

NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

ANALISA PENGUJIAN TARIK PIPA KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG BERMATRIK *POL YESTER* BQTN 157 DENGAN SUDUT SERAT 65⁰/-65⁰ PADA VARIASI TEMPERATUR RUANG UJI



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

Disusun oleh :

REZA RIYANTOKO WIBISONO

NIM : D200.10.0081

**JURUSAN TEKNIK MESIN FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SURAKARTA**

2015

HALAMAN PENGESAHAN
NASKAH PUBLIKASI TUGAS AKHIR

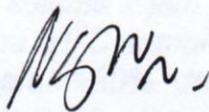
Naskah publikasi berjudul **“ANALISA PENGUJIAN TARIK PIPA KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG BERMATRIK POLYESTER BQTN 157 DENGAN SUDUT SERAT 65⁰/-65⁰ PADA VARIASI TEMPERATUR RUANG UJI”** telah disetujui dan disahkan oleh Pembimbing Tugas Akhir sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta

Dipersiapkan Oleh :
Nama : **REZA RIYANTOKO WIBISONO**
NIM : **D 200.10.0081**

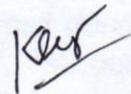
Disetujui Pada :
Hari : Senin
Tanggal : 14 September 2015

Pembimbing Utama,

Pembimbing Pendamping,



Ir. Ngafwan., MT



Ir. Masyrukan., MT

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin



Tri Widodo Besar R., ST., M.Sc., Ph.D.

ANALISA PENGUJIAN TARIK PIPA KOMPOSIT SERAT BATANG PISANG BERMATRIK POLYESTER BQTN 157 DENGAN SUDUT SERAT 65⁰/-65⁰ PADA VARIASI TEMPERATUR RUANG UJI

Reza Riyantoko Wibisono, Ngafwan, Masyrukan
Teknik Mesin Universitas MUhammadiyah Surakarta
Jl. A. Yani Tromol Pos 1 Pabelan, Kartasura
Email : Rezariyantoko@gmail.com

ABSTRAKSI

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kekuatan tarik pipa komposit polyester serat batang pisang yang disusun dengan sudut 65⁰/-65⁰ akibat perubahan temperatur dan mengetahui foto makro setelah pengujian tarik akibat perubahan temperatur.

Proses awal pengelupasan dan pemotongan kulit batang pohon pisang 4 lapis dari kulit luar, dilanjutkan proses pengepresan agar bagian dalam kulit batang pisang mudah dihilangkan sampai tersisa serat bagian luar. Proses perendaman didalam air selama 1 bulan bertujuan memisahkan antar serat agar lebih mudah diuraikan. Penjemuran awal dilakukan pada temperatur ruang selama 1 hari dengan panjang 100cm. Selanjutnya perlakuan alkali dengan dicuci menggunakan kalium permanganat 2% selama 2 jam dilanjutkan pengeringan pada temperatur ruang dan dioven pada suhu 31⁰C sampai kering. Pembuatan komposit dengan metode cetak perbandingan serat ±30% dengan sudut serat 65⁰/-65⁰. Pengujian tarik dengan standart ASTM D 2105 dengan variasi temperatur ruang, temperatur ruang uji 35, 45, 55⁰C untuk mengetahui kekuatan tarik dan foto makro pipa komposit polyester serat batang pisang.

Dari pengujian tarik dapat disimpulkan bahwa terjadi fenomena pada temperatur uji 35⁰C kekuatan tarik tertinggi selanjutnya terjadi penurunan dari 0,595, 0,305, 0,242 N/mm². Foto makro patahan uji tarik terlihat tidak merata dan terjadi pull-out fiber pada temperatur uji diatas 35⁰C.

Kata kunci : Serat Batang Pisang, Matrik Polyester, Pipa Komposit.

PENDAHULUAN

Latar belakang

Perkembangan teknologi bahan dewasa ini semakin pesat. Hal ini didorong oleh kebutuhan akan bahan yang dapat memenuhi karakteristik tertentu yang dikehendaki. Salah satu hasilnya adalah bahan komposit. Kemampuan untuk mudah dibentuk sesuai dengan kebutuhan, baik dalam segi kekuatan, maupun bentuknya dan keunggulannya dalam ratio kekuatan terhadap berat, mendorong penggunaan komposit sebagai bahan pengganti material logam konvensional pada berbagai produk.

Penelitian yang mengarah terhadap pengembangan komposit telah banyak dilakukan. Terutama komposit serat alam. Penelitian ini dilakukan seiring dengan majunya eksploitasi penggunaan bahan alam dalam kehidupan sehari-hari. Keuntungan mendasar yang dimiliki oleh serat alam adalah jumlah berlimpah, dapat diperbaharui dan tidak mencemari lingkungan atau membahayakan kesehatan. Untuk memperoleh sifat mekanik yang tinggi maka serat alam telah diberi berbagai macam perlakuan yang dapat meningkatkan sifat mekanik maupun sifat fisis.

Penelitian terdahulu terkait dengan penelitian ini, seperti yang dilakukan oleh Ferry Yunanto, 2014 dimana dalam penelitian tersebut mendeskripsikan kekuatan tarik komposit serat batang pisang akibat perubahan temperature yang dicuci dengan cairan kimia *KOH* 5% selama 1 jam dan menggunakan resin *vinylester repxoy R-802 (phenolic)*. Hasil penelitian diperoleh kekuatan tarik rata-rata tertinggi komposit raw material sebesar 26.800 N/mm^2 , kekuatan komposit pada temperatur uji 35°C sebesar 37.098 N/mm^2 kekuatan komposit pada temperatur uji 45°C

sebesar 24.294 N/mm^2 dan pada temperatur 55°C sebesar 17.748 N/mm^2

Rendi Dwi, 2014 mendeskripsikan kekuatan tarik komposit serat batang pisang yang dicuci dengan 2% kalium permanganat per 1 liter *aquades* selama 2 jam bermatrik *Yukalac 157 BQTN*. Hasil yang diperoleh dalam pengujian tarik pada temperatur uji semakin tinggi kekuatan tarik akan turun, dari $40,379$ menjadi $19,746 \text{ N/mm}^2$.

Berdasarkan uraian yang telah dikemukakan pada latar belakang diatas yang menjadi obyek dalam penelitian ini adalah bagaimana serat batang pisang bisa dimanfaatkan dalam bentuk aplikasi komposit pipa dan bagaimana pengaruh susunan serat bersudut pada sifat mekanik yaitu terhadap beban tarik serta menganalisa hasil foto makro pipa komposit serat batang pisang pada variasi temperatur.

Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Mengetahui kekuatan tarik pipa komposit serat batang pisang yang bersudut $65^\circ/65^\circ$ dengan variasi temperatur ruang uji sesuai dengan standart pengujian ASTM D 2105.
2. Mengamati foto makro hasil pengujian tarik spesimen pipa komposit serat batang pisang dengan variasi temperatur ruang uji

Batasan Masalah

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

1. Jenis pohon pisang yang digunakan yaitu pisang kepok (*Musa acuminata balbisiana Colla*).
2. Pengambilan kulit batang pisang 4 lapis dari kulit luar.

3. Pengambilan serat batang pisang dengan cara perendaman dengan menggunakan air dalam waktu perendaman 1 bulan, penjemuran pada temperatur ruang dan panjang serat perendaman sebesar 100 cm.
4. Perlakuan pencucian *kalium permanganate* ($KMnO_4$) kadar 2% per 1 liter *aquades*, dengan waktu perendaman 2 jam.
5. Proses pembuatan pipa komposit dengan cara digulung pada sudut 65° - 65° .
6. Pembuatan komposit dengan metode cetak.
7. Pengujian komposit:
 - a. Pengujian tarik (ASTM D 2105 dan ASTM D 638) dengan perubahan temperature yang dilakukan yaitu:
 - Temperatur kamar sebesar $29^\circ C$.
 - Temperatur uji sebesar $45^\circ C$, $50^\circ C$ dan $55^\circ C$.
 - b. Foto makro hasil patahan akibat pengujian tarik dengan variasi perubahan temperatur.

Tinjauan Pustaka

Abdullah, dkk (2000) Serat Ijuk Sebagai Pengganti Serat Gelas Dalam Pembuatan Komposit *Fiberglass*. Menjelaskan bahwa secara umum serat dibagi menjadi 2 kelompok, yaitu serat alam (serat pisang, rami, sabut kelapa, dan ijuk) dan serat buatan atau *synthetic fiber* (serat gelas, karbon, dan grafit). Serat buatan atau sintesis ini memiliki keunggulan tetapi harganya mahal. Pemakaian serat alam diantaranya batang pohon pisang, sebagai pengganti serat buatan yang mana dapat menurunkan biaya produksi dan bersifat *renewable* atau sumber dayanya dapat terus diperbaharui. Hal tersebut dapat dicapai karena murah biaya yang

diperlukan bagi pengolahan serat alam dibandingkan dengan serat buatan. Serat pisang dapat dieksplorasi sebagai penguat yang sangat potensial.

Buarque & d'Almeida, (2007) Menerangkan Pengaruh cacat silinder pada kekuatan tarik serat kaca / *vinil-ester* pipa komposit. Sifat ditentukan dengan menggunakan uji cincin. Jari-jari dan kedalaman cacat yang bervariasi, dan hasil yang diperoleh dengan menggunakan analisis varians antara kelompok (ANOVA). Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa cacat terletak di permukaan luar dari pipa kaca serat.

R. M. Jones, (1975) *Mechanics of Composite Materials*. Menjelaskan bahwa definisi dari komposit dalam lingkup ilmu material merupakan gabungan antara dua buah material atau lebih yang digabung pada skala makroskopis untuk membentuk material baru yang lebih bermanfaat. Komposit terdiri dari dua unsur yaitu serat (*fibres*) sebagai *reinforcement* atau penguat dan bahan pengikat serat yang disebut dengan matriks. 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 matriks berfungsi untuk mengikat serat, melindungi, dan meneruskan gaya antar serat.

Yan, dkk (2014) Menjelaskan serat rami adalah bahan hemat biaya yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai penguat dalam komposit. Serat rami dengan termoplastik, termoset dan *biodegradable matriks polymer* menunjukkan sifat mekanik yang menjanjikan. Pemilihan proses manufaktur yang sesuai dan fisik modifikasi/kimia dapat meningkatkan sifat mekanik komposit rami. Komposit

rami memiliki potensi untuk menjadi generasi berikutnya bahan untuk aplikasi struktural untuk infrastruktur, otomotif industri dan konsumen aplikasi.

Landasan Teori

A. Komposit

Komposit merupakan sejumlah sistem *multifasa* sifat gabungan, yaitu gabungan antara bahan matrik atau pengikat dengan penguat unsur utama. Bahan komposit adalah serat karena serat menentukan karakteristik bahan komposit seperti kekakuan, kekuatan serta sifat-sifat mekanik yang lain. Matrik bertugas melindungi dan mengikat serat agar dapat bekerja dengan baik dan meneruskan gaya dari suatu serat ke serat lain. Matrik dapat berupa keramik dan logam disamping berupa polimer.

a. Komposit Lapis (*Laminate Composites*)

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 berbeda terdiri dari sekurang-kurangnya dua material berbeda yang direkatkan bersama-sama. Macam-macam laminasi :

1. 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.
2. 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.

3. Laminasi antisimetri adalah laminasi yang memiliki susunan orientasi berkebalikan terhadap *midplat*nya

Komposit Lapis adalah Komposit yang terdiri dari bermacam macam lapisan material dalam satu matrik. Bentuk nyata dari komposit lapis adalah:

1. Bimetal

Bimetal adalah lapisan kedua buah logam yang mempunyai koefisien ekspansi thermal yang berbeda. Bimetal akan melengkuk seiring berubahnya suhu sesuai dengan perancangan, sehingga jenis ini sangat cocok untuk alat ukur suhu.

2. Pelapisan logam

Pelapisan logam yang satu dengan yang lain dilakukan untuk mendapatkan sifat terbaik dari keduanya.

3. Kaca yang dilapisi

Konsep ini sama dengan pelapis logam. kaca yang dilapisi akan lebih tahan terhadap cuaca.

4. Komposit lapis serat

Dalam hal ini lapisan dibentuk dari komposit serat dan disusun dalam berbagai orientasi serat. Komposit jenis ini biasanya digunakan untuk panel sayap pesawat dan badan pesawat.

B. Serat

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Contoh serat yang paling

sering dijumpai adalah serat pada kain. Material ini sangat penting dalam ilmu Biologi baik hewan maupun tumbuhan sebagai pengikat dalam tubuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal: untuk membuat tali, kain atau kertas.

Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat *sintetis* (serat buatan manusia). Serat *sintetis* dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan.

(<http://id.wikipedia.org/wiki/Serat>)

C. Matrik

Matrik dalam bahan komposit berperan sebagai pengikat penguat, bagian sekunder yang menahan beban, sehingga besar kecilnya kekuatan bahan komposit sangat tergantung dari kekuatan matrik pembentuknya. Adapun fungsi sekunder dari matrik adalah :

- a. Sebagai pendukung beban.
- b. Memberikan sifat-sifat lain dalam komposit.
- c. Memberikan insulasi kelistrikan pada komposit, tetapi ini tergantung dari matrik yang digunakan.

fungsi matriks adalah sebagai pengikat serat, pelindung, transfer beban, dan pendukung serat. Pada Komposit Serat (*Fibrous Composite*) matriks yang digunakan adalah resin (plastik yang berfasa cair). Matriks harus memiliki perpanjangan saat patah yang lebih besar dibanding perpanjangan saat patah serat. Selain itu matriks juga harus mampu berdeformasi seperlunya sehingga beban dapat diteruskan antar serat.

D. Bahan Tambahan

Katalis *Metyl Etyl Keton Peroksida* (MEKPO) adalah bahan pengeras untuk jenis resin *polyester*. Penambahan katalis dalam jumlah banyak akan menimbulkan panas yang berlebihan pada saat proses *curing*. Hal ini dapat menurunkan kualitas atau merusak produk komposit. Oleh karena itu pemakaian *hardener* dibatasi maksimum 1% sampai 2% dari volume resin (PT. Justus Sakti Raya, 2008).

E. Perlakuan $KMnO_4$

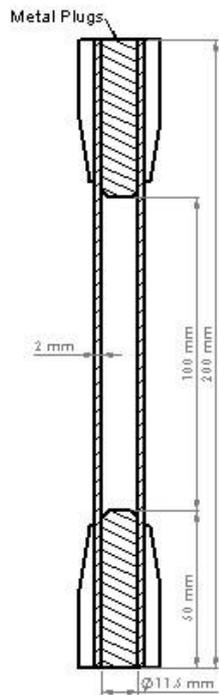
Pada komposit polimer berpenguat serat alam sifat antar muka matriks dan serat perlu diperhatikan. Hal ini berkaitan dengan kompatibilitas antara serat dengan matriks dan sifat *hydrophilic* serat. Alkalisasi adalah salah satu cara modifikasi serat alam untuk meningkatkan kompatibilitas antara matriks dengan serat. Dengan berkurangnya hemiselulosa, *lignin* atau *pectin serat*, akan meningkatkan kekerasan 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. Pengujian kekuatan 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 yang ada.

Dalam pengujian kekuatan tarik ini menggunakan standart ASTM D 2105 dan untuk ukuran spesimen

menggunakan ASTM D 638 seperti pada gambar dibawah:



Gambar 1. Geometri spesimen uji tarik (ASTM D 638)

Kekuatan tarik komposit dipengaruhi oleh beberapa hal, antara lain:

1. Temperatur
Apabila temperatur naik, maka kekuatan tariknya akan turun.
2. Kelembaban
Pengaruh kelembaban ini akan mengakibatkan bertambahnya *absorbs* air, akibatnya akan menaikkan regangan patah. Sedangkan tegangan patah dan modulus elastisitasnya akan menurun.
3. Laju tegangan
Apabila laju tegangan kecil, maka perpanjangan bertambah dan mengakibatkan kurva tegangan-regangan menjadi landai, modulus elastisitasnya rendah. Sedangkan jika laju tegangan tinggi, maka beban patah dan modulus

elastisitasnya meningkat, tetapi regangan mengecil.

Hubungan antara tegangan tarik dan regangan pada beban tarik ditentukan dengan rumus sebagai berikut: (Kurniawan, K., 2012)

Nilai tegangan dapat dicari dengan rumus :

$$\sigma = \frac{P}{A_0}$$

Dimana: σ = Tegangan tarik (N/mm²)

P = Beban (N)

A₀ = Luas penampang patahan

Untuk nilai regangan dapat dicari dengan rumus :

$$\epsilon = \frac{\Delta L}{l_0} = \left(\frac{L - l_0}{l_0} \right)$$

Dimana:

ϵ = Tegangan-Regangan (%)

ΔL = Deformasi (mm)

L = Panjang daerah ukur (mm)

L₀ = Panjang mula-mula (mm)

Sedangkan modulus elastisitas dapat dicari dengan rumus :

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

Dimana:

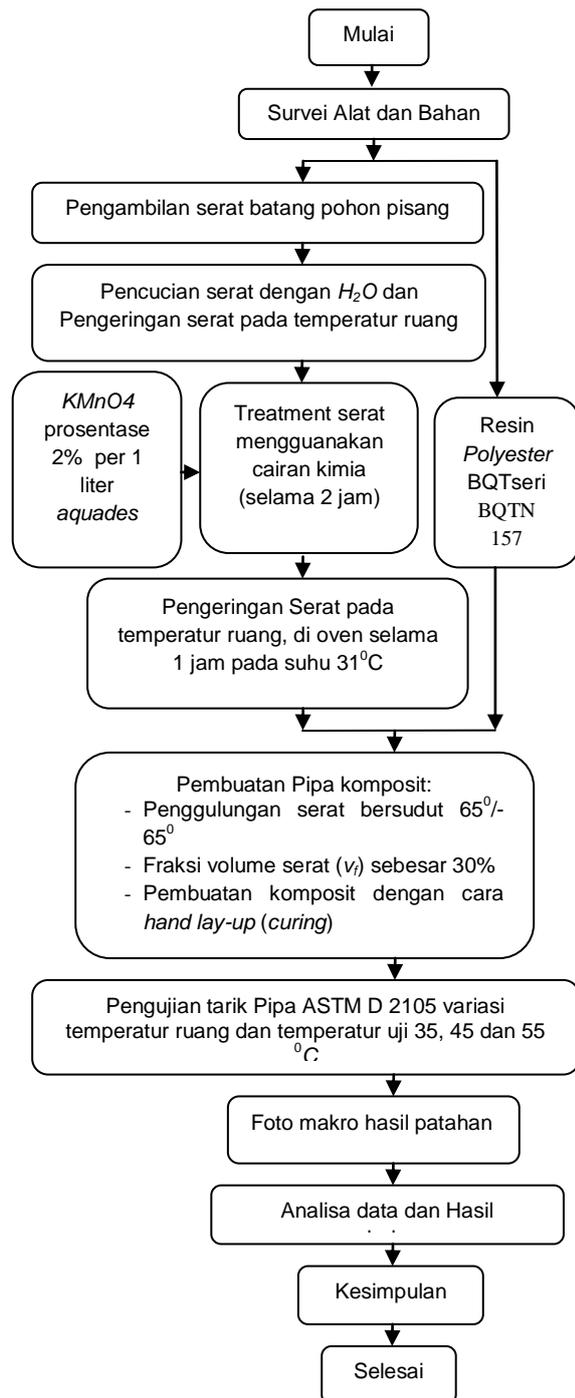
E = Modulus elastisitas (N/mm²)

σ = Tegangan tarik (N/mm²)

ϵ = Tegangan-regangan (%)

METODE PENELITIAN

Diagram alir penelitian



Gambar 1. Diagram air penelitian

Bahan Penelitian

Bahan yang digunakan antara lain:

1. Serat Batang Pohon Pisang
2. Resin Dan Katalis
3. Kalium permangante ($KMnO_4$)

4. Aquadest

Alat Yang Digunakan

Alat yang digunakan antara lain:

1. Alat Roll
2. Alat Penggulung
3. Timbangan Digital
4. Cetakan
5. Jangka Sorong
6. Thermometer
7. Chuck / Pencekam

Instalasi Pengujian

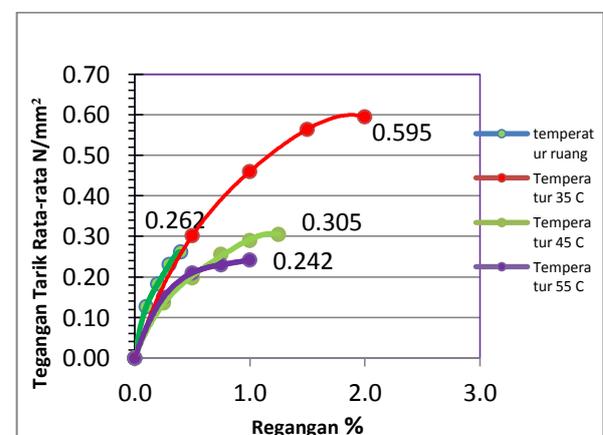
1. Universal Testing Machine merk GOTECH model GT-AI-7000 L
2. Dino Lite seri AM7013MZT

HASIL DAN PEMBAHASAN

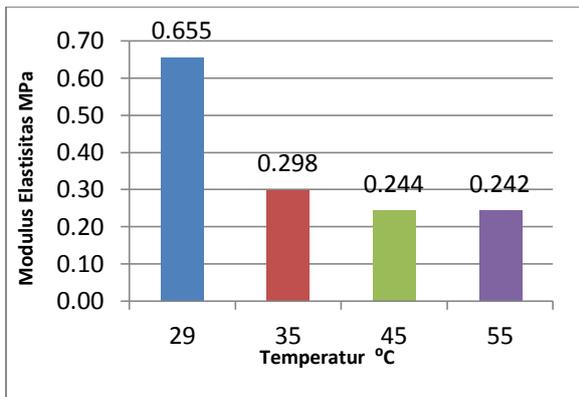
Data hasil pengujian tarik

Table 1. Analisa data

Suhu ($^{\circ}C$)	Tegangan Tarik (N/mm^2)	Regangan (%)	Modulus Elastisitas (MPa)
ruang	0.262	0.4	0.665
35	0.595	2.0	0.298
45	0.305	1.25	0.244
55	0.242	1.0	0.242



Gambar 2. Hubungan Antara Tegangan Tarik Rata-rata Dengan Regangan.



Gambar 3. Modulus elastisitas spesimen komposit

Pembahasan Pengujian Tarik

- a. Grafik hubungan antara tegangan tarik rata-rata dengan temperatur

Pengujian tarik pada temperatur ruang sebesar $0,262 \text{ N/mm}^2$ dan pada temperatur ruang uji $35 \text{ }^\circ\text{C}$ sebesar $0,595 \text{ N/mm}^2$ terjadi kenaikan regangan, hal ini disebabkan temperatur uji $35 \text{ }^\circ\text{C}$ merupakan suhu terbaik pada komposit dimana ikatan antara serat dan resin (*bonding*) merekat dengan baik sehingga kekuatan tegangan lebih besar. Untuk temperatur uji $35 \text{ }^\circ\text{C}$ sampai $55 \text{ }^\circ\text{C}$ mengalami penurunan dari $0,595 \text{ N/mm}^2$ menjadi $0,242 \text{ N/mm}^2$, ini disebabkan jika temperatur uji semakin tinggi kekuatan tarik komposit akan turun atau kekuatan tarik menjadi lemah. Semakin besar temperatur yang diberikan spesimen mengalami perubahan fase dari padat menuju fase cair yang mengakibatkan ikatan antar muka antara resin *polyester* dan serat pohon pisang menjadi lemah atau tidak terjalin dengan baik.

- b. Modulus Elastisitas Spesimen Komposit

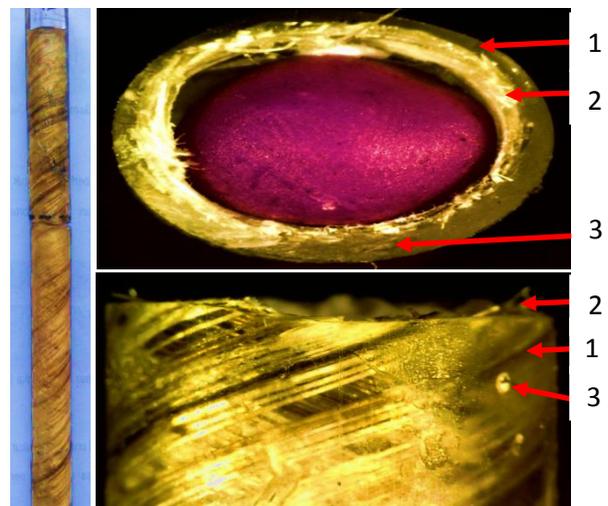
Modulus elastisitas menunjukkan kekakuan (*stiffness*) atau ketahanan terhadap deformasi elastis. Semakin besar modulus elastisitas maka bahan semakin kaku. Nilai

modulus elastisitas spesimen antara temperatur ruang dengan temperatur ruang uji terjadi penurunan dari 0.665 Mpa menjadi 0.242 Mpa dengan demikian dapat disimpulkan dengan penambahan temperatur uji bahan akan semakin liat.

Foto makro

Setelah dilakukan pengujian tarik dilanjutkan foto makro yang berupa hasil patahan komposit dengan pembesaran 50 kali dengan pixel 1280×960 diperoleh hasil foto makro dengan variasi temperatur yaitu variasi temperatur ruang, $35, 45, 55 \text{ }^\circ\text{C}$

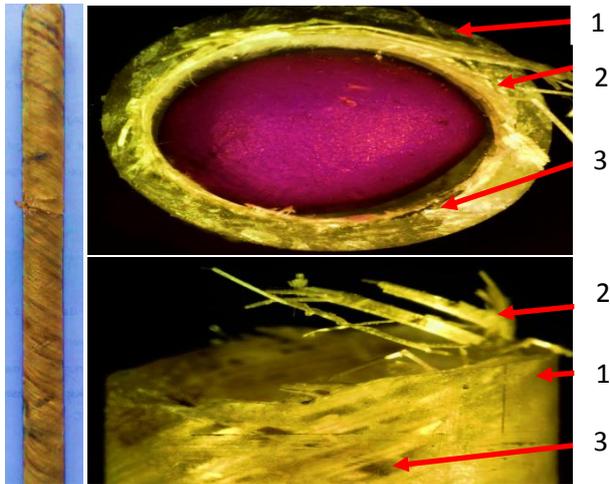
Berikut hasil foto makro patahan pipa komposit :



Gambar 4. Foto Makro Patahan Perbesaran 50 Kali Pada Spesimen Komposit Uji Tarik Dengan Temperatur ruang.

Keterangan penomoran:

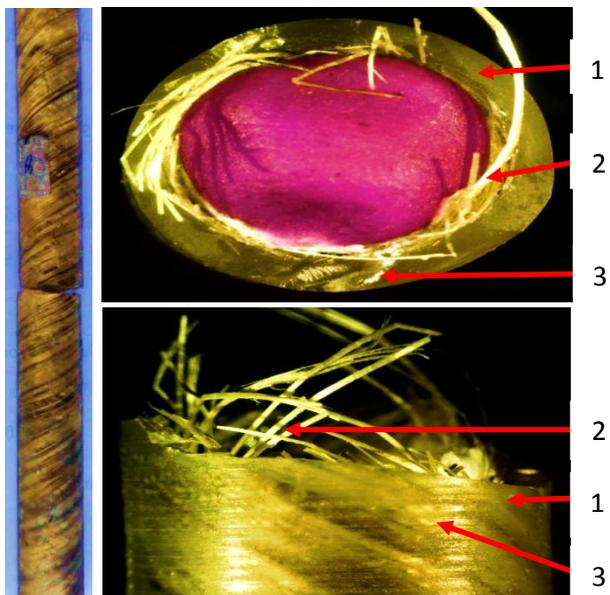
1. Resin polyester
2. Serat batang pisang
3. Void (lubang udara)



Gambar 5. Foto Makro Patahan Perbesaran 50 Kali Pada Spesimen Komposit Uji Tarik Dengan Temperatur 35⁰ C.

Keterangan penomeran:

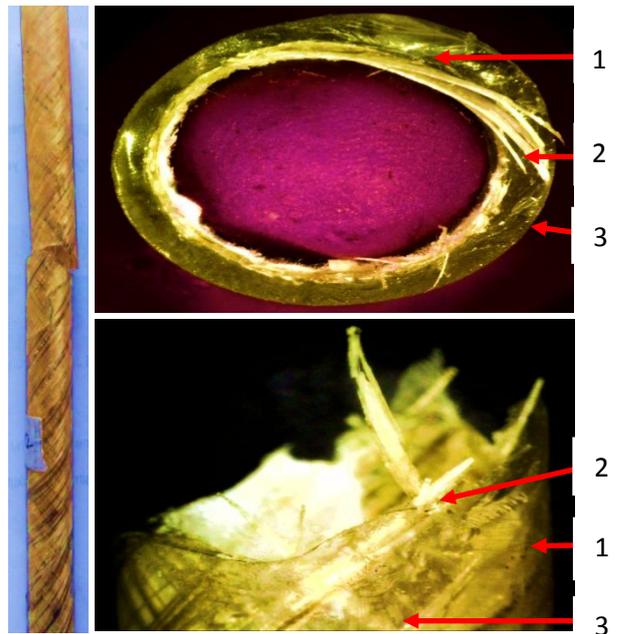
1. Resin polyester
2. Serat batang pisang
3. Void (lubang udara)



Gambar 6. Foto Makro Patahan Perbesaran 50 Kali Pada Spesimen Komposit Uji Tarik Dengan Temperatur 45⁰ C.

Keterangan penomeran:

1. Resin polyester
2. Serat batang pisang
3. Void (lubang udara)



Gambar 7. Foto Makro Patahan Perbesaran 50 Kali Pada Spesimen Komposit Uji Tarik Dengan Temperatur 55⁰ C.

Keterangan penomeran:

1. Resin polyester
2. Serat batang pisang
3. Void (lubang udara)

Pembahasan foto makro

Gambar 4. Pada hasil foto makro variasi temperatur ruang terlihat struktur patahan spesimen pipa komposit bersudut 65⁰-65⁰ terlihat patahan yang rapi dan tidak ada *pull out fiber* yang menandakan spesimen tersebut bersifat getas

Gambar 5. pada hasil foto makro temperatur uji 35⁰ C terlihat *pull out fiber* yang tidak dominan yang diakibatkan ikatan antara serat dan resin mendapatkan transfer kekuatan yang terdistribusi merata. terlihat void yang tidak terlalu banyak sehingga kekuatan tarik menjadi tinggi.

Gambar 6. temperatur uji 45⁰ C terlihat terjadi patahan yang dikarenakan suhu pengujian yang lebih tinggi mengakibatkan penurunan kekuatan tarik pada resin / matrik.

Dengan diawali *pull-out fiber* karena sudah tidak merekat baik karena resin sudah mulai berubah menjadi elastis.

Gambar 7. temperatur uji 55 °C terlihat patahan dengan resin masih melekat dengan *pull-out fiber* sedangkan patahan sangat didominasi *pull out fiber* karena spesimen sudah mulai berubah fase dari padat menuju cair yang mengakibatkan ikatan antar muka resin dengan serat polyester menjadi lemah.

Kesimpulan

Dari hasil analisa, pengujian komposit dan pembahasan data yang diperoleh, maka dapat ditarik suatu kesimpulan yaitu ;

1. Terjadi fenomena kekuatan tarik paling tinggi pada temperatur uji 35 °C yaitu sebesar 0,595 N/mm^2 kemudian mengalami penurunan seiring dengan peningkatan temperatur ruang uji.
2. Pada foto makro struktur patahan spesimen komposit tidak merata. Komposit mengalami penurunan kekuatan tarik karena *pull-out fiber* yang panjang.

Saran

Dari hasil pengujian yang telah dibahas dengan berbagai kekurangannya maka saran untuk penelitian selanjutnya adalah ;

1. Pada proses penggulungan serat diusakan rapi dan jarak antar serat seimbang, agar pada saat pembuatan pipa komposit dapat meminimalisir terjadinya void.
2. Menentukan komposisi antara resin dan hardener harus tepat karena akan mempengaruhi keras tidaknya komposit yang dibuat.
3. Pada saat pembuatan cetakan luar agar diberi lubang udara, karena pada saat mencetak atau penuangan resin bila tidak diberi lubang udara maka akan banyak sekali void pada spesimen pipa komposit

Daftar Pustaka

- Abdullah, dkk, (2000). Serat Ijuk Sebagai Pengganti Serat Gelas Dalam Pembuatan Komposit *Fiberglass*.
- Buarque & d'Almeida, (2007). *The effect of cylindrical defects on the tensile strength of glass fiber/vinyl-ester matrix reinforced composite pipes*.
- Gibson, R, F, (1994) *Principle of composite material mechanics*, McGraw-Hill, Inc, New York.
- 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.
- M. M. Schwartz., 1984, *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York.
- R. M. Jones (1975). *Mechanics of Composite Materials*.
- Rendy, (2014), Sifat Fisis Dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Di-*Treatment* Menggunakan $KmnO_4$
- Yan, dkk (2014). *Compressive and flexural behaviour and theoretical analysis of flax fibre reinforced polymer tube encased coir fibre reinforced concrete composite*