
3	250	75	48	3600	294,20	0,84
4	250	75	48	3600	304,01	0,86
Rata-rata	250	75	48	3600	313,81	0,89

Dari hasil pengujian bending komposit sandwich serat bambu apus dengan ketebalan core PE foam 40 mm menggunakan serat anyaman plan yang telah dilakukan terhadap 4 (empat) spesimen uji. Beban terendah terdapat pada spesimen uji nomor 3 dengan nilai 294,20 N dan kekuatan bending 0,84 MPa. Beban tertinggi terdapat pada spesimen uji nomor 1 dengan nilai 343,23 N dan nilai kekuatan bending 0,97 MPa.

Untuk melihat nilai beban maksimum perbandingan antara ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm komposit sandwich dengan serat bambu apus.

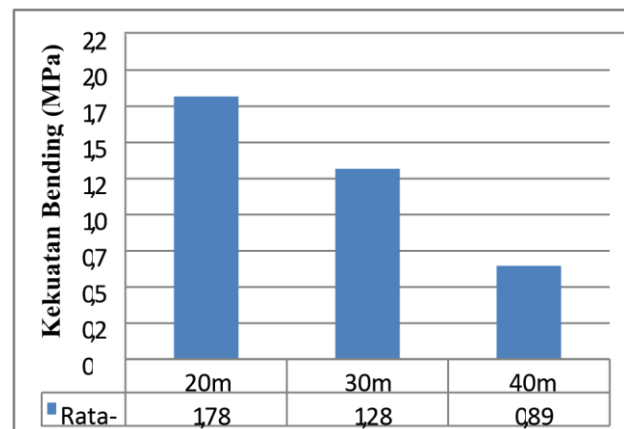


Gambar 6. Diagram Beban Maksimum

Pada Gambar 6 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata beban maksimum dari hasil variasi ketebalan core PE

foam 20, 30 dan 40 mm komposit sandwich dengan serat bambu apus. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 20 mm memiliki nilai rata-rata beban maksimum yaitu 154,45 N. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 30 mm memiliki nilai rata-rata beban maksimum yaitu 252,52 N. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 40 mm memiliki nilai rata-rata beban maksimum yaitu 313,81 N.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa beban maksimum dari variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm komposit sandwich dengan serat bambu apus. Beban maksimum mengalami peningkatan dari variasi ketebalan core 30 mm hingga di variasi ketebalan core 40 mm. Hal ini dipengaruhi oleh ketebalan core PE foam karena semakin tebal core komposit sandwich maka semakin meningkat beban maksimum yang diberikan. Sedangkan beban terendah terdapat pada ketebalan core PE foam 20 mm. Untuk diagram kekuatan bending dengan ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm komposit sandwich dengan serat Bambu apus dapat diperlihatkan pada gambar 7.



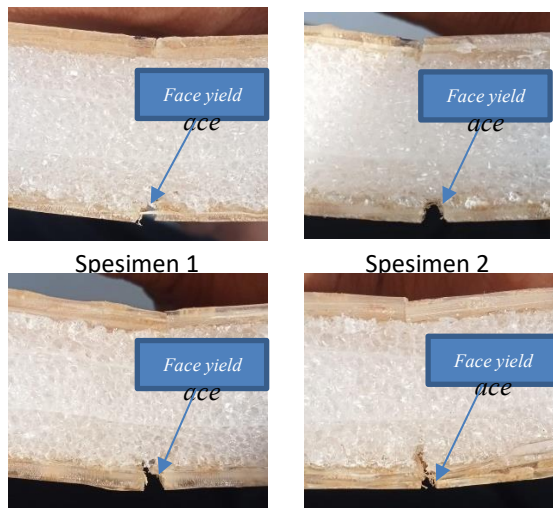
Gambar 7. Diagram Kekuatan Bending

Pada Gambar 7 memperlihatkan bahwa nilai rata-rata kekuatan bending dari hasil variasi ketebalan core PE foam 20 mm, 30 mm dan 40 mm komposit sandwich dengan serat bambu apus. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 20 mm memiliki nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 1,78 MPa. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 30 mm memiliki nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 1,28 MPa. Komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 40 mm memiliki nilai rata-rata kekuatan bending yaitu 0,89 MPa. Kekuatan bending dari 3 variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm mengalami penurunan nilai kekuatan bending karena kekuatan bending komposit sandwich pada prinsipnya dipengaruhi oleh jarak antara kedua skin. Semakin tebal core yang digunakan maka jarak antara kedua skin akan semakin jauh, sehingga kekuatan skin

akan dipengaruhi oleh ketebalan core. Sedangkan core yang tidak tebal akan berbanding terbalik. Skin bagian atas akan rusak terlebih dahulu oleh beban tekan, sedangkan skin bagian bawah akan rusak oleh beban tarik setelah melewati inti komposit sandwich. Faktor lain yang mempengaruhi semakin menurunnya tegangan bending ini dikarenakan luas area pengujian bending komposit sandwich. Semakin tebal inti yang digunakan, area pengujian bending komposit sandwich akan semakin besar.

4.2 Jenis Patahan Spesimen

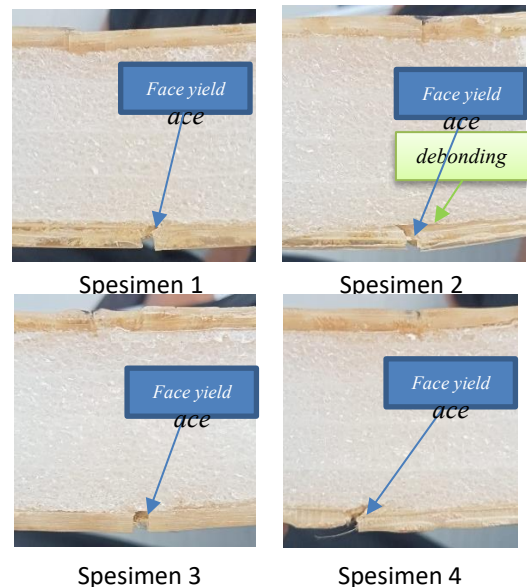
Setelah dilakukan pengujian bending komposit sandwich serat bambu apus dengan variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm menggunakan resin epoxy. maka dapat diketahui bahwa jenis patahan yang terdapat pada spesimen komposit sandwich dengan ketebalan core PE foam 20 mm, 30 mm dan 40 mm dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9 dan Gambar 10



Gambar 8. Patahan Spesimen Ketebalan Core 20 mm

Pada Gambar 8 dapat dilihat jenis patahan spesimen dari komposit sandwich ketebalan core PE foam 20 mm dengan pengujian bending. Spesimen uji nomor 1 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan. Pada Spesimen uji nomor 2 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan. Pada spesimen nomor 3

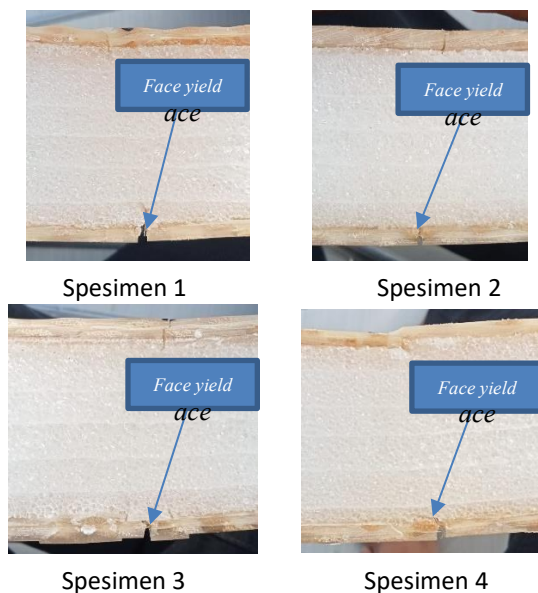
mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan. Pada spesimen uji nomor 4 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan.



Gambar 9. Patahan Spesimen Ketebalan Core 30 mm

Pada Gambar 9 dapat dilihat jenis patahan spesimen dari komposit sandwich ketebalan core PE foam 30 mm dengan pengujian bending. Spesimen uji nomor 1 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan. Pada Spesimen uji nomor 2 mengalami patahan face yield dan debonding pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di dihasilkan dan terjadi lepasnya bagian skin dari core. Pada spesimen nomor 3 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik

yang di hasilkan. Pada spesimen uji nomor 4 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di hasilkan.



Gambar 10. Patahan Spesimen Ketebalan Core 40 mm

Pada Gambar 10 dapat dilihat jenis patahan spesimen dari komposit sandwich ketebalan core PE foam 40 mm dengan pengujian bending. Spesimen uji nomor 1 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di hasilkan. Pada spesimen nomor 2 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di hasilkan. Pada spesimen nomor 3 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di hasilkan. Pada spesimen uji nomor 4 mengalami patahan face yield pada patahan ini bagian yang mangalami patahan adalah kedua belah skin yang di awali dengan patahnya bagian skin atas terlebih dahulu akibat tekanan yang diberikan pada skin kemudian di susul dengan patahnya skin bagian bawah akibat tegangan tarik yang di hasilkan.

5 Kesimpulan

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang sudah dilakukan maka ada beberapa kesimpulan yang didapat ialah sebagai berikut:

1. Pengaruh ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm komposit sandwich dengan serat bambu apus yang telah diuji, dari variasi ketebalan core PE foam tersebut yang memiliki kekuatan bending tertinggi pada ketebalan core PE foam 20 mm dengan nilai rata-rata sebesar 1,78 MPa karena semakin bertambahnya ketebalan core maka kekuatan bending akan Menurun, sedangkan nilai kekuatan bending terendah terdapat pada ketebalan core PE foam 40 mm dengan nilai rata-rata sebesar 0,89 MPa karena semakin bertambah ketebalan core maka kekuatan bending akan menurun. Dapat disimpulkan bahwa dengan bertambahnya core PE foam maka kekuatan bendingnya akan menurun, sedangkan core yang tidak tebal akan berbanding terbalik.
2. Jenis patahan dari komposit sandwich serat bambu apus dengan variasi ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm menggunakan resin epoxy, hanya mengalami dua jenis patahan yaitu patahan debonding dan face yield. Patahan debonding terjadi hanya pada spesimen uji nomor 2 dengan ketebalan core PE foam 30 mm, sedangkan patahan face yield terjadi pada semua jenis spesimen uji dengan ketebalan core PE foam 20, 30 dan 40 mm.

5.2 Saran

Penulis Masih Merasa Banyak Terjadi Kekurangan Pada Penelitian Yang Telah Dilaksanakan. Oleh Sebab Itu Agar Penelitian-Penelitian Berikutnya Mendapatkan Hasil Yang Lebih Baik, Maka Penulis Memberikan Saran-Saran Sebagai Berikut:

1. Pada Proses Pembuatan Spesimen Dengan Metode Hand Lay Up Untuk Mendapatkan Hasil Bagus Sebaiknya Pembuatan Spesimen Dilakukan Dengan Sangat Teliti Dan Memperhatikan Tempat Untuk Meletakkan Cetakan. Permukaan Yang Rata Merupakan Tempat Yang Aman Untuk Meletakkan Cetakan, Jika Tidak Maka Dalam Penuangan Resin Dan Pengepressan Hasilnya Tidak Akan Merata
2. Dalam Pembuatan Komposit Dengan Metode Hand Lay Up Ini Tidak Luput Dengan Adanya Void Dan Crack, Oleh Sebab Itu Disaat Proses Penuangan Matrik Usahakan Semua Serat Benar-Benar Terkenak Resin, Sehingga Dapat Meminimalkan Void Dan Menghindari Crack

3. Dalam Proses Pembuatan Anyaman Plan Untuk Ukuran Serat Harus Di Perhatikan Supaya Sama Semua Dan Serat Yang Akan Di Anyam Di Harus Di Pilih Terlebih Dahulu Sebelum Di Anyam Agar Mendapatkan Kekuatan Bending Yang Terbaik.

Daftar Pustaka

- [1] ASTM C 393, Standard Test Method For Flexural Properties Of Sandwich Constructions, Annual Book of Astm Standards, Volume 15.03(2000).
- [2] Azissyukhran, Mokhammad, dan Syarif Hidayat. "Perbandingan Kekuatan Material Hasil Metode Hand Lay-up dan Metode Vacuum Bag Pada Material Sandwich Composite." *Prosiding Industrial Research Workshop and National Seminar*. Vol. 9. 2018.
- [3] Chandra1, A. (2015). Pengaruh Komposisi Resin Poliester Terhadap Kekuatan Bending Komposit Yang Diperkuat Serat Bambu Apus. *Turbo Vol. 4 No. 2*, 41-46.
- [4] Fahrini, R., dan Gumawan, I. (2014). Pemanfaatan Bambu Betung Sebagai pengganti Tulangan balok Beton Bertulangan Bambu. *Forum Profesional Teknik Sipil*, 2, 58-59.
- [5] Gunawan Refiadi, Y. S. (2018). Sifat Komposit Epoxi Berpenguat Serat Bambu Pada Akibat Penyerapan Air. *Jurnal Sains Materi Indonesia Vol.19, No.3*, 98-104.
- [6] McClure, F. A. (1966). *The Bamboos A fresh Perspective*. Cambridge: Harvard University Press.
- [7] Mokoagaw. (2022). Analisa Metode Pembuatan Terhadap Sifat Mekanik dan Morfologi Patahan Honeycomb Sandwich Komposit Serat karbon UD 12K Layer 2C2. Sripsi. Jakarta: Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- [8] M, N. L., Nurtiasto, S. T., Pramoto, A. R., Nugroho, A., dan Balqis, M. A. (2021). Studi Sifat Mekanik Komposit Sandwich Divinycell Foam Dengan Metode Vacuum Assistet Resin Infusion (Vari) untuk Flot Pesawat Amfibi. *Prosiding Seminar Nasional Riset Teknologi Terapan*, 2.
- [9] Pambudi, A., farid, M., dan Nurdiansah, H. (2017). Analisis Morfologi dan Spektroskopi Infa Serat Merah Serat Bambu Betung (*Dendrocalamus Asper*) Hasil proses Alkalisasi Sebagai Penguat Komposit Absorbansi Suara. *Jurnal Teknik IST*, 6, 441.
- [10] Pratomo, E. H., dan Lubis, M. S. (2021). Silmulasi Material Komposit Berpenguat Serat Bambu Dalam Pembuatan komponen Front Splitter pada Mobil. *Syntax Literate*, VI, 1081.
- [11] Ridlwan, M., dan Pratama, A. H. (2022). Pengaruh Ketebalan Dan Jenis Material 3d Printed Core Terhadap Kekakuan Bending Komposit Sandwich Skin Serat Karbon. *Prosiding Simposium Nasional Rekayasa Aplikasi Perancangan Dan Industri*, 157-164.
- [12] Rival Dinur. (2019). Proses Pembuatan Produk Komposit Sandwich Serat Karbon Menggunakan Metode Vacuum Infusion.
- [13] Salman. S., dan Fadly, A. (2019). Pengaruh penambahan Serat Batang PisangKeip dan Filler Dedak Padi TerhadapDensity, Kekuatan Bending dan Tarik Komposit Core, Sandwich dengan plywood. *Mechanical*, 10(1), 1. <https://doi.org/10.23960/mech.v10.i1.201901>.
- [14] Sanny Ardhy dan Meiki Eru Putra, I. (2019). Pembuatan kapal nelayan fiberglass kota padang dengan metode hand lay up, 2(1).
- [15] Sapriadi, Susilo, H., Mulia, Gunawan, S., dan Saputra, N. (2022). Analisa Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa dan Serat Bambu pada Pembuatan Kampas Rem Komposit dengan Uji Mekanik. *Jurnal Pendidikan dan Teknologi Otomotif*, 2, 52-53.
- [16] Sari dan Ayu. (2021). Top PE Foam/Busa Polyethylene - Sinar Mulia Plasindo Lestari. Diakses 10 januari 2023, from <https://smpl.co.id/id/produk-pefoam>.
- [17] Schwartz. (1994). *Composite Material Handbook*. New York: Mc.Graw Hill.
- [18] Setyanto, R. H. (2012). Review : Teknik Manufaktur Komposit Hijau dan Aplikasinya, 11(1), 9–18.
- [19] Wahyudi, A., dan Syarif, A. (2016). Pengaruh Perlakuan Alkalisasi Dan Variasi Fraksi Volume Komposit Polyester Serat Berman (Donax Canniformis) Terhadap Kekuatan Impak. *Scientific Journal Of Mechanical Engineering Kinematika*, 89-98.
- [20] Widiyono, E., Mahdum, M. Y., Rahman, H., dan Noor, D. Z. (2021). Komposit carbon fiber sandwich sebagai bahan alternatif pengganti aluminium alloy 6063 pada knuckle plate mobil nogenesis 5 evo, 2.
- [21] Wibowo, R. D. (2014). Sifat Fisis dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang yang di Treatment Menggunakan KMnO4. Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [22] Gultom, A., Safrwardy, F., Rizki, M. N., & Masrullita, M. (2024). Effect of Volume Fraction Variation of Hybrid Composite Reinforced Bamboo Fiber and Fiber-Glass Using Polyyster Resin on Tensile Strength and Impack. *Electronic Journal of Education, Social Economics and Technology*, 5(1), 1-9.
- [23] Rizki, M. N., Fikri, A., Faisal, F., & Nanda, R. A. (2023). ANALISIS VON-MISES STRESS, STRAIN, DAN TOTAL DEFORMASI PADA PELAT IMPLAN METATARSOPHALANGEAL (MTP) DENGAN MATERIAL TI-6AL-4V MENGGUNAKAN FINITE ELEMENT METHOD. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 12(2), 178-189.
- [24] Safrwardy, F., Rizki, M. N., Masrullita, M., & Daniel, M. (2023). Analysis of the influence of temperature and hold time in the solid carburization process on the hardness and microstructure of AISI 1020 and 1045 using Oil Cooling. *International Journal for Educational and Vocational Studies*, 5(1), 1-6.