

## Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan *Impact* Komposit *Polyester*

Nasmi Herlina Sari\*, Achmad Zainuri\*\*, Fitratul Wahyu\*\*\*

\*,\*\*,\*\*\*Dosen Teknik Mesin Universitas Mataram, Jl. Majapahit No. 62 Mataram

Email: nazmi2707@yahoo.com

### ABSTRACT

*Composite has alone top to be compared with alternative's tech material any other as strong, demulcent, bate corrosion, economic etcetera. The aim of this research is to investigate the influence of fiber length and fiber volume composition coconut frond to tensile strength step-up and toughness impact composite is coconut frond fiber with matrix resin polyester*

*This research utilizes fiber length variation 2 cm, 4 cm, 6 cm and fiber volume variations 5%, 10%, 15%. composite lasing utilizes resin polyester composite makings done at random with fiber compare and resin 100%. Fiber conduct is done with soak fiber up to 1 hour with NaOH solution as much 4%. composite makings process by method hand lay up with emphasis manually utilize glass as printed as and depressing.*

*That result showed for fiber length 2 cm, 4 cm, and 6 cm gotten by supreme tensile strengths on long fiber 6 cm which is 27.5503216 N/mm<sup>2</sup> and tensile strength is contemned available on fiber length 2 cm which is 16.80040936 N/mm<sup>2</sup> and on fiber volume 5%,10%, and 15% supreme tensile strengths on volume fiber 15%, which is 28.49020468 N/mm<sup>2</sup> and tensile strength is contemned available on volume 5%, which is 16.80040936 N/mm<sup>2</sup>. Toughness impact supreme for fiber length 2 cm, 4 cm, and 6 cm happens on fiber length 2 cm with volume variation 10% which is 4087.5 Kj/m<sup>2</sup> and on fiber volume 5%,10%, and 15% gotten by toughness impact supreme available on volume 10% with longing fiber 6 cm which is, 4087. 5 Kj/m<sup>2</sup>*

*Key word: Composite Coconut frond fiber, long fiber, fiber volume, tensile strength, toughness impact*

### 1. Pendahuluan

Pengembangan komposit dengan menggunakan serat dari sabut kelapa sebagai penguat didalam pembuatan komposit sudah banyak dilakukan seperti yang dilakukan oleh Hanida (2007) dimana didalam penelitiannya menggunakan serat sabut kelapa sebagai penguat dalam komposit *sandwich* menunjukkan bahwa sifat mekanik komposit *polyester* sabut kelapa menunjukkan peningkatan dengan meningkatnya presentase berat dan panjang serat sabut kelapa. Sedangkan penggunaan serat dari pelepah kelapa sendiri belum banyak dilakukan dan dikembangkan serta informasinya masih sangat terbatas. Menurut Adiyatno (2009) dalam artikelnya yang berjudul pelajaran dari pohon kelapa menyatakan bahwa pohon kelapa (*coco nifera*) adalah sejenis pohon dari keluarga palem yang biasa tumbuh didaerah pantai di Negara-negara tropis. Pohon kelapa punya banyak kegunaan bagi manusia, mulai dari akar, batang, daun, hingga buahnya. Batang kelapa begitu kokoh dan kuat dan batang kelapa tersebut

dapat digunakan sebagai jembatan untuk melintasi sungai dan kali. Dapat pula digunakan sebagai tiang penyangga rumah.

Dengan demikian penggunaan serat pelepah kelapa ini sebagai salah satu bahan penguat pembuatan material komposit dapat dikembangkan. Pengembangan serat pelepah kelapa sebagai material komposit ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan bahan baku serat alam, Indonesia memiliki bahan baku yang cukup melimpah. Serat pelepah kelapa sebagai elemen penguat sangat menentukan sifat mekanik dari komposit karena meneruskan beban yang di distribusikan oleh matrik. Orientasi serat pelepah kelapa yang dikombinasi dengan polyester sebagai matrik, akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang bermanfaat dalam dunia industri. Dengan memvariasikan panjang serat dan volume serat pada suatu komposit bisa mempengaruhi kekuatan tarik material komposit, variasi panjang serat 2 cm, 4 cm, 6 cm dan komposisi volume serat 5 %, 10%, 15%, diharapkan akan menghasilkan

kekuatan tarik dan ketangguhan *impact* komposit yang bervariasi untuk mendukung pemanfaatan

**2. Dasar Teori**

**Komposit**

Bahan komposit sebenarnya banyak sekali terdapat di alam karena bahan komposit terdiri dari bahan organik maupun bahan anorganik, misalnya bambu, kayu, serat pelepah kelapa, tebu, dan sebagainya. Secara tidak sadar sebenarnya kita telah mengenal berbagai jenis komposit. Seorang petani memperkuat tanah liat dengan jerami, pengrajin besi membuat pedang secara berlapis, dan beton bertulang merupakan beberapa jenis komposit yang sudah lama kita kenal (Diharjo,2003). Berdasarkan bentuk material penguatnya, maka secara umum dikenal tiga kelompok komposit (Matthews dan Rowling, 1994) :

1. Komposit Berpenguat Partikel

Pada komposit jenis material ini yang dipergunakan adalah yang berbentuk partikel (penguatnya butiran, kerikil, pasir). partikel mempunyai bermacam-macam pengaruh pada

**Ketangguhan *impact***

Untuk mengukur ketangguhan *impact* digunakan persamaan (1) dan (2), sebagai berikut :

$$\Delta E = w \cdot \ell (\cos \beta - \cos \alpha) \dots\dots\dots(1)$$

$$A = (L - H) \times T \dots\dots\dots(2)$$

Sedangkan harga ketangguhan material dapat diketahui dengan menggunakan persamaan 3, yaitu:

**3. Metodologi penelitian**

**Alat dan bahan**

Alat uji Tarik dengan spesifikasi Merk : Hung Ta Instrument dengan kapasitas : 10000 kg Tipe : HT-9501 tahun 2000. Sedangkan alat untuk uji *impact* menggunakan mesin uji *impact* (pada gambar 1). Adapun bahan dalam penelitian ini adalah : Resin *polyester*, Serat Pelepah Kelapa (*Cocos Nucifera L*), Larutan NaOH dengan konsentrasi larutan : 4%. Variasi panjang serat yang digunakan 2 cm, 4 cm dan 6 cm dengan fraksi volume serat 5%, 10% dan 15% (volume).

komposit alternatif.

komposit matrik, tergantung pada sifat kedua komponen. Partikel yang bersifat ulet seperti partikel karet ditambahkan pada matrik yang rapuh sehingga ketangguhannya meningkat, serta keretakan yang mungkin terjadi dapat dihilangkan dengan adanya partikel tersebut.

2. Komposit Berpenguat *Whisker* (berpenguat serat).

Pada komposit jenis ini material penguat yang dipergunakan adalah yang berbentuk *whisker* atau serat *discontinue* (serat-serat pendek). *Whisker* atau serabut-serabut pendek terbuat dari oksida logam karbida, *halide*, dan *nirida*, dan orang lain-lain. *Whisker* yang bersifat kuat dan kaku bila ditambahkan pada matrik yang ulet akan dapat menghasilkan material komposit yang kuat, kaku dan kenyal.

3. Komposit Berpenguat Serat Kontinue (komposit *laminat*).

Pada komposit ini jelas material penguat yang dipergunakan adalah berbentuk filamen atau serat panjang (penguatnya lembaran, kertas, kain direkatkan dan kecangkan).

$$\text{Harga ketangguhan} = \frac{\Delta E}{A} \text{ (kJ/ m}^2\text{) } \dots\dots(3)$$

Dimana:

$\ell$  = Jarak antara titik berat dari pendulum ke sumbu putar 0

$\alpha$  = sudut awal sebelum diberi spesimen

$\beta$  = Sudut akhir setelah di pasang spesimen

$\Delta E$  = Tenaga patah (kJ)

A = Luas penampang (m<sup>2</sup>)

w = Berat pendulum

T = Tebal spesimen

**Proses pengambilan Serat Pelepah Kelapa**

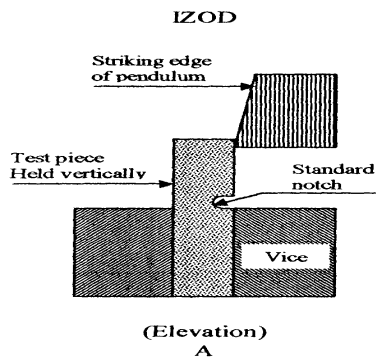
- a. Pengambilan Pelepah kelapa yang sudah menguning dari pohon
- b. Pelepah kelapa dipotong sepanjang 1 meter untuk mempermudah mengambil serat.
- c. Pelepah kelapa dipukul pelan dengan palu supaya serat dan pelepahnya mudah terpisah.
- d. Bagian luar kulitnya yang keras dikupas agar memudahkan pengambilan serat
- e. Pengambilan serat Pelepah kelapa menggunakan sikat kawat.
- f. Serat yang telah didapat siap untuk dilakukan perlakuan alkali (perendaman dengan NaOH).

**Perlakuan serat**

- Serat yang telah didapat kemudian dijemur selama 3 jam atau sampai kering.
- Setelah kering serat kemudian direndam dalam larutan NaOH dengan konsentrasi larutan 4% selama 1 jam
- Setelah selesai direndam, kemudian serat dicuci dengan air mineral merk Narmada.
- Kemudian serat dikeringkan dengan dijemur disinari matahari selama 3 jam, dengan kadar Air pada Serat 20%

**Pembuatan cetakan**

Untuk pengujian *impact* cetakan dibuat menggunakan kaca dengan ketebalan 15 mm dengan ukuran mengacu pada standar spesimen uji *impact* ASTM D265 yang mempunyai daerah pencetakan 66 x 16 x 14 mm.

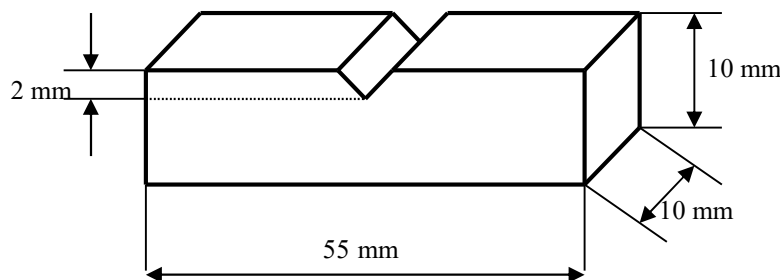


**Gambar 1.** Alat uji *impact* type izod

**Proses pembuatan benda uji yang menggunakan Resin Polyester**

- Alat dan bahan dipersiapkan dahulu
- Tahap awal yaitu pengolesan *wax mold release* atau kit mobil pada cetakan untuk memudahkan pengambilan benda uji dari cetakan
- Tuangkan *polyester* dan katalis sesuai perhitungan yang telah ditentukan ke dalam gelas pencampur kemudian aduk hingga campuran tersebut merata.
- Tuangkan serat sebanyak 5, 10, 15% volume ke dalam campuran *polyester* dan katalis, kemudian aduk hingga campuran serat dan polyester tercampur secara merata, kemudian campuran tersebut dituang ke dalam cetakan dan diatur supaya merata dalam cetakan.
- Penutupan dengan menggunakan kaca yang bertujuan agar *void* yang kelihatan dapat diminimalkan jumlahnya yang kemudian dilakukan pengepresan dengan menggunakan batu penekan.
- Proses pengeringan dibawah sinar matahari, proses ini dilakukan sampai benar-benar kering yaitu 5 – 10 jam.
- Proses pengambilan komposit dari cetakan yaitu menggunakan pisau ataupun *cutter*.
- Benda uji komposit siap untuk dipotong menjadi spesimen benda uji.
- Pengujian

Pembuatan spesimen sesuai dengan standar ASTM D 265 (dalam gambar 2).



**Gambar 2** Spesimen uji *impact* sesuai ASTM D265

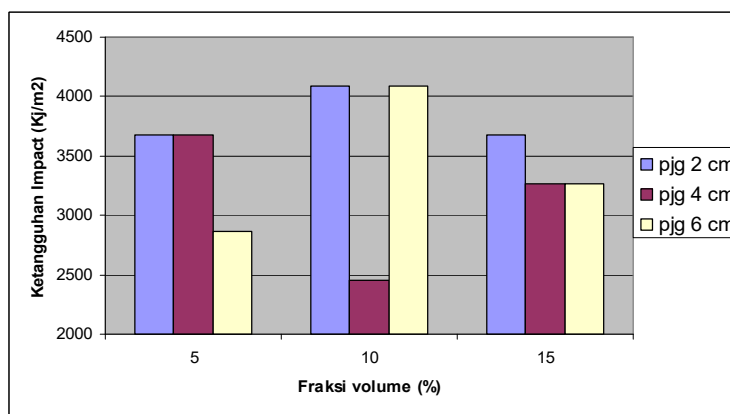
**4. Hasil dan Pembahasan**  
**Ketangguhan *Impact* Komposit**

Data dan grafik hubungan variasi panjang serat dan fraksi volume serat terhadap ketangguhan *impact* hasil pengujian spesimen ditunjukkan dalam tabel 1 dan gambar 3 dan 4. Pada gambar 3 menunjukkan bahwa. Pada panjang serat 2 cm, terlihat peningkatan ketangguhan *impact* dari volume serat 5% sebesar 3678.75 Kj/m<sup>2</sup> ke volume serat 10% sebesar 4087.5 Kj/m<sup>2</sup> atau sebesar 3.57% dari

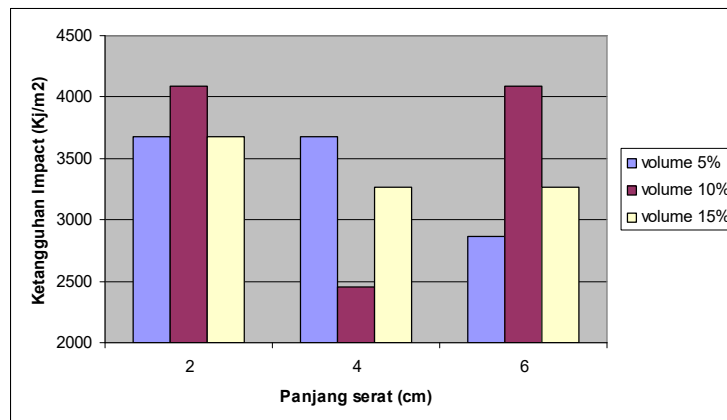
volume serat 5%, kenaikan ketangguhan *impact* ini disebabkan adanya penambahan volume serat yang digunakan, dan dari bentuk patahan spesimen dengan panjang serat 2 cm volume serat 10% menunjukkan terjadi patah ulet yang mana terlihat adanya serabut serat pada bentuk patahan komposit, atau pada saat diberikan beban serat mampu menahan energi

Tabel 1. Data hasil uji *Impact* komposit dengan variasi panjang dan variasi volume serat pelepah kelapa menggunakan matrik resin *polyester*

Variasi Panjang Serat (cm)	Komposisi Serat (% volume)	Rata-Rata Ketangguhan <i>Impact</i> (Kj/m <sup>2</sup> )
2	5	3678.75
	10	4087.50
	15	3678.75
4	5	3678.75
	10	2452.50
	15	3270.00
6	5	2861.25
	10	4087.50
	15	3270.00



**Gambar 3.** Grafik hubungan antara variasi volume serat pelepah kelapa terhadap ketangguhan *impact* spesimen komposit *polyester* dengan panjang serat 2 cm, 4 cm, dan 6 cm.



**Gambar 4.** Grafik hubungan antara variasi panjang serat pelepah kelapa terhadap ketangguhan *impact* spesimen komposit polyester dengan fraksi volume serat 5%, 10%, dan 15%.

yang diberikan sebelum spesimen tersebut patah, dan pada volume serat 15% mengalami penurunan ketangguhan *impact* sebesar 3678.75 Kj/m<sup>2</sup> atau 3.57% dari volume serat 10%, penurunan ketangguhan *impact* ini terjadi saat pengadukan serat dan resin polyester tidak mencampur dengan merata sehingga menyebabkan daya rekat antara serat dan resin

polyester yang kurang baik pada komposit uji, dan adanya penyebaran serat yang tidak merata pada komposit, yang mana terjadi penumpukan serat pada titik-titik tertentu pada komposit uji, interface serat dan resin yang dihasilkan lemah sehingga specimen komposit mudah patah seperti ditunjukkan dalam gambar 5.



**Gambar 5.** Bentuk patahan spesimen uji *impact* menggunakan matrik polyester dengan panjang serat 2 cm

Pada panjang serat 4 cm, terlihat penurunan ketangguhan *impact* dari volume serat 5% yaitu 3678.75 Kj/m<sup>2</sup> ke volume serat 10% yaitu 2452.5 Kj/m<sup>2</sup> atau sebesar 8.69%, hal ini disebabkan karena *interface* serat-resin polyester lemah dimana resin polyester mengalami retak atau kerusakan terlebih dahulu dan *interface* yang lemah tidak mampu menahan energy yang diberikan sehingga retakan yang terus merambat pada *specimen*

sampai specimen patah getas, seperti ditunjukkan dalam gambar 6. Dalam hal ini serat menahan sebagian besar *energy* yang diberikan, dimana serat menunjukkan sifat yang lebih ulet. Sedangkan dari gambar 3 menunjukkan bahwa pada volume serat 15% terjadi kenaikan ketangguhan *impact* yaitu sebesar 3270 Kj/m<sup>2</sup> atau mengalami kenaikan 8.69% dari volume serat 10% ini disebabkan oleh lebih banyaknya komposisi volume 15%

serat dibandingkan dengan komposisi volume 10%. *Interface* serat-resin polyester lebih kuat sehingga ketika beban yang diberikan sebagian besar dibawa oleh resin, serat memiliki ductility yang yang rendah, dimana serat tidak mampu

meregang dengan baik seperti resin *polyester* yang mampu meregang. Serat sengaja ditambahkan untuk meningkatkan ketangguhan *impact*. Hal ini juga diperlihatkan dalam foto patahan specimen dalam gambar 6..



**Gambar 6.** Bentuk patahan spesimen uji *impact* menggunakan matrik *polyester* dengan panjang serat 4 cm

Pada panjang serat 6 cm, terlihat peningkatan ketangguhan *impact* dari volume serat 5% sebesar 2861.25  $\text{Kj/m}^2$  ke volume serat 10% sebesar 4087.5  $\text{Kj/m}^2$  atau sebesar 12%, kenaikan ketangguhan *impact* ini disebabkan adanya pertambahan volume serat yang digunakan dan dengan volume ini serat menyebar lebih merata dan serat melengkung di dalam cetakan dikarenakan ukuran serat yang lebih panjang daripada ukuran panjang specimen (cetakan) sehingga kondisi serat tersebut menyebabkan serat mampu meneruskan energy yang lebih merata antara serat dengan serat dibandingkan resin sehingga butuh *energy* yang besar untuk mematahkan

specimen. Jenis patahan specimen menunjukkan jenis patahan getas seperti ditunjukkan dalam gambar 7. Namun sebaliknya pada volume serat 15% menunjukan penurunan ketangguhan *impact* yaitu sebesar 3270  $\text{Kj/m}^2$  atau mengalami penurunan 8% dari volume serat 10%, hal ini dikarenakan penyebaran serat tidak merata ke segala arah dalam cetakan, adanya serat yang melipat secara tidak teratur dalam cetakan dan volume serat yang terlalu banyak sehingga sebagian serat keluar dari cetakan akibat dari penekanan secara *hand lay up* yang menyebabkan serat tidak mampu menahan konsentrasi beban dengan baik.



**Gambar 7.** Bentuk patahan spesimen uji *impact* menggunakan matrik *polyester* dengan panjang serat 6 cm

Dari Gambar 4, grafik hubungan antara variasi panjang serat pelepah kelapa terhadap ketangguhan *impact* spesimen komposit termoplastik dengan volume serat 5%, 10%, dan 15%, berpengaruh terhadap ketangguhan *impact* yang dihasilkan, terlihat dari masing-masing konsentrasi yang dihasilkan berbeda-beda

Pada volume serat 5%, terlihat tidak ada perubahan ketangguhan *impact* dari panjang serat 2 cm yaitu 3678.5 Kj/m<sup>2</sup> ke 4 cm yaitu 3678.5 Kj/m<sup>2</sup>, atau sebesar 0%, disini tidak terjadi kenaikan dan penurunan ketangguhan *impact*, disebabkan karena saat pengadukan serat dan *resin polyester* tidak mencampur dengan merata sehingga menyebabkan daya rekat antara serat dan *resin polyester* yang kurang baik pada komposit uji, dan pada panjang serat 6 cm menunjukkan ketangguhan *impact* terendah yaitu sebesar 2861.25 Kj/m<sup>2</sup> atau mengalami penurunan 8% dari panjang serat 4 cm, ini terjadi karena serat terlalu panjang dari cetakan yang menyebabkan penyebaran serat yang kurang merata dalam cetakan pada saat proses pembuatan spesimen uji, dan serat melipat pada bagian-bagian tertentu pada spesimen uji.

Pada volume serat 10%, terlihat ketangguhan *impact* terendah terdapat ada panjang serat 4 cm yaitu 2452.5 Kj/m<sup>2</sup>, penurunan ini disebabkan ukuran panjang serat 4 cm dengan ukuran panjang cetakan 6.6 cm yang hampir sama, hingga pada waktu penuangan dalam cetakan serat mengumpul disisi-sisi pinggir pada cetakan, dan pada waktu ditekan secara *hand lay up* serat melipat pada bagian pinggirnya, akibat dari itu serat yang berada pada bagian tengah menjadi melengkung, menyebabkan serat tidak mampu menahan konsentrasi beban yang diberikan

## 5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa panjang serat dan fraksi volume serat mempengaruhi harga ketangguhan *impact* komposit serat pelapah kelapa-polyester dimana ketangguhan *impact* terbesar terdapat

dengan baik, dan pada panjang serat 6 cm dengan volume serat 10% terjadi peningkatan ketangguhan *impact* yaitu sebesar 4087.5 Kj/m<sup>2</sup> atau 15.3% dari panjang serat 4 cm, kenaikan ketangguhan *impact* ini disebabkan karena panjang serat yang digunakan dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit, serat melipat dengan baik pada cetakan dalam komposit uji.

Pada volume serat 15% dengan panjang serat 2 cm, terlihat ketangguhan *impact* sebesar 3678.75 Kj/m<sup>2</sup>, ini disebabkan karena panjang serat yang digunakan dalam membuat komposit akan mempengaruhi ketangguhan *impact*, dan pada panjang serat 4 cm dengan volume serat 15% menunjukkan penurunan ketangguhan *impact* 3270 Kj/m<sup>2</sup> atau sebesar 4% dari panjang serat 2 cm, penurunan ini disebabkan ukuran panjang serat 4 cm dengan ukuran panjang cetakan 6.6 cm yang hampir sama, hingga pada waktu penuangan dalam cetakan serat mengumpul disisi-sisi pinggir pada cetakan, dan pada waktu ditekan secara *hand lay up* serat melipat pada bagian pinggirnya dan ada sebagian serat yang melipat keluar dari cetakan karena banyaknya volume serat, akibat dari itu serat yang berada pada bagian tengah menjadi melengkung, menyebabkan serat tidak mampu menahan konsentrasi beban yang diberikan dengan baik, dan pada panjang serat 6 cm didapatkan nilai ketangguhan *impact* yang sama dengan ketangguhan *impact* pada panjang serat 4 cm, hal ini terjadi karena serat lebih panjang dari cetakan uji yang mengakibatkan serat melipat, serat tersebut tidak melipat dengan baik didalam cetakan akibat pengaruh penekanan secara *hand lay up* pada saat pembuatan komposit.

pada panjang serat 2 cm dengan variasi volume 10% yaitu 4087.5 Kj/m<sup>2</sup>. Dan pada volume 10% dengan panjang serat 6 cm menghasilkan ketangguhan *Impact* tertinggi yaitu, 4087.5 Kj/m<sup>2</sup>

## Daftar Pustaka

- [1]. Diharjo, K., *Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester*, UNS
- [2]. Eichorn, S.J., Zafeiropoulos, C.A.B.N., Ansel L.Y.M.M.P., Entwistle, K.M., Escamillia, P.J.H.F.G.C., Groom, L., Hill, M.H.C., Rials, T.G., dan Wild, P.M., 2001. Review Current International Research into Cellulosic Fibres and Composites, *Journal of Polymer*, Volume 37, No 24..
- [3]. Kamal, zainul (2008) . Sifat fisis dan mekanis komposit serat kelapa polyester dengan variasi panjang serat pada fraksi volume serat 30 %. Thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4]. Kaw, autar k. *Mechanics of kom posite material/ autar, k. Kaw.--2nd ed. P.cm.--(mechanical engineering;v.29)*
- [5]. Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medicine, London, UK.
- [6]. Purboputro, P. 2005, *Pengaruh Panjang Serat terhadap Kekuatan Impak Komposit Enceng Gondok Dengan Matrik Polyester*, Jurusan Teknik Mesin, Universitas Muhamadiyah Surakarta, Kartasura.
- [7]. Semerdjiev, s., 1970. *Metal To Metal Adhesive Bonding*, Business Books limited. London
- [8]. Smith., W. F. Hashemi, J. (2006). *Foundations Of Material Science and Engineering* (4<sup>th</sup> ed) me Graw Hill.
- [9]. Sulistijono (2008), *Analisa Pengaruh Fraksi Volume Serat Kelapa Pada Komposit Matriks Polyester Terhadap Kekuatan Tarik, Impact Dan Bending*. ITS Semarang.
- [10]. Widodo, B., 2008, *Analisa Sifat Mekanik Komposit Epoksi Dengan Penguat Serat Pohon Aren (Ijuk) Model Lamina Berorientasi Sudut Acak (Random)*. Jurusan Teknik Mesin, ITN Malang
- [11]. Khanam, P.Noornisa, dkk., 2007. Tensile, Flexural and Compressive Properties of Sisal/Silk Hybrid Composites. *Journal of Reinforced Plastics and Composites*, Vol. 26, No.10/2007.
- [12] Nasmi H.S, 2010. Analisis kekuatan bending material komposit diperkuat serat pandan wangi dengan matrik polyester dan epoxy, *Jurnal Teknik Mesin*, ITS, Vol. 10, No. 3. Hal. 147-155.
- [13] Mishra S.C. 2009. "Low cost polymer composites with rural resources", *Journal of reinforced plastics and composites*.Vol.28, No. 18, 2183-2188.