

**NASKAH PUBLIKASI  
TUGAS AKHIR**

**ANALISIS PENGARUH SAMBUNGAN MEKANIK TIPE  
BOLTED BONDED TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA  
KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG PISANG**



Makalah Seminar Tugas Akhir Disusun Sebagai Syarat untuk mengikuti ujian  
Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas  
Muhammadiyah Surakarta

**Disusun Oleh :**

**AJI NUR CAHYONO**

**D 200 08 0116**

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

**2015**

**HALAMAN PENGESAHAN  
NASKAH PUBLIKASI**

Makalah berjudul “ **ANALISIS PENGARUH SAMBUNGAN MEKANIK TIPE BOLTED BONDED TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG PISANG** telah disetujui Pembimbing Utama dan disahkan kooordinator sebagai syarat untuk seminar Tugas Akhir dan ujian tugas akhir pada Jurusan Teknik Mesin Fakultas teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta.

Dipersiapkan oleh :

Nama : **Aji Nur Cahyono**

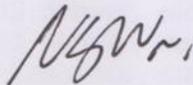
NIM : **D 200 08 0116**

Disetujui pada

Hari :

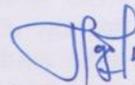
Tanggal :

Pembimbing Utama



Ir. Ngafwan, MT

Pembimbing Pendamping



Agus Dwi Anggono ST, M.eng P.hd

Ketua Jurusan Teknik Mesin  
Universitas Muhammadiyah Surakarta



Tri Widodo Besar R, ST, MSc, Ph.D

## **ANALISIS PENGARUH SAMBUNGAN MEKANIK TIPE BOLTED BONDED TERHADAP KEKUATAN TARIK PADA KOMPOSIT POLYESTER SERAT BATANG PISANG**

Aji Nur Cahyono, Ngafwan, Agus Dwi Anggono  
Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Surakarta  
Jl.A.Yani Tromol pos I Pabelan,Kartasura  
e-mail: [Jie\\_subpower27@yahoo.com](mailto:Jie_subpower27@yahoo.com)

### **ABSTRAKSI**

*Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh sambungan mekanik pada komposit polyester tipe bolted bonded terhadap kekuatan geser pada sambungan serat batang pisang, perbandingan kekuatan geser pada lubang dengan cara dibor dan dicetak dengan memvariasi besarnya pengaruh akibat perubahan fraksi volume serat pada daerah sambungan tipe bolted bonded.*

*Proses awal pemotongan kulit batang pohon pisang kemudian proses perendaman selama 1 bulan atau lebih dilanjutkan dengan penyikatan menggunakan skrap sampai keluar seratnya. Penjemuran ditempat sejuk sampai kering selanjutnya proses pencucian menggunakan larutan kimia 5% Kalium permangant per 1 liter aquades selama 2 jam. penjemuran dibawah sinar matahari sampai kering dilanjutkan proses oven hingga kadar air konstan. Pembuatan komposit dengan metode hand Lay-up, dengan menggunakan perbandingan fraksi volume serat 30% dan resin polyester 70%. Pengujian geser menggunakan standart ASTM D 5961 serta foto makro komposit polyester serat batang pohon pisang setelah pengujian kekuatan geser.*

*Hasil pengujian disimpulkan bahwa Pada pengujian tarik spesimen komposit dengan lubang dibor mempunyai kekuatan tarik tertinggi sebesar 15,263 N/mm<sup>2</sup>, dicetak 15,375 N/mm<sup>2</sup>, bor serat diperbesar 5% yaitu 15,475 N/mm<sup>2</sup>, dan cetak serat diperbesar 5% adalah 16,975 N/mm<sup>2</sup>. Hasil kekuatan pembuatan lubang dicetak lebih baik dibandingkan dengan pembuatan lubang yang dibor. Hal ini disebabkan karena tidak adanya kerusakan delaminasi pada spesimen pembuatan lubang dicetak seperti yang terjadi pada saat pembuatan lubang dibor dan pada daerah sekitar lubang dicetak tidak terjadi daerah miskin serat (rich matrix) Sehingga kekuatan tariknya tinggi.*

#### **Kata Kunci:**

**Serat batang pohon pisang, resin polyester, bor, cetak, sambungan tipe bolted bonded dan foto makro.**

## 1. Latar Belakang

Penggunaan sambungan material komposit yang telah dilakukan banyak menggunakan jenis sambungan mekanik dan sambungan ikat, tetapi pada zaman sekarang banyak para rekayasawan yang melakukan berbagai kajian riset untuk merencanakan sambungan material baru yang memiliki sifat fisis-mekanis yang lebih baik, seperti bahan baru pada komposit. Sambungan komposit berpenguat serat merupakan jenis komposit yang paling banyak dikembangkan. Adapun juga sambungan komposit yang paling banyak digunakan yaitu menggunakan sambungan mekanik karena mempunyai keuntungan antara lain replacement mudah apabila terjadi kerusakan, perlakuan permukaan sedikit dan mudah melakukan inspeksi kualitas sambungan. Namun demikian, sambungan mekanik ini juga memiliki kelemahan yaitu pada sambungan mekanik menimbulkan konsentrasi tegangan di daerah sekitar lubang dan pembuatan lubang akan menimbulkan kerusakan serat

Kekuatan sambungan mekanik sangat dipengaruhi oleh tiga faktor utama yaitu faktor geometri spesimen, faktor material spesimen, dan faktor cara pembuatan lubang. Hampir semua komponen, baik logam

maupun non logam, mengalami proses penyambungan (joining) dengan komponen yang lain. Komponen logam dapat disambung dengan las, dibaut, dan dikeling. Namun khusus bahan non metal seperti komposit dan penyambungannya tidak dapat dilakukan pengelasan. Salah satu jenis sambungan yang cocok untuk bahan komposit adalah sambungan baut dan keling. Penyambungan ini memerlukan lubang sebagai tempat kedudukan baut atau keling. Daerah sekitar lubang merupakan daerah kritis terhadap awal dari terjadinya kegagalan. Teknik pembuatan lubang dan variasi diameter lubang sangat menentukan kekuatan kekuatannya, khususnya di daerah sekitar lubang. Teknik pembuatan lubang pada komposit dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pembuatan lubang dengan cara dicetak dan dibor. Teknik penguatan daerah sekitar lubang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu meminimalkan daerah yang miskin penguat (serat) dan meminimalkan kemungkinan terjadinya delaminasi.

Matriks *polyester* paling banyak digunakan terutama untuk aplikasi konstruksi ringan. Selain harganya murah, resin ini mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat dibuat kaku dan fleksibel, transparan, tahan air,

tahan kimia dan tahan cuaca, dapat diwarnai. Poliester dapat digunakan pada suhu kerja mencapai 79 °C atau lebih tinggi tergantung partikel resin dan keperluannya, berat jenis 1.3-1.4 g/cm<sup>3</sup>, dan kekuatan tarik 55-60 MPa. Keuntungan lain matriks poliester adalah mudah dikombinasikan dengan serat dan dapat digunakan untuk semua bentuk penguatan plastik. Matrik *unsaturated polyester resin* (resin *polyester* tak jenuh) merupakan jenis resin termoset. Resin jenis ini banyak digunakan pada proses *hand lay-up* dan proses *press mold*. Resin ini banyak digunakan dalam aplikasi komposit pada dunia industri dengan pertimbangan fluiditas tinggi, harga relatif murah, warna jernih, kestabilan dimensional dan mudah penggunaannya. Resin ini digunakan untuk pembuatan *dashboard* pada mobil.

Dalam pemakaian material komposit ini, dilakukan penelitian sejauh mana pengaruh temperatur terhadap sifat fisis dan mekanis pada komposit *polyester* berpenguat serat pohon pisang yang dicuci menggunakan *KMnO<sub>4</sub>*. Sebagian besar serat alam mempunyai karakteristik yang getas (*brittle*), namun dengan adanya perlakuan pencucian cairan kimia serat alam mampu meningkatkan sifat mekanisnya. Dilanjutkan proses

perlakuan panas yang berasal dari panas matahari dan *oven* bertujuan untuk meminimalisasi kadar air, membuat permukaan serat semakin bersih dan permukaan serat menjadi lebih kasar sehingga ikatan (*bonding*) serat dengan *matriks polyester* akan semakin baik.

## 2. Batasan Masalah

Untuk mendapatkan hasil pengujian yang fokus maka perlu adanya pembatasan masalah Adapun juga batasan-batasan penelitian tersebut antara lain :

1. Perlakuan pencucian *Kalium Permanganate* (*KMnO<sub>4</sub>*) dengan 5 gram per 100 ml aquades dengan perendaman selama 2 jam.
2. Besar fraksi volume serat (*v<sub>f</sub>*) 30% dan resin 70%
3. Resin termoset jenis *polyester*.
4. Pembuatan komposit dengan metode *Hand Lay – Up*.
5. Pengujian komposit secara fisis (struktur makro) mekanis (tarik).
6. Diameter lubang yang digunakan 6 mm.
7. Teknik pembuatan sambungan komposit menggunakan sambungan mekanik yaitu tipe *bolted bonded*.
8. Pembuatan lubang pada sambungan komposit dengan cara dicetak dan dibor.
9. Pengaturan serat sejajar 0°.

### 3. Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh sambungan mekanik pada komposit *polyester* tipe bolted bonded terhadap kekuatan tarik pada serat batang pisang.
2. Untuk mengetahui perbandingan kekuatan tarik pada teknik pembuatan lubang dengan cara dicetak dan dibor.
3. Untuk mengetahui besarnya pengaruh akibat perubahan fraksi volume serat pada daerah sambungan tipe bolted bonded.

### 4. Tinjauan Pustaka

Jones, (1975) dalam buku *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.

Diharjo, (2008) menyatakan Menghadapi meningkatkan ikatan (*mechanical bonding*) antara serat dan matriks (perakat). Serat batang pohon pisang yang masih mengandung *lignin* dan kotoran tersebut dibersihkan dengan menggunakan air. Serat yang sudah bersih direndam di dalam larutan alkali (2%  $K_2MnO_4$ ) dengan variasi waktu perendaman 2,4 dan 6 jam. Berdasarkan data hasil pengujian pada kekuatan tarik yang paling optimal dimiliki oleh bahan komposit yang diperkuat serat batang pisang dengan perlakuan alkali selama 2 jam.

Putro (2013) didalam penelitiannya "Pengaruh Kekuatan Sambungan Komposit Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Geser Dengan Adhesive Epoksi". Dalam penelitian ini bahan yang digunakan dalam pembuatan komposit adalah Resin Polyester 157 BQTN, serat nanas. Pembuatan komposit dilakukan dengan hand lay-up. Parameter penelitian ini adalah tebal adhesive. Adhesive yang digunakan adalah epoxy. Jenis sambungan yang digunakan

adalah sambungan tumpang dan lurus sesuai dengan ASTM D 5868-95, uji geser dan tarik dengan menggunakan Universal Testing Machine. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jenis dari sambungan yang menggunakan sambungan tumpang kekuatan sambungan lebih besar dibandingkan sambungan lurus. Kedua jenis sambungan tersebut cocok digunakan jenis sambungan tumpang, karena memiliki kekuatan geser lebih besar dari pada sambungan lurus dengan tebal adhesive 0,5 mm.

Venkateswarlu (2013) "Modelling and Analysis of Hybrid Composite Joint Using in Ansys". Menjelaskan bahwa komposit telah menjadi salah satu bahan yang sering digunakan untuk memperbaiki struktur yang ada dalam berbagai aplikasi dan juga pada sambungan dengan bagian komposit, dengan menggunakan perekat atau pengencang sebagai mekanik saat ini, metode baru yang disebut sendi hybrid juga sedang dikerjakan dimana kombinasi dari kedua perekat dan mekanik pengencang yang digunakan. Dalam proyek ini, dilakukan usaha untuk menganalisa distribusi dalam tegangan dalam model 3D dari tiga konfigurasi ganda terpaku single lap bersama yaitu model terikat, terpaku dan hybrid. Sebuah keuntungan besar dari perekat dengan pengikat

dapat dirancang dan dibuat sedemikian rupa sehingga mereka dapat lebih kuat dari kekuatan utama dari banyak logam dan secara luas digunakan dalam pesawat.

## 5. Landasan Teori komposit

Komposit didefinisikan sebagai kombinasi antara dua material atau lebih yang terpisah yang dikombinasikan dalam satuan struktur makroskopis dan dibuat dari variasi kombinasi dari tiga material yaitu logam, polymer, dan keramik. Secara sederhana dapat didefinisikan komposit terdiri dari dua material yang berbeda propertinya dan perbedaannya itu dilihat dari makroskopis. Serat merupakan bahan penguat (*reinforcement*) yang tersebar dalam matrik dengan orientasi tertentu. Fungsi utama matriks selain pengikat serat dan mendistribusikan beban kepada serat juga melindungi serat dari pengaruh lingkungan. (Gibson, 1994)

Sifat-sifat yang dapat diperbaharui dalam komposit antara lain (Jones, 1975)

1. *Strength* (kekuatan)
2. *Stiffness* (kekakuan)
3. *Corrosion* (tahan korosi)
4. *Wear resistane* (tahan gesek/aus)
5. *Weight* (berat)
6. *Fatige life* (ketahanan lelah)

7. Temperatur-dependent behavior (pengaruh terhadap temperatur)
8. Thermal insulation (isolasi panas)
9. Thermal konduktivitas (konduktivitas panas)

### Klasifikasi komposit

Secara garis besar komposit dibagi menjadi tiga macam jenis komposit berdasarkan penguat yang digunakan (Jones,1975) yaitu :

- a) Fibrous Composite
- b) Laminated Composit
- c) Particulate Composite

#### a. Fibrous Composit Material (komposit serat)

Komposit Serat adalah komposit yang terdiri dari fiber di dalam matrik. Klasifikasi serat dibagi menjadi 2 antara lain serat alam (Serat pisang, sabut kelapa, rami dll) dan serat kimia atau buatan (serat karbon, gelas, rayon, nilon dsb). Secara alami serat yang panjang mempunyai kekuatan yang lebih dibandingkan serat yang berbentuk curah (bulk). Serat panjang mempunyai struktur yang lebih sempurna karena struktur kristal tersusun panjang sumbu serat dalam material komposit. Bahan pengikat atau penyatu serat dalam material komposit disebut matrik. Matrik berfungsi sebagai

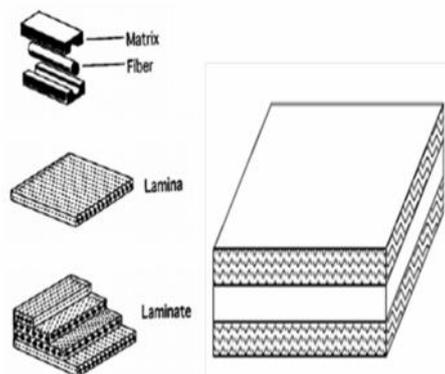
pelindung. Pendukung transfer beban dan perekat serat. Matrik dapat berbentuk polimer, logam karbon maupun keramik.

Mengenai penataan serat dimaksudkan untuk mengoptimalkan kekuatan bahan. Terdapat empat macam penataan arah serat yang umum, dikenal dengan istilah penguatan serat, yaitu:

Continuous Fiber Composite (Komposit diperkuat serat kontinyu)

- 1) Woven fiber composite (komposit diperkuat serat anyaman)
- 2) Choped fiber composite (komposit diperkuat serat acak)
- 3) Hybrid composite (komposit diperkuat dengan serat kontinue dan serat acak)

#### b. Laminated Composit (Komposit Lapisan)

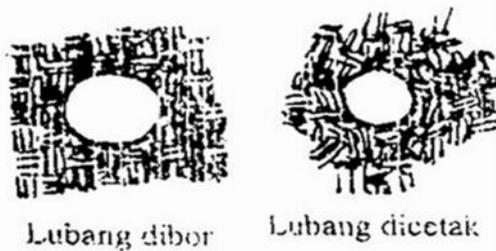


Komposit lapisan adalah komposit yang terdiri dari berbagai macam lapisan material dalam satu matrik. Particulate Komposit (komposit Partikel)

Komposit ini terdiri dari berbagai partikel-partikel dalam satu matrik. Partikel ini bisa berbentuk logam atau non logam.

### Proses Pembuatan Lubang

Proses pembuatan lubang dengan cara dicetak dan dibor pada bahan komposit serat batang pisang, teknik pembuatan lubang dan variasi diameter lubang sangat menentukan kekuatan-kekuatannya khususnya di daerah sekitar lubang. Pembuatan lubang akan menimbulkan kerusakan serat, kerusakan serat tersebut dapat berupa misoriented fiber pada lubang yang dicetak dan terputusnya serat pada pembuatan lubang dengan cara dicor. Berikut adalah contoh dari pembuatan lubang dicetak dan dibor pada gambar

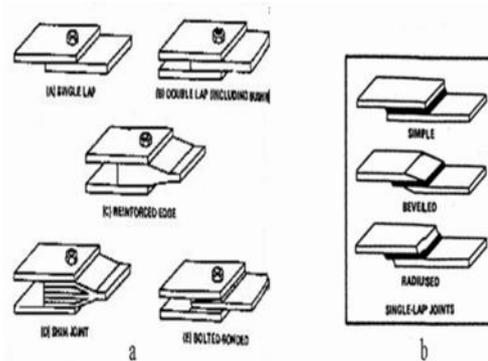


Gambar Orientasi serat pada daerah lubang yang dibor dan dicetak

### Sambungan Komposit

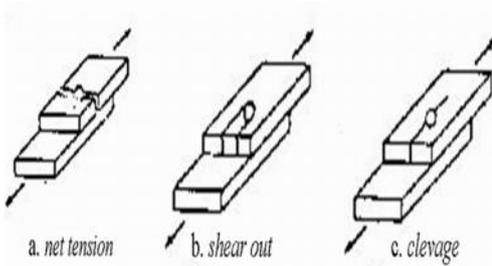
Pada dasarnya sambungan komposit dibedakan menjadi dua macam yaitu sambungan mekanik dan sambungan ikat (bonded joint). Metode sambungan mekanik dibuat dengan membuat lubang sebagai tempat dudukan

baut atau keling sedangkan bonded joint dibuat dengan memberikan zat adhesive antar lapisan yang akan disambung.



Gambar Tipe-tipe dari (a) sambungan mekanik dan (b) sambungan ikat (bonded joint)

Keuntungan penggunaan sambungan mekanik antara lain (1) replacement mudah bila terjadi kerusakan, (2) perlakuan permukaan sedikit, (3) mudah melakukan inspeksi kualitas sambungan. Namun demikian, sambungan ini juga memiliki kelemahan, yaitu (1) sambungan mekanik menimbulkan konsentrasi tegangan di daerah sekitar lubang dan (2) pembuatan lubang akan menimbulkan kerusakan serat. Kerusakan serat tersebut dapat berupa terjadinya misoriented fiber pada lubang yang dicetak dan terputusnya serat pada saat pembuatan lubang dengan cara dibor.



Gambar Beberapa jenis kerusakan yang mungkin terjadi pada sambungan mekanik

## Serat

### Serat Batang Pohon Pisang

Serat atau fiber merupakan unsur yang terpenting. Karena seratlah yang menentukan dari sifat mekanis komposit tersebut seperti kekakuan, keuletan dan kekuatan.

Berikut adalah tabel komposisi serat alam

Tabel 2.1. Komposisi Unsur Kimia Serat Alam (Lokantara, I. P., 2010)

Serat	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Kadar air (%)
Pisang	60-65	6-8	5-10	10-15
Sabut	43	<1	45	10-12
Flax	70-72	14	4-5	7
Jute	61-63	13	5-13	12,5
Rami	80-85	3-4	0,5	5-6
Sisal	60-67	10-15	8-12	10-12
Sun hemp	70-78	18-19	4-5	10-11
Cotton	90	6	-	7

Berikut adalah tabel kekuatan tarik dari berbagai serat alam:

Tabel 2.2. Tensile Properties of Various Natural Fiber

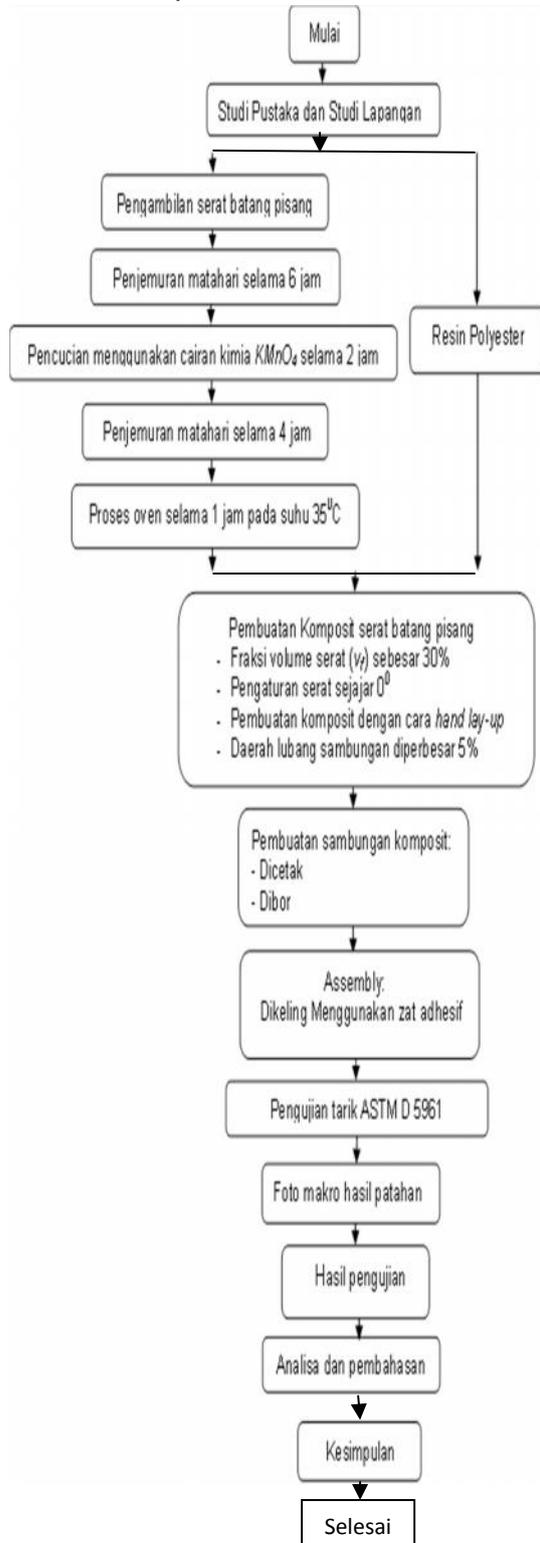
(<http://en.wikipedia.org/wiki/stell#material#properties>, 2012)

Serat	Masa Jenis (gr/cm <sup>3</sup> )	Regangan (%)	Kekuatan Tarik (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

## Matrik

Dalam pembuatan komposit tidak lepas dari peranan matrik, matrik berfungsi sebagai pengikat/ perekat antara serat dan juga sebagai penerus kekuatan dari serat. Polimer merupakan molekul besar yang terbentuk dari satuan-satuan sederhana. Berkembang dari pangkal polimer alam saat ini telah dikembangkan pula berbagai jenis polimer sintesis. Beberapa polimer yang sering digunakan di industri antara lain : karet ,plastik, dan serat. Polimer perekat dikelompokkan pada sumber jenisnya ,Berdasarkan sumbernya terdiri dari polimer alam dan buatan. polimer alam terdiri dari termoplastik dan termoset.

## Metode penelitian



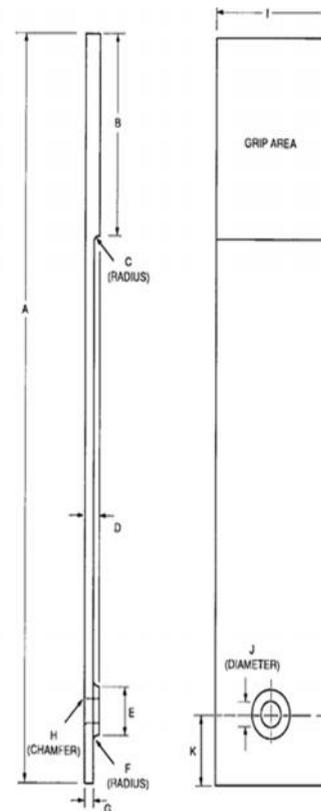
## Alat dan bahan

### Alat

- timbangan digital
- unit UTM (Ultimate Testing Material "GOTECH MACHINE")
- unit foto makro dinolite
- 2 buah kaca ukuran 210x40 mm
- oven, rool, skrap
- cutter, gunting
- gelas plastik dan sendok
- penjepit, vernier caliper
- alat suntik

### Bahan

- serat pohon pisang
- hardener dan resin polyester
- KmmO<sub>4</sub>

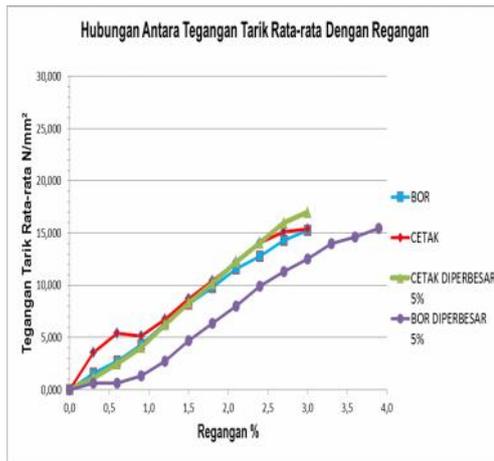


Recommended Material: 17-4PH Stainless Steel, 1 GPa [145 ksi] yield											
	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
mm	200	50	2	5	13	2	3	1	36	6	20
inch	7.75	2.00	0.06	0.20	0.50	0.06	0.12	0.04	1.50	0.25	0.75

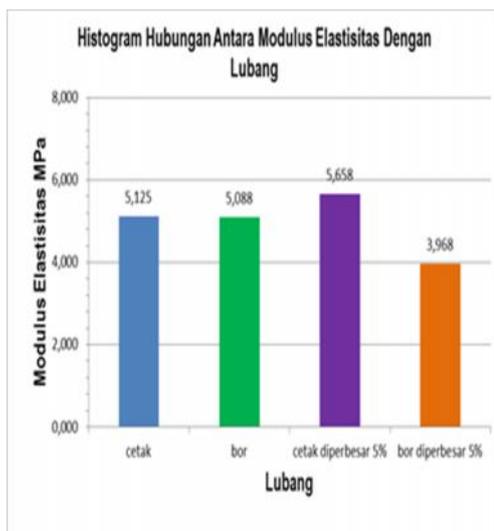
Gambar geometri pengujian tarik  
ASTM D 5961

## DATA HASIL PENGUJIAN

Hasil data yang didapatkan dari Penelitian yang menggunakan pengujian tarik dengan jenis lubang bor, cetak, bor diperbesar 5%, dan cetak diperbesar 5%



Lubang	TEGANGAN N/mm <sup>2</sup>	REGANGAN%	MODULUS ELASTISITAS E
cetak	15,375	3,0	5,125
bor	15,263	3,0	5,088
cetak diperbesar 5%	16,975	3,0	5,668
bor diperbesar 5%	15,475	3,9	3,968



## Pembahasan grafik pengujian tarik

Pada pengujian tarik spesimen komposit dengan lubang dicetak mempunyai kekuatan tarik tertinggi sebesar 15,375 N/mm<sup>2</sup>, dibor 15,263 N/mm<sup>2</sup>, bor serat diperbesar 5% yaitu 15,475 N/mm<sup>2</sup>, dan cetak serat diperbesar 5% adalah 16,975 N/mm<sup>2</sup>. Diketahui Kekuatan tarik terendah dari hasil pengujian adalah spesimen lubang dibor dan kekuatan tertinggi yaitu spesimen komposit pada lubang dicetak diperbesar 5%. Pada lubang bor dan cetak setelah diberikan penambahan serat 5% kekuatan tariknya terjadi peningkatan hal ini dikarenakan semakin banyaknya serat (fiber) berpengaruh dengan tegangan tarik pada saat pengujian. Dari hasil yang didapatkan kekuatan pembuatan lubang dicetak lebih baik dibandingkan dengan pembuatan lubang yang dibor. Hal ini disebabkan karena tidak adanya kerusakan delaminasi pada spesimen pembuatan lubang dicetak seperti yang terjadi pada saat pembuatan lubang dibor dan pada daerah sekitar lubang dicetak tidak terjadi daerah miskin serat (rich matrix) Sehingga kekuatan tariknya tinggi.

## Hasil Foto makro Patahan

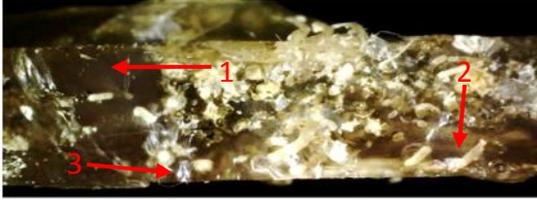


Foto patahan pada spesimen lubang dicetak

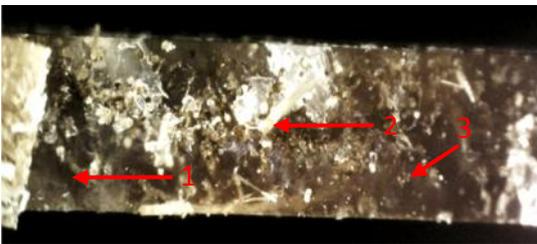


Foto patahan pada spesimen lubang dibor

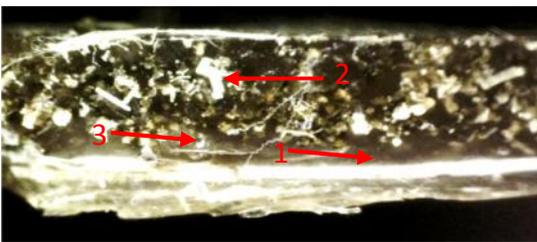


Foto patahan pada spesimen lubang cetak diperbesar 5%

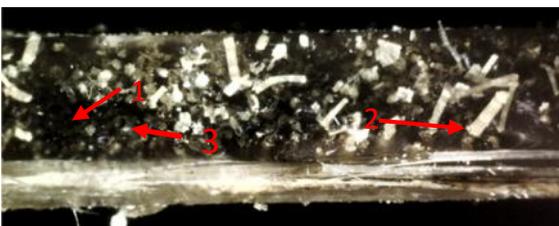


Foto patahan pada spesimen lubang bor diperbesar 5%

Keterangan penomoran:

1. Resin polyester.
2. Pull-out fiber.
3. Void (lubang udara).

## Pembahasan Foto Makro

Foto patahan pada spesimen lubang dicetak. Adanya pull-out fiber pada patahan sangat sedikit, ini berarti distribusi kekuatan serat merata diseluruh permukaan patahan komposit. Terlihat adanya void tidak terlalu banyak dengan ukuran kecil, yang artinya kekuatan tarik pada komposit tersebut akan tinggi.

Foto patahan pada spesimen lubang dibor terlihat terjadi pull-out fiber karena tidak terikat sempurna antar serat dengan resin (debonding). Pull-out fiber adalah serat keluar dari patahan komposit yang disebabkan ikatan antara matrik dengan serat tidak berlangsung secara sempurna. Terlihat adanya void cukup banyak dengan ukuran kecil sehingga kekuatan tariknya rendah.

Foto patahan pada spesimen lubang cetak diperbesar 5% terdapat void (lubang udara) kecil dan sedikit yang mengakibatkan kekuatan tarik spesimen komposit menjadi tinggi.

Foto patahan pada spesimen lubang bor diperbesar 5% proses pengikatan antara serat dengan resin (bonding) cukup sempurna, sehingga pada saat pengujian tarik transfer kekuatan antara resin dengan serat terdistribusi merata dan karena adanya penambahan serat 5% yang membuat kekuatan tarik pada komposit tersebut tinggi.

## **Kesimpulan**

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

1. Pada pengujian tarik spesimen komposit dengan lubang dicetak mempunyai kekuatan tarik tertinggi sebesar 15,375 N/mm<sup>2</sup>, dibor 15,263 N/mm<sup>2</sup>, bor serat diperbesar 5% yaitu 15,475 N/mm<sup>2</sup>, dan cetak serat diperbesar 5% adalah 16,975 N/mm<sup>2</sup>
2. Kekuatan tarik pembuatan lubang dicetak lebih baik dibandingkan dengan pembuatan lubang yang dibor. Karena adanya kerusakan delaminasi yang terjadi pada saat pembuatan lubang dibor dan pada daerah sekitar lubang dicetak tidak terjadi daerah miskin serat (rich matrix)
3. Pada lubang bor dan cetak setelah diberikan penambahan serat 5% kekuatan tariknya terjadi peningkatan hal ini dikarenakan semakin banyaknya serat (fiber) berpengaruh dengan tegangan tarik pada saat pengujian

## DAFTAR PUSTAKA

- Adi, D, S., 2007, Analisis Karakteristik Komposit Serat Nylon Dengan Resin Polyester Menggunakan Pola Laminates Composites (5 Layers) Susunan Sudut Serat 00, -600, -600, 600, 600 Dengan Metode Hand Lay up, Tugas Akhir S-1, Universitas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta
- Diharjo Kuncoro, 2006. Kajian Pengaruh Teknik Pembuatan Lubang Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Hibrid Serat Gelas dan Serat Karung Plastik, Universitas Negeri Sebelas Maret Surakarta.
- Kurniawan, K., 2012, Uji Karakteistik Sifat Fisis Dan Mekanis Serat Agave Cantula 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.
- Putro Sugiyanto, 2013. Pengaruh Kekuatan Sambungan Komposit Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Geser Dengan Adhesive Epoksi, Jurusan Teknik Mesin – Fakultas Teknik, Universitas Surakarta.
- R. M. Jones., 1975, Mechanics of Composite Materials, McGraw-Hill Kogakusha, LTD, Wasingthon D.C.
- Venkateswarlu, S. Rajasekhar, K. 2013. Modelling and Analysis of Hybrid Composite Joint Using Fem in Ansys, Srikalahasthi
- Wibowo Rendi Dwi, 2014. Sifat Fisis dan Mekanis Akibat Perubahan Temperatur Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Di Treatment Menggunakan KmnO4, Teknik Mesin, Universitas Mummadiyah Surakarta.