

# ANALISA PENGARUH KEKUATAN VARIASI PENAMBAHAN LAYER KOMPOSIT TAPIS KELAPA TERHADAP KEKUATAN TARIK

Cahya Saputra<sup>(1)</sup>, Suhardiman<sup>(2)</sup>

<sup>1,2</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Bengkalis

Jalan Batin Alam

Email: <sup>1</sup>[cahyasap27@gmail.com](mailto:cahyasap27@gmail.com), <sup>2</sup> [suhardiman@polbeng.ac.id](mailto:suhardiman@polbeng.ac.id)

## Abstrak

*Filter kelapa adalah rangkaian serat yang terbentuk secara alami seperti jaring atau berupa filter. Penelitian ini dianggap perlu untuk mengetahui kekuatan tarik komposit. Pada penelitian ini matriks yang digunakan berupa resin tipe Q Epoxy HQ EP 501 R. Variasi yang digunakan adalah penambahan lapisan 1, 2, 3, 4 dan 5. Standar pengujian tarik yang digunakan adalah D638-14. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan lapisan memiliki batasan kekuatan tarik karena berkurangnya ikatan pada setiap lapisan. Komposit dengan 3 lapis serat saringan kelapa memiliki kekuatan tarik tertinggi yaitu 35,46 Mpa. Mode kesalahan spesimen termasuk ruang kosong, mengeluarkan serat, defleksi retak, beban berlebih, lubang dan tidak terikat.*

**Kata kunci:** komposit, tapis kelapa, resin epoxy

## 1. Pendahuluan

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan dunia industri pada saat ini mengalami kemajuan untuk menciptakan bahan material berbahan komposit untuk mengganti bahan material yang lebih ramah lingkungan dengan menggantinya dengan serat alami. Serat alami bisa didapatkan pada tanaman atau tumbuhan dan bisa diproduksi dengan menanam tumbuhan yang bisa menghasilkan serat tersebut, salah satu serat yang bisa dimanfaatkan yaitu serat tapis pada pohon kelapa yang bisa tumbuh pada tiap pelepah yang baru, pohon kelapa banyak tumbuh disekitar lingkungan masyarakat maupun diseluruh pulau Indonesia.

Tapis pada umumnya dimanfaatkan masyarakat sebagai alat penyaring dan memanfaatkan tapis kelapa sebagai ladang penjualan yang dibentuk menjadi kerajinan tangan. Hasil dari penelitian ini sangat diharapkan adanya inovasi baru dalam pengembangan teknologi material komposit berpenguat serat non-sintetis. Pemanfaatan serat tapis kelapa sebagai penguat komposit nantinya dapat menjadi material alternative yang baru dalam industri sebagai bahan utama pembuatan komponen tertentu.

### 1.2 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah:

1. Mengetahui nilai kekuatan tarik material komposit *polymer* yang diperkuat dari serat tapis kelapa.
2. Untuk mengetahui karakteristik serat tapis kelapa (morfologi, sifat fisik dan sifat mekanik).

### 1.3 Batasan Masalah

Agar penelitian ini sesuai dengan yang diinginkan dan tidak meluas pada pembahasan yang lain, maka dilakukan pembuatan komposit menggunakan *resin epoxy* yang diperkuat dari tapis kelapa dengan variasi penambahan jumlah *layer* serat tapis kelapa yang akan dilakukan uji tarik untuk mencari kekuatan tegangan, regangan dan modulus elastisitas.

## 2 Tinjauan Pustaka

Tapis atau disebut dengan saringan, dalam bahasa jawa tapis disebut dengan tapas. Tapis adalah serat yang membungkus pelepah daun kelapa. Serat ini berbentuk lembaran dengan jalinan seperti jaring, tetapi lebih. Dengan kata lain, tapis memiliki kekhasan komponen berupa jalinan serat, bentuknya seperti saringan/jarring. Jumlah tapis yang dapat dihasilkan dalam satu

pohon kelapa sama dengan jumlah pelepah yang dihasilkan oleh pohon kelapa itu sendiri. Susunan serat dari tapis kelapa menyilang antara lapisan serat atas dengan lapisan serat bagian bawah. Serat tapis kelapa terdiri dari 3 tingkatan tata letak pada pohon kelapa yang belum mengasilkan buah diantara yaitu sebagai berikut:

1. Tapis pada tingkatan pertama, yaitu tapis yang masih muda. Tapis ini terletak pada pucuk pelepah kelapa yang masih menutupi/membungkus pelepah kelapa. Pada tingkatan ini serat masih belum membentuk jalinan seperti jarring.
2. Tapis pada tingkatan kedua, yaitu tapis yang dominan terletak pada pelepah yang masih terikat pada pelepah yang sudah mekar. Pada tingkatan ini serat dominan sudah membentuk jalinan seperti jaring yang lebih sempurna.
3. Tapis pada tingkatan ketiga, tapis dominan sudah terlepas dari pelepah yang sudah tua dan memiliki serat yang sudah rapuh/tua. Pada tingkatan ini tapis sudah mengalami 2 fase pada tingkatan sebelumnya. Tapis tingkatan ketiga tidak memiliki sifat tapis yang baik karena tapis sudah mengalami kerapuhan akibat sudah terlalu tua, tapis juga sudah hilang kekuatan yang akan dihasilkan oleh serat itu sendiri.

Serat tapis kelapa juga memiliki beberapa jenis struktur yang berbeda pada tiap jenis kelapa diantaranya:

- a) Struktur Serat Tapis Yang Lebih Rapat, memiliki serat yang banyak, dan memiliki jaringan serat pengikat pada pelepah lebih kecil. Bentuk tapis jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.1 berikut:



Gambar 2.1. Struktur serat tapis yang lebih rapat

- b) Struktur Serat Tapis Yang Lebih Jarang, tapis ini memiliki jaringan serat pengikat pada pelepah bisa tumbuh lebih besar seperti lidi pada daun kelapa. Bentuk tapis jenis ini dapat dilihat pada gambar 2.2 berikut:



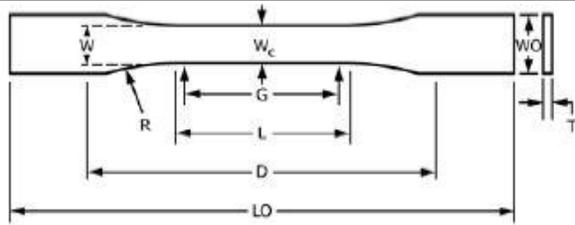
Gambar 2.2. Struktur serat tapis yang lebih jarang

Serat tapis pada pohon kelapa yang diambil sebagai bahan penelitian untuk dijadikan komposit adalah pohon kelapa yang belum berbuah, dikarenakan pada pohon yang belum berbuah bisa diambil serat dengan ukuran untuh dan tapis belum mengalami perubahan bentuk jalinan serat akibat tarikan dari pelepah kelapa yang mekar sepenuhnya karena tumbuhnya buah pada pohon kelapa.

### 3 Metode Penelitian

#### 3.1 Standar Pengujian

Standar uji tarik yang digunakan pada penelitian ini yaitu ASTM D638-14 yang menyatakan bahwa spesimen uji untuk diperkuat komposit (*Reinforced Composites*) termasuk laminasi yang sangat ortotropik harus sesuai dengan dimensi spesimen Tipe I yang ditunjukkan. Tipe I spesimen adalah spesimen pilihan dan harus digunakan dimana material yang cukup memiliki maksimal ketebalan 7 mm (0,28 in.) dan minimal ketebalan (T) harus  $3,2 \pm 0,4$  mm ( $0,13 \pm 0,02$  inch) untuk semua jenis spesimen cetakan, dan untuk spesimen Tipe I lainnya jika memungkinkan.



Gambar 3.1. Dimensi spesimen uji tarik tipe I  
(Sumber: ASTM D 638-14)

Lebar bagian sempit ( $W$ ) 13 mm, Panjang bagian sempit ( $L$ ) = 57 mm, Lebar total minimal ( $W_o$ ) 19 mm, Panjang total minimal ( $L_o$ ) 165 mm, Panjang ukuran ( $G$ ) 50 mm, Jarak antar grip ( $D$ ) 115 mm, Radius ( $R$ ) 76 mm, Lebar bagian tengah ( $W_c$ ) +0,00–0,10 mm[1]

### 3.1 Proses Pembuatan Spesimen

Pembuatan Komposit serat tapis kelapa harus melalui proses pengukusan terlebih dahulu selama 20 menit pada suhu air mendidih. Setelah serat tapis kelapa dikukus masuk ketahap pengepresan dan dilakukan proses *curing* hingga tapis benar-benar kering. Pada dasarnya serat tapis adalah serat yang kaku. Pengukusan dilakukan berfungsi untuk membuat jaringan tapis menjadi lebih rapat dan menjadikan arah serat yang lurus.

Penggunaan resin pada penelitian ini adalah resin tipe Q Epoxy HQ EP 501 R. Adapun metode pembuatan yang digunakan pada penelitian ini adalah metode *hand lay-up*. Cetakan dibuat membentuk seperti standar spesimen yang digunakan. Proses pembuatan spesimen dapat dilihat sebagai berikut:

1. Cetakan spesimen dibuat mengikuti bentuk spesimen uji tarik seperti standar ASTM D638-14.
2. Serat tapis kelapa yang sudah dikukus dan telah melewati proses pengepresan kemudian dipotong dengan ukuran bentuk cetakan dengan variasi *layer*.
3. Sebelum melakukan pembuatan spesimen gunakan keselamatan kerja seperti sarung tangan karet dan masker. Oleskan *Mirror Glaze* kecetakan hingga merata.
4. Campur larutan matriks yaitu resin *epoxy* dan *hardener epoxy* dengan perbandingan 1:1. Aduk larutan matriks yang sudah

dicampur hingga sempurna. Perbandingan campuran resin dan *hardener* yang digunakan mengikuti aturan pakai dari produk yang telah ditetapkan.

5. Tuangkan sebagian matrik kedalam cetakan, kemudian letakan tapis diatas permukaan matrik yang telah dituangkan kedalam cetakan dan ratakan. Selanjutnya tuangkan kembali matrik hingga batas permukaan cetakan. Langkah-langkah tersebut diulang kembali hingga lapisan yang diinginkan.
6. Berdasarkan aturan pakai dari produk resin *epoxy Q Bond Epoxy HQ EP 501* untuk mendapatkan daya rekat atau kering yang maksimum biarkan hingga 4 jam. Untuk mendapatkan hasil yang lebih baik biarkan selama 24 jam.
7. Setelah mengeras lepaskan spesimen dari cetakan, kemudian amplas spesimen untuk mendapatkan standar ukuran yang ditetapkan.

### 3.3 Pengujian Tarik

Pengujian tarik menggunakan mesin uji tarik GT-7001-LC 30. Hasil data pengujian tarik akan terdata dalam bentuk grafik melalui computer yang sudah terhubung secara langsung. Berikut adalah rumus perhitungan yang telah dilakukan pengujian tarik:

- a. Dari data beban maksimal akan didapatkan tegangan maksimal dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{P}{A} = \text{N/mm}^2$$

- b. Dari data pertambahan panjang akan didapatkan regangan dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_o} \times 100\% = \%$$

- c. Dari hasil perhitungan tegangan dan regangan, akan dicari modulus elastisitas dari setiap variasi dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$E = \frac{\sigma}{\varepsilon} = \text{N/mm}^2$$

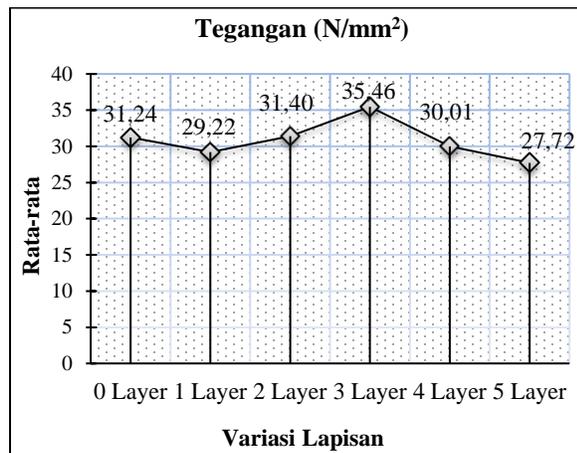
### 3.4 Pengujian Struktur Mikro

Hasil patahan yang telah didapat akan dilakukan pengambilan foto struktur mikro menggunakan USB Microscope Digital dengan pembesaran 50 sampai 500x secara manual. struktur hasil patahan dapat dilihat langsung melalui alat yang terhubung dengan komputer.

## 4 Hasil Dan Pembahasan

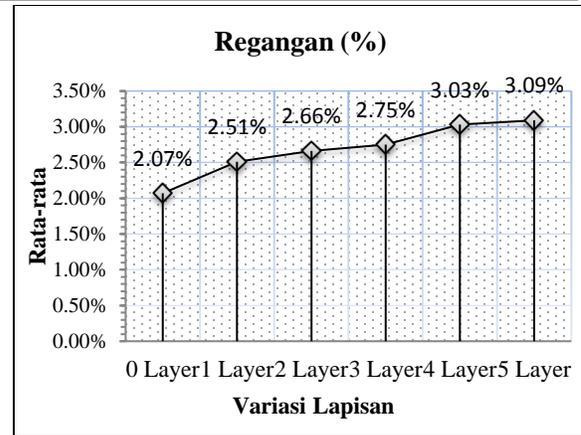
### 4.1 Data Pengujian Tarik

Hasil data pengujian tarik terhadap komposit diperkuat tapis kelapa ditampilkan dalam bentuk grafik berikut:



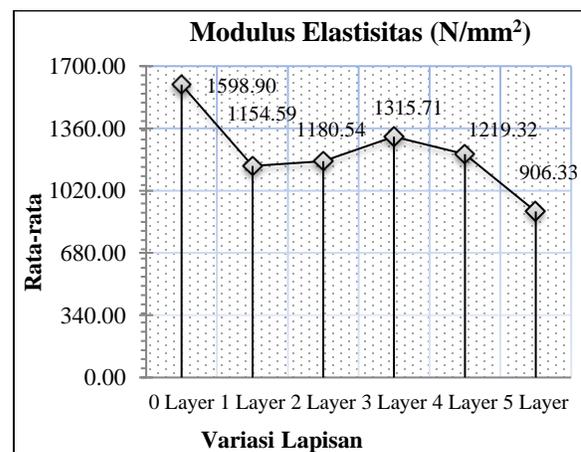
Gambar 4.1. Grafik hasil perhitungan rata-rata tegangan

Komposit dengan 3 lapisan serat tapis kelapa memiliki peningkatan tegangan tertinggi sebesar 35,46 N/mm<sup>2</sup>, dilihat dari fraktur yang dihasilkan terdapat mode patahan *overload* yang terjadi dikarenakan ikatan antara matrik dengan serat sangat baik. Putusnya serat diakibatkan karena batas kekuatan yang dihasilkan oleh serat dan ikatan yang kuat antara serat dengan matrik. Pada penelitian ini turunnya tegangan komposit 4 dan 5 lapisan diakibatkan karena semakin banyak lapisan serat tapis kelapa yang dimasukkan pada volume yang sama (25 ml) maka matrik sebagai pengikat dalam komposit akan berkurang sangat banyak. Penggunaan tapis kelapa yang rapat ternyata kurang baik untuk penguat komposit yang diperuntukkan untuk menerima beban bending karena justru mengurangi ikatan antara matrik[3].



Gambar 4.2. Grafik hasil perhitungan rata-rata regangan

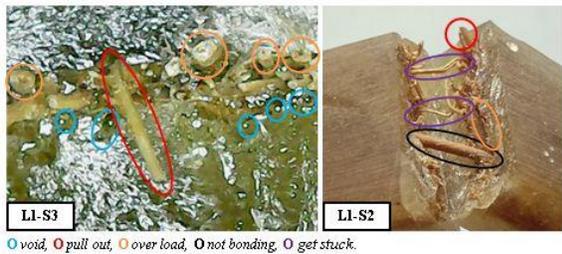
Seiring bertambahnya lapisan serat tapis kelapa terhadap komposit maka regangan yang dihasilkan juga akan meningkat. Serat tapis kelapa memiliki jaringan yang serat saling menyilang satu sama lainnya antara lapisan serat atas dan bawah seperti serabut-serabut kecil. Regangan yang dihasilkan mengalami peningkatan diakibatkan serat mengalami pengecilan rongga tiap-tiap lapisan. Mode fraktur yang dihasilkan semakin banyak serat pada komposit maka patahan dominan memiliki mode *pull out* serat yang panjang dan hampir sama dengan *get stuck* akan tetapi mode ini serat tidak tertarik keluar hingga menunjukkan ujung patahannya. Sbagian atas dan bawah tapis lebih besar dari pada serat yang letaknya di tengah yang berupa serabut-serabut kecil.



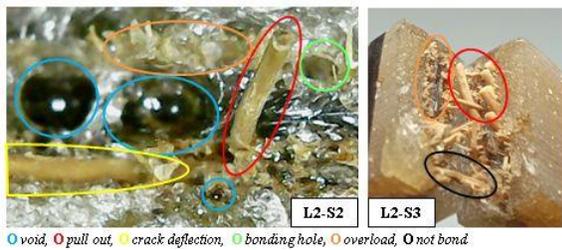
Gambar 4.3. Grafik hasil perhitungan rata-rata modulus elastisitas

*Epoxy* memiliki sifat yang keras dan getas. Perpaduan yang dibentuk antara resin dan banyaknya serat akan mengakibatkan melemahnya elastisitas pada komposit. Komposit yang memiliki sifat getas mengakibatkan hilangnya elastisitas seiring bertambahnya serat pada variasi 4 dan 5 lapisan. Pencampuran resin 1:1 juga salah satu faktor terbentuknya *void* dikarenakan viskositas *hardener* yang tinggi sehingga *void* tidak bisa bergerak cepat ke permukaan. Terbentuknya *void* sudah terjadi saat resin dan *hardener* dituangkan dalam wadah dan saat proses pengadukan dilakukan *void* dengan ukuran kecil akan terbentuk kembali seperti buih-buih.

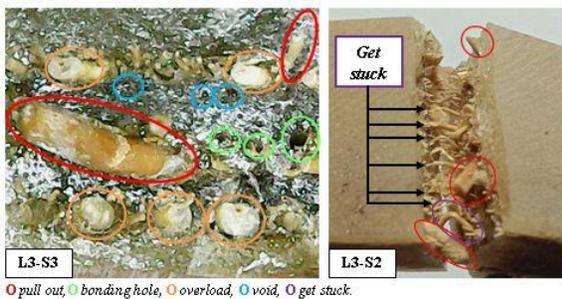
**4.2 Hasil Foto Struktur Mikro**



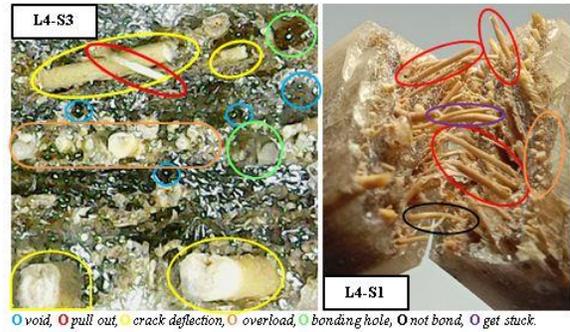
Gambar 4.3. Foto mikro komposit 1 layer



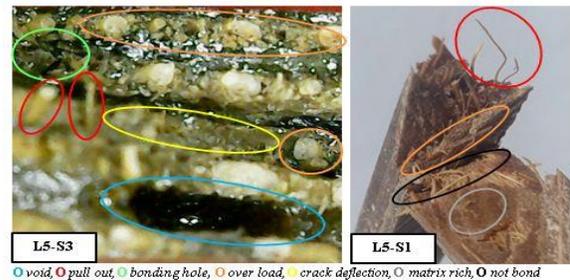
Gambar 4.4. Foto mikro komposit 2 layer



Gambar 4.5. Foto mikro komposit 3 layer



Gambar 4.5. Foto mikro komposit 4 layer



Gambar 4.6. Foto mikro komposit 5 layer

Pengamatan yang telah dilakukan terlihat permukaan hasil patahan pada komposit serat bersifat getas. *Void* terbentuk akibat dari reaksi kimia yang dihasilkan oleh resin dengan *hardener*. *Void* membentuk menyerupai buih-buih kecil yang menempel pada lapisan bawah serat. Pada dasarnya *void* akan naik atau timbul ke permukaan, dikarenakan rata-rata lapisan serat tapis kelapa memiliki struktur lebih rapat, maka *void* yang terjebak tidak dapat naik ke permukaan. Mode patahan *overload* adalah patahan serat lurus mengikuti permukaan patahan yang terjadi diakibatkan ikatan antara matrik dengan serat sangat baik. Putusnya serat diakibatkan karena batas kekuatan yang dihasilkan oleh serat dan ikatan yang kuat antara serat dengan matrik. *Crack deflection* terjadi dikarenakan matrik terlepas dari serat, ini menandakan bahwa matrik tidak kuat menahan tarikan yang diberikan saat pengujian, maka dari itu patahan dominan mengikuti orientasi pada serat. Mode patahan *pull out* terjadi karena matrik sebagai pengikat terhadap serat tidak kuat menahan saat diberikan tarikan mengakibatkan serat putus dari dalam sehingga serat tertarik keluar dan meninggalkan lubang pada patahan pasangannya yang disebut dengan *Bonding hole*. Mode patahan *not bond* yaitu serat tidak putus

saat diberi tarikan. Mode ini disebabkan karena matrik tidak menyerap sepenuhnya untuk mengikat serat mengakibatkan serat masih bisa melakukan regangan lebih. *Matrix rich* menunjukkan bahwa tidak adanya serat didaerah matrik, ini menandakan matrik tidak terikat penuh pada serat dan hanya menempel pada bagian luar dari serat tapis[2]. *Get stuck* disebabkan ukuran diameter setiap serat tidak sama mengakibatkan tiap-tiap jaringan lapisan putus didalam spesimen sehingga serat tersangkut saat diberi tarikan.

## 5 Penutup

### 5.1 Kesimpulan

1. Hasil dari pengujian tarik komposit dengan variasi 3 lapisan memiliki hasil tegangan tertinggi yaitu 35,46 N/mm<sup>2</sup>. Dari hasil regangan tertinggi yang dihasilkan yaitu 3,09% terdapat pada komposit dengan variasi 5 lapisan. Sedangkan modulus elastisitas tertinggi yang dihasilkan yaitu 1315,71 MPa terdapat pada komposit dengan variasi 3 lapisan.
2. Komposit dengan variasi 3 lapisan serat tapis kelapa memiliki nilai tegangan tertinggi dilihat dari fraktur terdapat mode *overload* yang terjadi dikarenakan ikatan antara matrik dengan serat sangat baik. Serat yang rapat berpengaruh terhadap penyerapan resin sebagai pengikat ditandai dengan adanya mode patahan *crack deflection* dan terbentuknya *void* tidak bisa naik kepermukaan mengakibatkan *void* akan menghalangi resin untuk mengikat serat. Tapis memiliki struktur jalinan jaring serat tidak lurus jika serat ditarik maka jarak serat akan semakin mengecil dan mengalami perpanjangan lebih yang diakibatkan serat menjadi lurus. Kekuatan tarik komposit dengan variasi lapisan sangat dipengaruhi oleh arah serat setiap lapisan, ukuran jalinan jaring, kerapatan serat, dan tentunya perpaduan dengan jenis resin yang digunakan sebagai bahan komposit

### 5.2 Saran

1. Penggunaan resin dengan viskositas yang rendah untuk meningkatkan ikatan terhadap serat.
2. Pemilihan kualitas dan struktur serat tapis agar perpaduan resin sebagai pengikat bisa lebih sempurna.
3. Orientasi pada setiap lapisan juga sangat diperlukan untuk menerima beban dan kekuatan yang akan dihasilkan.

## 4. Daftar Pustaka

- [1]ASTM (2019) D638-14, *Standard Test Method for Tensile Properties of Plastics 1*, ASTM International, Drive 100 Barr Harbor, PO Box C700, West Conshohocken, PA 19428-2959. Amerika Serikat.
- [2]Lokantar, P. I. (2012) *Analisa Kekuatan Impact Komposit Polyester-Serat Tapis Kelapa Dengan Variasi Panjang Dan Fraksi Volume Serat Yang Diberi Perlakuan NaOH*. Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia, Jurnal Dinamika Teknik Mesin, Vol. 2 No. 1, (47-54).
- [3]Lokantara, P., dan Suardana, G. P. N., (2007) *Analisi Arah dan Perlakuan Serat Tapis Serta Rasio Epoxy Hardener Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Komposit Tapis/Epoxy*, Universitas Udayana Kampus Bukit Jimbaran, Bali, Indonesia, Jurnal Ilmiah Teknik Mesin, Vol. 1 No. 1, (15-21).