

NASKAH PUBLIKASI

KARAKTERISTIK SERAT KULIT WARU YANG DISUSUN LAMINASI BERMatrik POLYESTER DENGAN ORIENTASI SERAT (30° , 35° , 40°) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA



PUBLIKASI ILMIAH

Disusun Sebagai Syarat Menyelesaikan Program Studi Strata Satu Pada
Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah
Surakarta

Disusun oleh:

DWI SISWANTO
NIM : D200.10.0092

JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA
2016

HALAMAN PERSETUJUAN

**KARAKTERISTIK SERAT KULIT WARU YANG DISUSUN LAMINASI
BERMATRIK POLYESTER DENGAN ORIENTASI SERAT (30° , 35° , 40°)
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

PUBLIKASI ILMIAH

Oleh :

Nama : DWI SISWANTO

NIM : D 200.10.0092

Telah diperiksa dan disetujui untuk di uji oleh :

Dosen Pembimbing



Ir. Bibit Sugito, MT

HALAMAN PENGESAHAN

**KARAKTERISTIK SERAT KULIT WARU YANG DISUSUN LAMINASI
BERMatrik POLYESTER DENGAN ORIENTASI SERAT (30⁰,35⁰,40⁰)
TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

Oleh :

Nama : **DWI SISWANTO**

NIM : **D 200.10.0092**

Telah di pertahankan di depan Dewan Penguji Falkutas Teknik Mesin

Universitas Muhammadiyah Surakarta

Pada hari Kamis 3 Maret 2016

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dewan Penguji :

1. : **Ir. Bibit Sugito, MT**

(Ketua Dewan Penguji)

2. : **Ir. Ngafwan, MT**

(Anggota I Dewan Penguji)

3. : **Ir. Masyrukan, MT**

(Anggota II Dewan Penguji)

Dekan,



Ir. H. Sri Sunarjono, MT, Ph.D

PERNYATAAN

Saya menyatakan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul **“KARAKTERISTIK SERAT KULIT WARU YANG DISUSUN LAMINASI BERMATRIK POLYESTER DENGAN ORIENTASI SERAT (30°,35°,40°) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS”** yang dibuat untuk memenuhi sebagian syarat memperoleh gelar sarjana S1 pada jurusan Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta. Sejauh saya ketahui bukan merupakan tiruan atau duplikasi dari skripsi yang sudah dipublikasikan dan pernah dipakai untuk mendapatkan gelar kesarjanaan dilingkungan Universitas Muhammadiyah Surakarta atau instansi manapun, kecuali sebagian sumber informasinya saya cantumkan sebagaimana mestinya.

Surakarta, 3,Februari ,2016

Yang Menyatakan



DWI SISWANTO

KARAKTERISTIK SERAT KULIT WARU YANG DISUSUN LAMINASI BERMATRIK POLYESTER DENGAN ORIENTASI SERAT ($30^0, 35^0, 40^0$) TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS

Dwiswanto, Bibit Sugito, Ngafwan
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : dwiswanto546@yahoo.com

ABSTRAKSI

Penelitian komposit serat batang kulit waru ini bertujuan untuk mendiskripsikan sifat fisis dan mekanis komposit serat batang kulitwaru akibat variasi sudut dan mendiskripsikan foto makro komposit serat batang kulit waru setelah dilakukan pengujian tarik dan pengujian impk izod akibat variasi sudut.

Proses awal pemotongan kulit batang pohon waru dilanjutkan perendaman batang kulit waru selama 1 bulan.Selanjutnya proses pengelupasan serat dari batangnya diambil 2 lapis dari kulit. Pembilasan menggunakan bantuan air bersih. Penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering selanjutnya proses perendaman $KMnO_4$ 5% per 1 liter aquades selama 2 jam.Penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering dilanjutkan proses oven hingga kadar air 10 PPM. Pembuatan komposit dilakukan dengan metode Hand Lay-up,perbandingan serat 30%,orientasi serat $[-30^0 / 30^0];[-35^0 / 35^0];[-40^0 / 40^0]$. menggunakan resin polyester seri BQTN 157. Adapun proses pengujian yaitu pengujian tarik menggunakan standart ASTM D3039-07 dan pengujian impak menggunakan standart ASTM D256-03 dengan variasi sudut $30^0, 35^0, 40^0$, serta mendiskripsikan kekuatan tarik, harga impak dan foto makro komposit polyester serat batang .

Pengujian tarik Hasil pada komposit yang disusun simetri $[-30^0/30^0],[-35^0/35^0],[-55^0/55^0]$ kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit dengan sudut uji 30^0 , dimana kekuatan tariknya meningkat yaitu sebesar $54.645 N/mm^2$ lebih besar dari pada komposit dengan sudut uji 35^0 ,yaitu sebesar $37,105 N/mm^2$ dan 40^0 ,yaitu sebesar $20,395 N/mm^2$. Sedangkan pada pengujian impak izod komposit yang disusun simetri $[-30^0/30^0],[-35^0/35^0],[-40^0/40^0]$ komposit dengan sudut uji 30^0 ,dimana energi yang diserap dan harga impak meningkat sebesar $2,534 J$ dan $0,00434 J/mm^2$ lebih besar dari komposit dengan sudut uji 35^0 yaitu sebesar $2,346 J$ dan $0,00402 J/mm^2$,pada sudut uji 40^0 yaitu sebesar $2,275 J$ dan $0,00390 J/mm^2$. Pada foto makro pengujian tarik struktur patahan spesimen komposit bergelombang dan tidak beraturan.Pada sudut uji 40^0 terjadi proses pembesaran void dan pull-out fiber sangat mendominasi.Sedangkan pada foto makro pengujian impak izod hasil struktur patahan komposit pada uji 30^0 terlihat bahwa specimen mengalami pull out fiber.

Kata kunci : Serat Batang Kulit Waru, Resin polyester, Komposit Laminasi,Variasi Sudut

HIBISCUS BARK FIBER CHARACTERISTICS COMPILED BERMATRIK POLYESTER LAMINATE ORIENTASI FIBER (30⁰,35⁰,40⁰) TO THE PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES

Dwiswanto, BibitSugito, Ngafwan

Mechanical Engineering University Of Muhammadiyah Surakarta

Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura

Email : dwiswanto546@yahoo.com

ABSTRACTION

Research hibiscus bark fiber composite rod is intended to describe the physical and mechanical properties of skin stem hibiscus fiber composites due to variation of the angle and macro photographs describe fiber composite skin stem hibiscus after testing tensile and izod impact testing due to variations in the angle.

Beginning the process of cutting the bark of the hibiscus tree trunk immersion was continued for 1 month. Next hibiscus bark peeling process and sistem fibers taken 2 layers of skin. Clean water rinse aid. The drying under the sun to dry subsequent immersion process KMnO₄ 5% per 1 liter of distilled water for 2 hours. The drying in the sun until dry and continue the process of oven until the moisture content of 10 PPM. Composite manufacturing is done by hand lay – up method, fiber ratio 30%, fiber orientation [-30⁰ / 30⁰]; [-35⁰ / 35⁰]; [-40⁰ / 40⁰]. Using polyester resin series BQTN 157. As for the process of testing is test ASTM D3039-07 stadart tensile and impact testing using standrd ASTM D256-03 with the variation of the angle 30⁰, 35⁰, 40⁰, and describe the tensile strenght, impact prices and the macro image composite polyester fiber trunk .

Tensile test results on a composite prepared symmetry [-30⁰/30⁰], [-35⁰/35⁰], [-55⁰/55⁰] the maximum tensile strenght contained in the composite with a test corner 30⁰ , where the strenght of its increase in the amount of 54.645 N/mm² is large than the composite with a test corner 35⁰, amounting 37,105 N/mm² and 40⁰, amounting 20,395 N/mm². Whereas the izod impact testing of composites prepared symmetry [-30⁰/30⁰], [-35⁰/35⁰], [-40⁰/40⁰] composites with a test corner 30⁰, which energy is absorbed and impact prices increased by 2,534 J and 0,00434 J/mm² greter than the composite with a test corner 35⁰ is equal 2,346 J and 0,00402 J/mm², the test angle 40⁰ is equal to 2,275 J and 0,00390 J/mm². The macro image tensile test specimens fault structure composite bumpy and irregular. At an angle of 40⁰ trials going on the enlargement process void and pull out the fiber is dominating . Whereas the macro image izod impact testing results of composite fault structure on 30⁰ test specimens seen that the pull – out of fiber .

Keywords : *Hibiscus Bark Fiber Trunk, Polyester Resin, Composite Laminates, Angle Variation.*

PENDAHULUAN

Latar Belakang

Penggunaan material logam pada berbagai komponen produk sekarang ini semakin berkurang. Hal ini diakibatkan oleh beratnya komponen yang terbuat dari logam, proses pembentukannya yang relatif sulit, dapat mengalami korosi dan biaya produksi yang mahal (Suwanto, 2006). Oleh karena itu, banyak dikembangkan material lain yang mempunyai sifat yang sesuai dengan karakteristik material logam, salah satu material yang banyak dikembangkan saat ini adalah komposit.

Unsur utama dari bahan komposit adalah serat, serat inilah yang menentukan karakteristik suatu bahan seperti kekuatan, keuletan, kekakuan dan sifat mekanik yang lain. Serat berfungsi untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada material komposit, sedangkan matrik berfungsi untuk mengikat serat, melindungi, dan meneruskan gaya antar serat. Serat kulit waru diperoleh dari pohon waru (*Hibiscus Tiliacius*) merupakan serat yang mempunyai sifat mekanik yang baik. Sifat mekanik dari serat kulit waru dengan metode perlakuan alkali dengan variasi arah serat sehingga didapatkan pemanfaatan yang tepat terhadap *properties* kekuatannya. Spesimen komposit yang diperkuat serat kulit waru dengan perlakuan alkali NaOH 5% selama 2 jam harga kekuatan tariknya hampir sama arah sudut serat $0^{\circ}/0^{\circ}/45^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,12 \text{ N/mm}^2$ $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,46 \text{ N/mm}^2$ $0^{\circ}/45^{\circ}/0^{\circ}/-45^{\circ}/0^{\circ}/0^{\circ}$ yaitu $86,78 \text{ N/mm}^2$. (Arif Nurudin, 2011)

Sedangkan *matrix* yang digunakan adalah *unsaturated polyester matrix* Yukalac 157® BQTN-EX yang merupakan salah satu resin *thermoset* yang mudah diperoleh dan digunakan oleh masyarakat umum dan industri besar dan kecil. Matrix (resin) ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat dibuat kaku dan fleksibel (Saputra, I, R., 2012).

Dilakukannya penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik mekanis dan fisis komposit serat batang kulit Waru disusun secara simetri $[-30^{\circ} / 30^{\circ}]$; $[-35^{\circ} / 35^{\circ}]$; $[-40^{\circ} / 40^{\circ}]$ yang berupa kekuatan tarik, dampak dan foto makro. Komposit serat batang kulit waru menggunakan matrik *polyester* dan perlakuan KMnO_4 5% serta dibuat dengan metode *hand lay up* yang diberi variasi sudut saat pengujian mekanisnya. Maka penelitian ini diharapkan serat batang kulit waru dapat bermanfaat dalam bidang industri manufaktur saat ini.

Batasan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan perumusan masalah diatas, penelitian ini berkonsentrasi pada:

1. Jenis pohon waru yang dipakai (*Hibiscus Tiliaceus*).
2. Pengambilan serat kulit waru mulai dari 2 lapis dari lapisan kulit terluar.
3. Resin menggunakan *Unsaturated Polyester Matrix* Yukalac 157® BQTN-EX.
4. Pencucian serat menggunakan *Kalium Permanganate* (KMnO_4).
5. Pengaturan serat miring diasumsikan serapatnya sama 30° dan -30° , 35° dan -35° , 40° dan -40° .
6. Pembuatan komposit keseluruhan diasumsikan sama karena menggunakan metode *Hand Lay-up*.
7. Pengujian komposit yang dilakukan adalah pengujian tarik, pengujian dampak dan foto makro hasil patahan.
8. Menggunakan variasi sudut (30° , 35° , 40°), yang disusun simetri 2 lapis yaitu $[-30^{\circ} / 30^{\circ}]$; $[-35^{\circ} / 35^{\circ}]$; $[-40^{\circ} / 40^{\circ}]$.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah :

1. Membandingkan kekuatan tarik komposit yang disusun simetri $[-30^{\circ} / 30^{\circ}]$; $[-35^{\circ} / 35^{\circ}]$; $[-40^{\circ} / 40^{\circ}]$, pada sudut (30° , 35° , 40°).
2. Membandingkan kekuatan dampak komposit yang disusun simetri $[-30^{\circ} / 30^{\circ}]$; $[-35^{\circ} / 35^{\circ}]$; $[-40^{\circ} / 40^{\circ}]$, pada sudut (30° , 35° , 40°).

3. Mendiskripsikan struktur makro hasil patahan komposit serat kulit waru akibat variasi sudut (30° , 35° , 40°).

Tinjauan Pustaka

Guo S.J., Bannerjee J.R., Cheung C.W., 2003. menjelaskan bahwa efek desain *lay-up* sangat berpengaruh terhadap gaya tekan dan penerusan tegangan yang terjadi, desain *lay-up* ini juga berpengaruh pada kekakuan komposit tersebut. Komposit yang disusun asimetri lebih menguntungkan dari pada komposit yang disusun simetri karena lebih kuat terhadap tekanan dan lebih optimal dalam meneruskan tegangan yang terjadi. Selain itu komposit simetri lebih tahan terhadap keretakan karena putaran.

Kuncoro Diharjo. Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa kekuatan dan regangan tarik komposit memiliki harga optimum untuk perlakuan serat 2 jam, yaitu 190.27 Mpa dan 0.44%. Komposit yang diperkuat serat yang dikenai perlakuan 6 jam memiliki kekuatan terendah. Penampang patahan komposit yang diperkuat serat perlakuan 0, 2, dan 4 jam diklasifikasikan sebagai jenis patah *slitting in multiple area*. Sebaliknya, penampang patahan komposit yang diperkuat serat perlakuan 6 jam memiliki jenis patah tunggal. Penampang patahan komposit yang diperkuat serat tanpa perlakuan menunjukkan adanya *fiber pull out*.

Landasan Teori

A. Komposit

Komposit merupakan gabungan dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna. Karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisikan sebagai suatu sistem material yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih unsur utama yang secara makro berbeda didalam bentuk dan komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan (Schwartz, 1984).

B. Resin thermoset jenis polyester

Bahan pengikat atau penyatu serat dalam material komposit disebut matrik. Matrik berfungsi sebagai pelindung, pendukung, transfer beban, dan perekat serat.

Matrik yang dipergunakan adalah matrik jenis thermoset yaitu unsaturated polyester yukalac 157® BQTN-EX. Resin poliester ini dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79°C . Berat jenis resin ini $1,3-1,4 \text{ kg/cm}^3$.

Adapun karakteristik resin polyester BQTN 157 adalah sebagai berikut:

Tabel 1. karakteristik unsaturated polyester

Item	Satuan	Nilai Tipikal	Catatan
Berat Jenis	gr/cm^3	1,4	25°C
kekerasan	-	40	Barcol GYZJ 934-1
Suhu distorsi panas	$^{\circ}\text{C}$	70	
Penyerapan air (suhu ruang)	%	0,188	24 jam
	%	0,446	7 hari
Kekuatan fleksural	Kg/mm^2	9,4	
Modulus fleksural	Kg/mm^2	300	
Kekuatan Tarik	Kg/mm^2	5,8	
Modulus elastisitas	Kg/mm^2	300	
Elognasi	%	2,4	

yukalac 157® BQTN-EX (PT. Justus kimia raya 2001)

C. Bahan tambahan

Bahan tambahan yang digunakan untuk mengeraskan matrik adalah Katalis MEKPO (*Metyl Etyl Keton Peroksida*). katalis digunakan untuk mempercepat pengerasan resin pada suhu yang tinggi. Semakin banyak katalis maka reaksi pengerasan resin akan semakin cepat tetapi terlalu banyak

katalis bisa membuat resin getas dan rapuh. Oleh karena itu pemakaian katalis dibatasi sampai 1% dari volume resin. (PT. Justus Kimia Raya, 2016).

D. Serat batang kulit waru

Serat yang digunakan adalah serat batang kulit waru. Serat batang kulit waru merupakan jenis serat yang berkualitas baik, dan merupakan salah satu bahan potensial alternatif yang dapat digunakan sebagai filler pada pembuatan komposit, adapun komposisi kimia serat alam terdiri dari selulosa, lignin, hemiselulosa dan kadar air.

Beberapa jenis kekuatan serat alam dapat dilihat dalam tabel Berikut:

Tabel 2. Tensile properties of Various Fiber

Serat	Massa jenis (gr/cm ³)	ε (%)	σ (Mpa)	Modulus Young (Gpa)
Kelapa	0,435	29	200	0,9
Bambu	0,215	3	575	27
Nanas	0,324	4,3	458	15,2
Pisang	0,243	5,9	95	1,4

(<http://en.wikipedia.org/wiki/stell#material#properties> 2012).

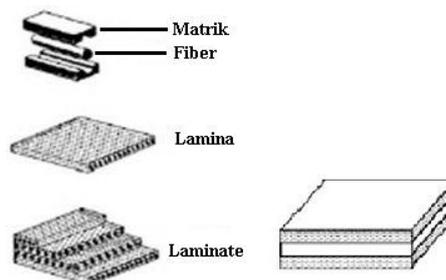
E. Perlakuan Alkali

Alkalisasi adalah salah satu cara modifikasi seratalam untuk meningkatkan kompatibilitas antara matriks dengan serat. Dengan berkurangnya hemiselulosa, *lignin* atau *pectin* serat, akan meningkatkan kekasaran permukaan yang menghasilkan *mechanical interlocking* yang lebih baik antara serat dengan matrik, dan juga dengan proses perendaman akan membuat pori-pori disekitar permukaan serat.

F. Komposit Berlapis (*Laminates Composite Material*)

Lamina adalah satu lapis plat dari *unirectional* fiber atau *woven fabrics* dalam matrik dengan tebal umumnya 0,125 inch. sedangkan komposit lapis (*laminates composites*) adalah komposit yang terdiri dari dua lapis atau lebih yang digabung menjadi satu yang disusun dengan berbagai orientasi yang berbedaterdiri dari sekurang-kurangnya dua material berbeda yang direkatkan bersama-sama.

- Laminasi simetri adalah laminasi yang memiliki karakteristik setiap lapis memiliki cerminan pada jarak yang sama dari *midplate* terhadap *midplate* dan tidak ada *coupling* antar gaya-gaya normal dan momen tekuk dengan deformasi normal/geser.
- Laminasi asimetri adalah laminasi yang memiliki layer-layer yang disusun dengan orientasi masing-masing (+) dan (-) cenderung bebas dari arah prinsipalnya. Sehingga memiliki kekuatan penerus dari serat.
- Laminasi antisimetri adalah laminasi yang memiliki susunan orientasi berkebalikan terhadap *midplate*nya.

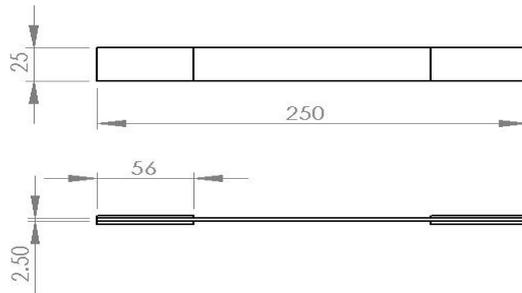


Gambar 1. Komposit laminate

G. Pengujian Tarik

Pengujian tarik bertujuan untuk mengetahui tegangan, regangan, modulus elastisitas bahan dengan cara memberikan beban tarik secara perlahan sampai material komposit mengalami putus. Adapun keuletan material, daerah elastisitas dan plastis serta titik putus akan terlihat dari grafik dari hasil pengujian tarik.

Dalam pengujian kekuatan tarik inii menggunakan standart ASTM D 3039-07 seperti pada gambar dibawah :



Gambar 2. Geometri Spesimen uji tarik (ASTM D 3039-07)

Besarnya nilai modulus elastisitas komposit yang juga merupakan perbandingan antara tegangan dan regangan pada daerah proporsional. Berlaku hukum hooke, dapat dihitung dengan persamaan: (kurniawan, K., 2012)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \dots \dots \dots (1)$$

Dimana:

E = Modulus elastisitas (N/mm²)

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

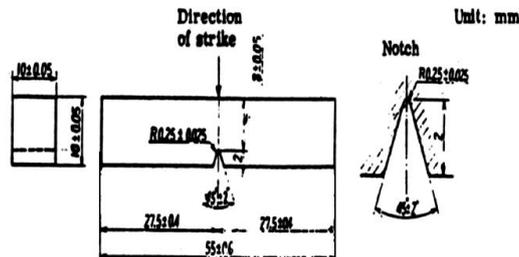
ϵ = Tegangan-regangan (%)

Modulus elastisitas menunjukkan kekuatan (stiffness) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Semakin besar modulus elastisitas, maka bahan semakin kaku.

H. Pengujian Impak

Pengujian impact bertujuan untuk mengukur energi yang dapat diserap suatu material sampai material itu patah. Pengujian *impact* merupakan respon beban kejut atau beban tiba – tiba.

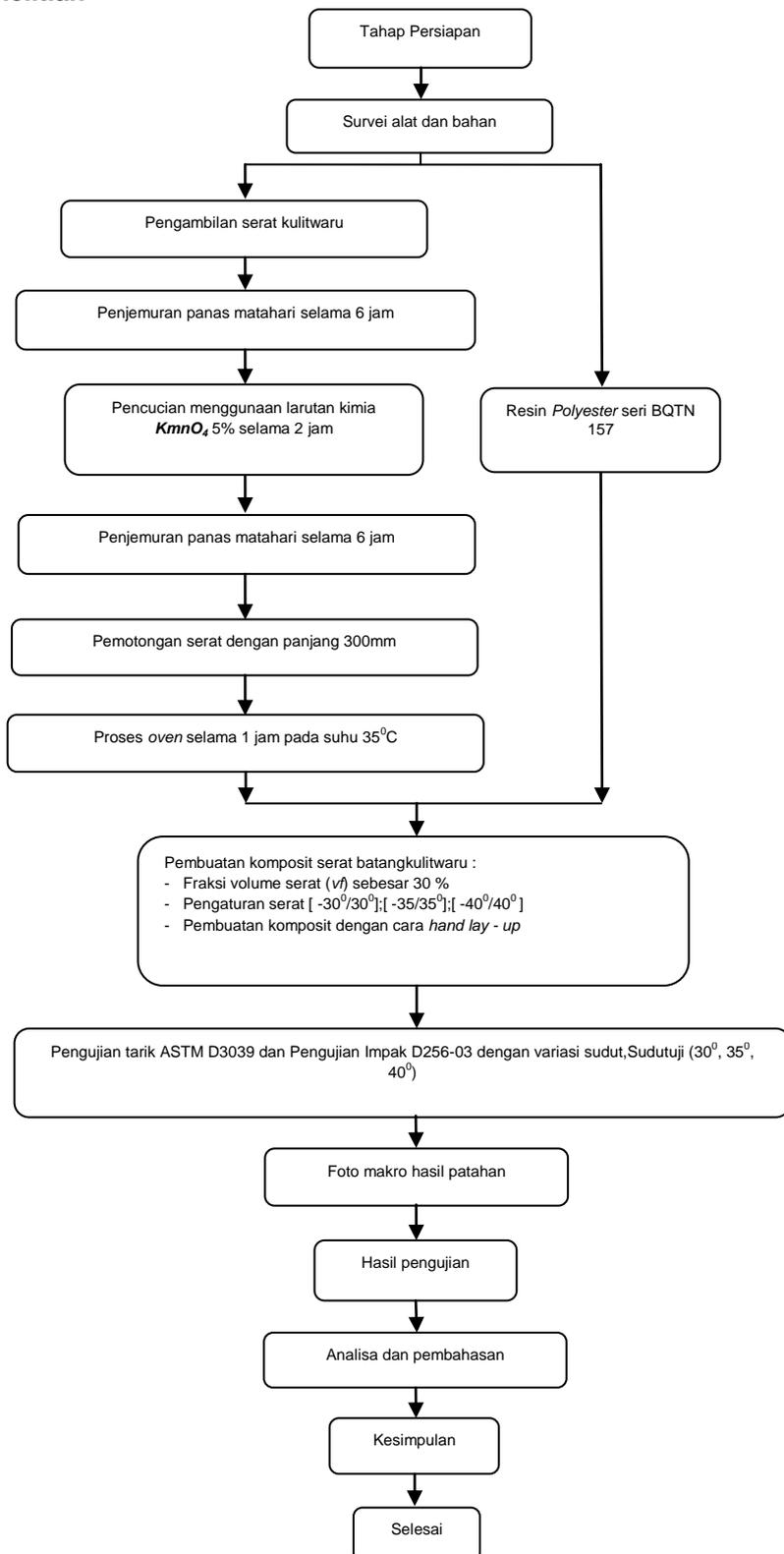
Dalam pengujian *impact* terdiri dari dua teknik pengujian standar yaitu *cherty* dan *izod*, Dalam pengujian impact menggunakan ASTM D256-03 seperti pada gambar di bawah ini :



Gambar 3.Geometri Spesimen uji impact izod

METODOLOGI PENELITIAN

Diagram Alir Penelitian



Gambar 4. Diagram Alir Peneliti

Tahap penelitian

1. Studi Pustaka

Pada bagian ini penulis mencari bahan teori dan hasil penelitian terdahulu yang berkaitan dengan komposit *polyester* berpenguat serat batang kulit waru, standart pengujian, jenis alat uji apa saja yang dibutuhkan dan sebagainya malalui buku, artikel (jurnal) dan juga situs – situs internet.

2. Studi Lapangan

Pada studi lapangan penulis mencari resin *polyester*, katalis MEKPO, zat kimia $KmnO_4$, batang pohon waru, peralatan uji dan alat bantu yang dibutuhkan selama penelitian berlangsung.

ALAT DAN BAHAN

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain :

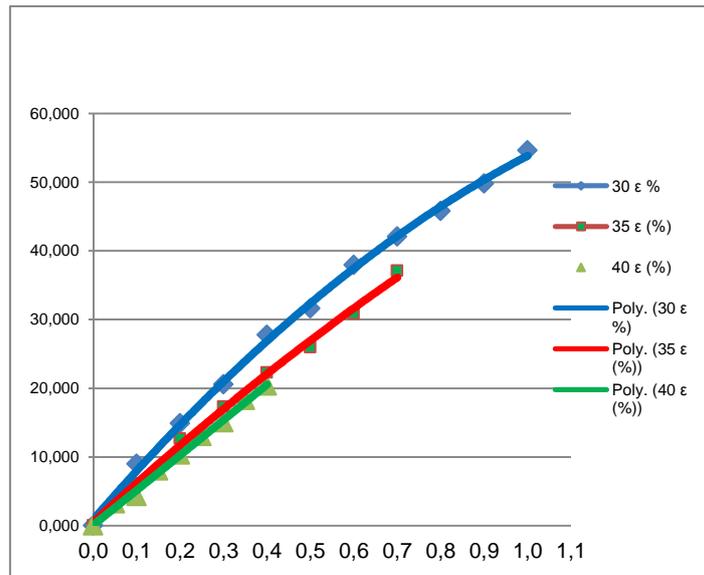
1. Alat uji *Universal Testing Machine* (Pengujian Tarik dan Pengujian Impak)
2. Alat uji Dinolite (Struktur Makro)
3. Peralatan pembuatan komposit :
 - Timbangan digital
 - Gelas ukur
 - Suntikan 1mm
 - Kaca
 - Blender clips
 - Kertas HVS
 - Kertas karton
 - TDS meter (hold) water quality tester
 - Plastik ukuran ½ kg
 - Sekrap
 - Isolasi double tip
4. Peralatan penunjang :
 - Press roller
 - Pisau
 - Gunting
 - Penggaris
 - Plat alumunium
 - Jangka sorong

DATA DAN HASIL PENELITIAN

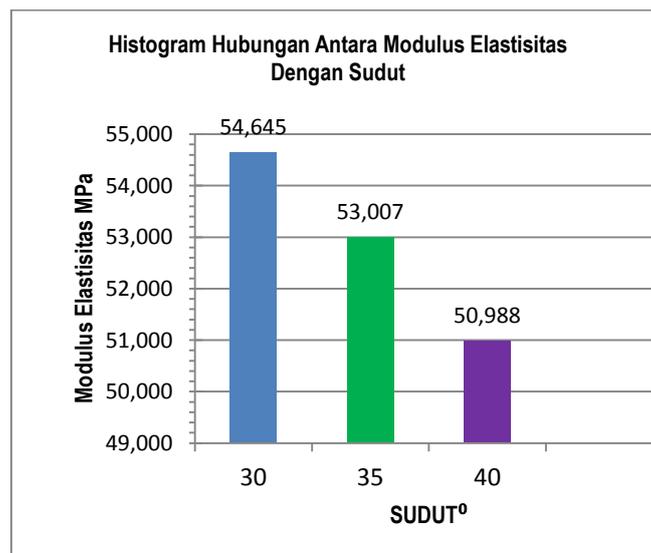
Data Hasil Pengujian Tarik :

Tabel 3. Analisa Data Tarik

Variasi Sudut (^o)	σ (N/mm ²)	ϵ (%)
30	54,645	1,0
35	37,105	0,7
40	20,395	0,4



Gambar 5. Hubungan Antara Tegangan Tarik Rata-rata Dengan Regangan



Gambar 6. Histogram Hubungan Antara Modulus Elastisitas Dengan Sudut

Pembahasan Pengujian Tarik

Grafik hubungan antara tegangan tarik rata-rata dengan sudut serat Pada penelitian dengan susunan sudut serat simetri $[-30^{\circ}/30^{\circ}]$, $[-35^{\circ}/35^{\circ}]$, $[-40^{\circ}/40^{\circ}]$ kekuatan tarik tertinggi didapat pada sudut uji 30° sebesar 54.645 N/mm^2 , peristiwa ini disebabkan karena pada sudut uji 30° mendapatkan perlakuan serat. Hal ini mengakibatkan ikatan antara resin dengan serat fiber semakin kuat. Dalam kasus ini sudut uji 30° proses pengikat resin dengan serat fiber lebih baik dibandingkan dengan sudut uji 35° , dan 40° .

Selain itu menurunnya kekuatan tarik terjadi karena adanya pembesaran rongga udara (void). Jika sudut uji semakin besar maka rongga udara (void) akan mengembang yang mengakibatkan turunnya nilai kekuatan tariknya.

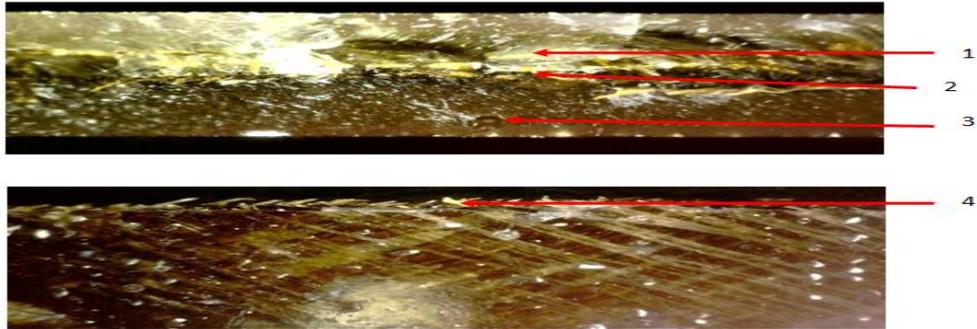
Grafik hubungan antara Regangan dengan sudut pada penelitian ini menyatakan semakin kecil sudut uji maka semakin besar regangan yang terjadi pada spesimen uji, hal ini dikarenakan dari

sifat polyester dan serat semakin kuat . Besar regangan yang didapat mengalami kenaikan dari 0,4% menjadi 1.0%..

Modulus elastisitas menunjukkan tingkat kekakuan (stiffness) atau ketahanan terhadap deformasi elastis, semakin besar modulus elastisitasnya maka tingkat kekakuannya semakin tinggi. Nilai modulus elastisitas spesimen pada sudut uji 30⁰ sampai sudut uji 40⁰ mengalami penurunan yaitu dari 54,645 *N/mm²* menjadi 50,988*N/mm²*. Maka dapat disimpulkan semakin kecil sudut uji yang diberikan maka tingkat kekakuannya semakin besar

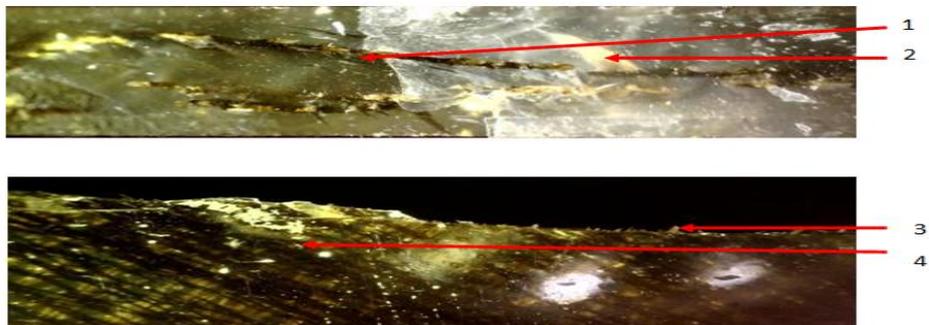
Pengamatan Foto Makro

Pada pengamatan foto makro, pengamatan dilakukan pada bentuk patahan dari spesimen uji. foto patahan diambil dari spesimen uji tarik, dan dibuat dengan perbesaran 50 kali. Berikut ini adalah data gambar foto patahan makro :



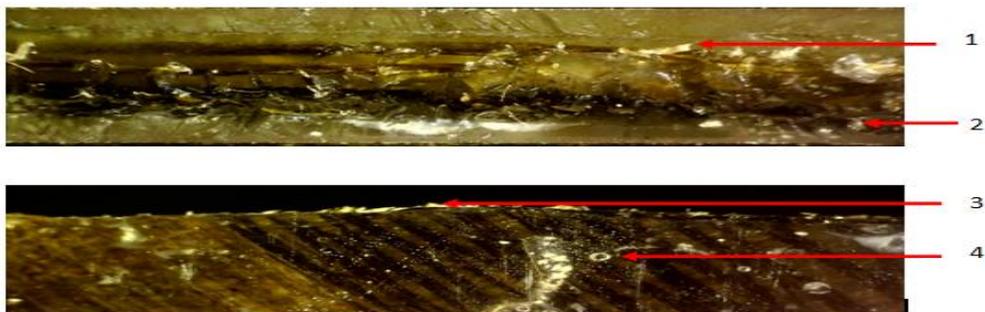
Gambar 7. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji tarik pada sudut uji 30⁰ dengan perbesaran 50x

Keterangan :1. Broken fiber 3. void
2. pull out fiber 4. pull out fiber



Gambar 8. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji tarik pada sudut uji 35⁰ dengan perbesaran 50x

Keterangan :1. Pull out fiber 3. Pull out fiber
2. Brokenfiber 4. Void



Gambar 9. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji tarik pada sudut uji 40⁰ dengan perbesaran 50x

Keterangan :1. Pull out fiber 3. Pull out fiber
2. void 4. Void

Pembahasan Foto Makro

Pada gambar 7. foto patahan foto makro serat batang kulit waru pada sudut 30° terlihat bahwa jenis patahan yang terjadi adalah jenis patahan pull out fiber. Dari patahan tersebut dapat dilihat bahwa kekuatan matrik lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan serat, dari peristiwa tersebut matrik mengalami rusak atau patah lebih awal dibandingkan dengan serat atau kegagalan serat lebih kecil dari pada kegagalan matrik (*Fibre Failure Mode*). Maka dapat disimpulkan bahwa komposit bersifat ulet.

Pada gambar 8. foto patahan foto makro serat batang kulit waru pada sudut uji 35° terlihat bahwa jenis patahan yang terjadi adalah jenis patahan broken fiber. Dari patahan tersebut dapat dilihat bahwa kekuatan serat lebih kecil dibandingkan dengan kekuatan matrik, dari peristiwa tersebut serat mengalami rusak lebih awal dibandingkan dengan matrik atau kegagalan serat lebih besar dari pada kegagalan matrik (*Matrik Failure Mode*). Maka dapat disimpulkan bahwa komposit bersifat getas.

Pada gambar 9. foto patahan foto makro serat batang kulit waru sudut uji 40° terlihat void (rongga udara) pada spesimen uji relatif besar, hal ini disebabkan semakin tinggi pengujian rongga udara semakin mengembang menjadi ukuran besar sehingga mempengaruhi kekuatan tarik pada komposit itu sendiri. Sedangkan struktur patahan spesimen uji terlihat semakin tidak beraturan, patahan terlihat bergelombang hal ini disebabkan sifat resin polyester semakin menurun, pada jenis patahan pull out fibernya semakin panjang hal ini disebabkan ikatan matrik dan fiber semakin tidak sempurna karena spesimen mengalami fase dari padat menuju cair dimana ikatan resin dan serat menjadi melemah.

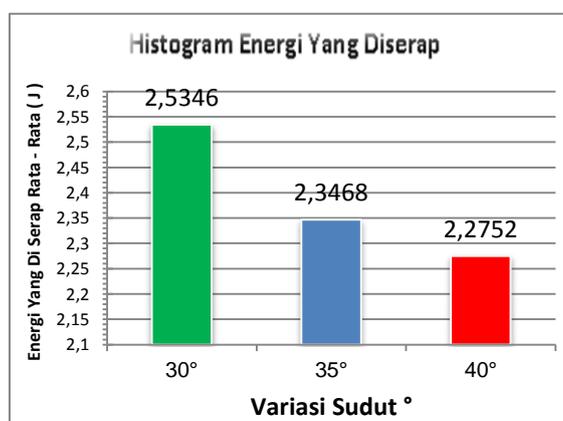
Data Hasil Pengujian Impak:

Tabel 4. Hasil pengujian energi yang di serap (30°, 35° dan 40°)

Variasi Sudut 30°	m (Kg)	g (m/s ²)	R (m)	α°	β°	Energi yang di Serap (J)	Energi Yang Di Serap Rata - Rata (J)
1	2,083	10	0,357	158	127,5	2,367	2,5346
2	2,083	10	0,357	158	125	2,629	
3	2,083	10	0,357	158	125	2,629	
4	2,083	10	0,357	158	127	2,419	
5	2,083	10	0,357	158	125	2,629	

Variasi Sudut 35°	m (Kg)	g (m/s ²)	R (m)	α°	β°	Energi yang di Serap (J)	Energi Yang Di Serap Rata - Rata (J)
1	2,083	10	0,357	158	128	2,316	2,3468
2	2,083	10	0,357	158	128	2,316	
3	2,083	10	0,357	158	127,5	2,367	
4	2,083	10	0,357	158	128	2,316	
5	2,083	10	0,357	158	127	2,419	

Variasi Sudut 40°	m (Kg)	g (m/s ²)	R (m)	α°	β°	Energi yang di Serap (J)	Energi Yang Di Serap Rata – Rata (J)
1	2,083	10	0,357	158	128	2,316	2,2752
2	2,083	10	0,357	158	128,5	2,265	
3	2,083	10	0,357	158	128,5	2,265	
4	2,083	10	0,357	158	128,5	2,265	
5	2,083	10	0,357	158	128,5	2,265	



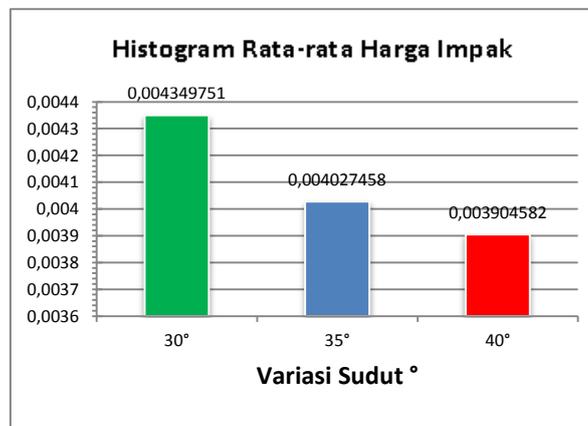
Gambar 10. Histogram rata-rata energi yang diserap

Tabel 5. Hasil pengujian harga impact (30⁰, 35⁰ dan 40⁰)

Variasi Sudut 30°	Energi Yang Di Serap (J)	Ao (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)	Harga Impact Rata – Rata (J/mm ²)
1	2,367	582,7	0,0040	0,0043
2	2,629	582,7	0,0045	
3	2,629	582,7	0,0045	
4	2,419	582,7	0,0041	
5	2,629	582,7	0,0045	

Variasi Sudut 35°	Energi Yang Di Serap (J)	Ao (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)	Harga Impact Rata - Rata (J/mm ²)
1	2,316	582,7	0,0039	0,0040
2	2,316	582,7	0,0039	
3	2,367	582,7	0,0040	
4	2,316	582,7	0,0039	
5	2,419	582,7	0,0041	

Variasi Sudut 40°	Energi Yang Di Serap (J)	Ao (mm ²)	Harga Impact (J/mm ²)	Harga Impact Rata - Rata (J/mm ²)
1	2,316	582,7	0,0039	0,0039
2	2,265	582,7	0,0038	
3	2,265	582,7	0,0038	
4	2,265	582,7	0,0038	
5	2,265	582,7	0,0038	



Gambar 11. Histogram rata-rata Harga Impact

Pembahasan Pengujian Impact

.Dari hasil pengujian impact izod pada saat gaya dilepaskan pada luas penampang maka akan menghasilkan titik konsentrasi tegangan,pada sudut yang disusun simetri [-30°/30°],[-35°/35°],[-40°/40°], yang mendapat titik konsentrasi tegangan terendah pada sudut (30°),yang berarti nilai rata-rata energi yang diserap mempunyai nilai tertinggi yaitu 2,5436 J dan harga impact rata-rata tertinggi yaitu 0,00434 j/mm², peristiwa ini di sebabkan karena pada sudut uji (30°) mendapatkan perlakuan serat yang banyak dan panjang. Hal ini mengakibatkan ikatan antara resin dan serat semakin kuat. Dalam kasus ini sudut uji 30° proses pengikat resin dengan serat fiber lebih baik dibandingkan sudut uji 35°,40°.

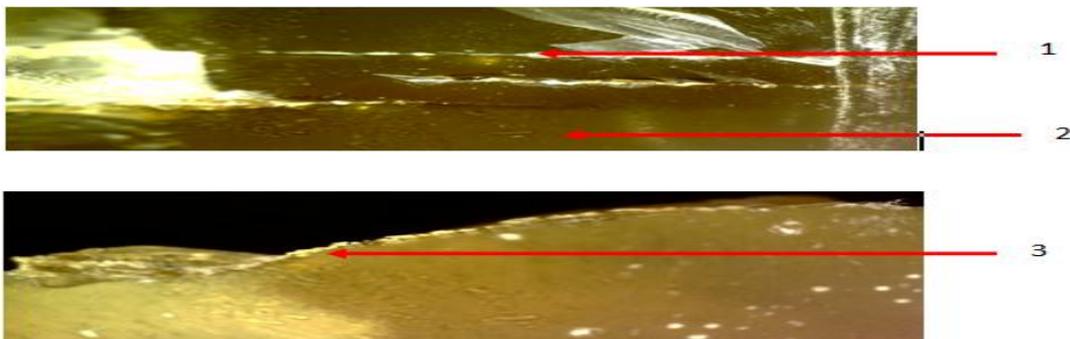
Pengamatan Foto Makro

Pada pengamatan foto makro, pengamatan dilakukan pada bentuk patahan dari spesimen uji. Foto patahan spesimen uji Impak diambil menggunakan alat *Dinolite* seri AM7013MZT dengan pembesaran 50 kali. Berikut ini adalah data gambar foto patahan makro :



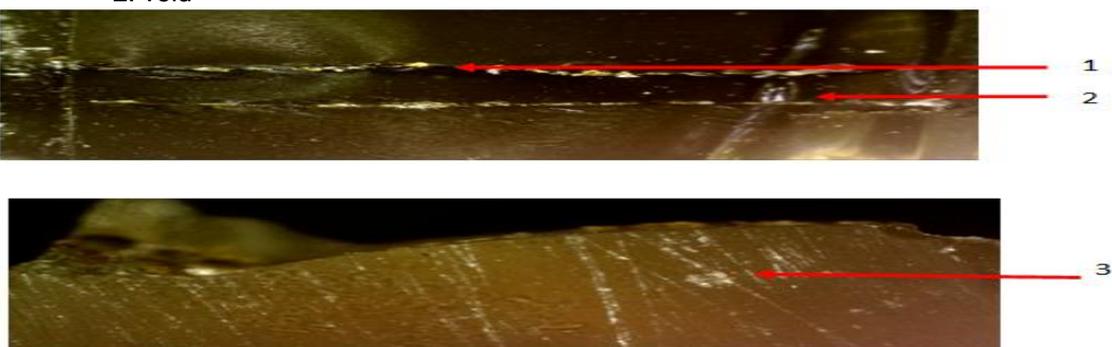
Gambar 12. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji impak izod pada sudut uji 30° dengan perbesaran 50x

Keterangan : 1. Pull out fiber 3. void
2. Broken fiber 4. Pull out fiber



Gambar 13. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji impak izod pada sudut uji 35° dengan perbesaran 50x

Keterangan : 1. Broken fiber 3. Pull out fiber
2. void



Gambar 14. Pengamatan hasil foto patahan spesimen uji impak izod pada sudut uji 40° dengan perbesaran 50x

Keterangan : 1. Pull out fiber 3. Void
2. void

Pembahasan Foto Makro

Pada gambar 12. Foto makro hasil patahan komposit serat batang kulit waru yang di uji impact izod pada sudut uji 30° terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *pull-out fiber*. Dapat dilihat bahwa kekuatan serat lebih besar dari pada kekuatan matrik, Hal ini disebabkan karena matrik mengalami patah atau rusak lebih awal dibandingkan dengan serat.

Pada gambar 13. Foto makro hasil patahan komposit serat batang kulit waru yang di uji impact izod pada sudut uji 35° terlihat bahwa patahan yang terjadi adalah patahan *broken fiber*. Dapat dilihat bahwa kekuatan matrik lebih besar dari pada kekuatan serat, Hal ini disebabkan karena serat mengalami patah atau rusak lebih awal dibandingkan dengan matrik, Maka disebut patahan getas.

Pada gambar 14. Foto makro hasil patahan komposit serat batang kulit waru yang di uji impact izod pada sudut uji 40° terlihat void (rongga udara) pada spesimen uji relatif besar, hal ini disebabkan semakin tinggi pengujian rongga udara mengembang menjadi ukuran besar sehingga mempengaruhi kekuatan impact pada komposit itu sendiri. Sedangkan struktur patahan tidak beraturan patahan bergelombang disebabkan sifat resin menurun, ikatan matrik dan fiber tidak sempurna, karena ikatan resin dan serat melemah, Disebut patahan getas.

Kesimpulan

Dari data hasil analisa pada penelitian maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengujian Tarik

- Pada pengujian tarik komposit yang disusun simetri $[-30^{\circ}/30^{\circ}]$, $[-35^{\circ}/35^{\circ}]$, $[-40^{\circ}/40^{\circ}]$ kekuatan tarik maksimum terdapat pada komposit dengan sudut uji 30° , dimana kekuatan tariknya meningkat yaitu sebesar $54,645 \text{ N/mm}^2$ lebih besar dari pada komposit dengan sudut uji 35° , yaitu sebesar $37,105 \text{ N/mm}^2$ dan 40° , yaitu sebesar $20,395 \text{ N/mm}^2$

2. Pengujian impact izod

- Pada pengujian impact izod komposit yang disusun simetri $[-30^{\circ}/30^{\circ}]$, $[-35^{\circ}/35^{\circ}]$, $[-40^{\circ}/40^{\circ}]$ komposit dengan sudut uji 30° , dimana energi yang diserap dan harga impact meningkat yaitu sebesar $2,534 \text{ J}$ dan $0,00434 \text{ J/mm}^2$ lebih besar dari pada komposit dengan sudut uji 35° yaitu sebesar $2,346 \text{ J}$ dan $0,00402 \text{ J/mm}^2$, pada sudut uji 40° yaitu sebesar $2,275 \text{ J}$ dan $0,00390 \text{ J/mm}^2$.

3. Foto makro

- Pada foto makro pengujian tarik struktur patahan spesimen komposit bergelombang dan tidak beraturan. Pada sudut uji 40° terjadi proses pembesaran void dan pull-out fiber sangat mendominasi.
- Pada foto makro pengujian impact izod hasil struktur patahan komposit pada uji 30° terlihat bahwa spesimen mengalami pull out fiber.

Saran

Dari hasil pembuatan komposit ada beberapa hal yang perlu diperhatikan, antara lain :

1. Meminimalkan rongga udara (void) pada komposit yang akan dibuat sehingga dapat meningkatkan kekuatan dari komposit itu sendiri.
2. Pada proses penuangan resin kedalam serat harus merata agar serat benar-benar terbungkus oleh resin, sehingga dapat meminimalkan terjadinya void.
3. Dalam melakukan proses pengujian hendaknya dilakukan sendiri agar kita mengetahui proses pengujian dan beberapa kendala yang terjadi saat pengujian berlangsung.
4. Untuk pembuatan spesimen uji masih dilakukan secara manual dengan metode *hand lay up* yang sangat tergantung pada kemampuan peneliti dan peralatan yang sederhana. Oleh karena itu disarankan untuk pembuatan spesimen uji sebaiknya dilakukan oleh orang yang sudah ahli di bidang komposit dan dengan peralatan yang lebih modern sehingga dapat diperoleh spesimen uji yang benar-benar baik, homogen dan ukuran spesimen yang presisi.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. D 3039, 2012, *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials*, American Society for Testing and Materials.
- ASTM. D 256-03, 2003, *Standard Test Method for Determining Izod Impact Strength of plastics*
- Diharjo Kuncoro. *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester.*
- Guo, S.J., Bannerjee, J.R., Cheung, C.W. (2003). *The effect of laminate lay-up on the flutter speed of composite wings.*
- Kurniawan, K., 2012, *Uji Karakteristik Sifat Fisis Dan Mekanis Serat Agave Cantala Roxb (Nanas) Anyaman 2D Pada Vraksi Berat (40%, 50%, 60%), Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta*
- Lokantara, I, P., 2010, *Pengaruh Panjang Serat Pada Temperatur Uji Yang Berbeda Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Polyester Serat Tapis Kelapa, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Universitas Udayana, Bali.*
- Mattioni F., Weaver P.M., Friswell M.I. (2008). *Multistable Composite Plates With Piecewise Variation of Lay-up In The Planform.*
- M. M. Schwartz., 1984, *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- Noni Nopriantina (2013). *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Polyester – Serat Alam.*
- Nurudin Arif, (2011). *Potensi Pengembangan Komposit Berpenguat Serat Kulit Waru (Hibiscus Tiliaceus) Kontinyu Laminat Sebagai Material Penganti Fiber glass Pada Pembuatan Lambung Kapal.*