

KUAT TARIK, MODULUS ELASTISITAS, DAN MAKROSTRUKTUR KOMPOSIT SERAT ALAM DENGAN PARTIKEL RUMPUT TEKI (CYPERUS ROTUNDUS) SEBAGAI PENGUAT

Muhammad Rafiq Yanhar¹⁾, Dedy Musryady²⁾

¹⁾Dosen Fakultas Teknik UISU

²⁾Mahasiswa Teknik Mesin UISU

rafiq@ft.uisu.ac.id

Abstrak

Serat alami telah menunjukkan keunggulan dalam beberapa tahun terakhir. Keunggulan dari serat alami adalah harganya murah, densitas rendah, bahan terbarukan dan tidak berbahaya bagi kesehatan. Rumput teki merupakan salah satu serat alami dari gulma pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal dan banyak dijumpai dilahan terbuka. Penelitian ini memanfaatkan rumput teki yang dijadikan serbuk sebagai penguat dengan matrik dan polyester resin. Dalam penelitian ini akan dilakukan uji tarik untuk mendapatkan kuat tarik dan uji makrostruktur untuk dapat melihat patahan spesimen. Uji tarik dilakukan dengan standar ASTM D 638-02a type I dengan 4 komposisi yaitu komposisi A, B, C, dan D. Uji Makrostruktur dilakukan dengan menggunakan mikroskop dengan pembesaran sampai 5000 kali. Komposisi A memiliki nilai kuat tarik lebih besar dengan nilai sebesar 23.7895 MPa dan memiliki modulus elastisitas sebesar 137.745 MPa dan komposisi B memiliki kuat tarik sebesar 17.1835 MPa dan komposisi C memiliki kuat tarik sebesar 13.723MPa. Dan komposisi D memiliki nilai kuat tarik lebih kecil dengan nilai sebesar 11.5255 MPa dan nilai modulus elastisitas sebesar 137.745 Mpa. Pada uji makrostruktur, komposisi A memiliki hasil yang paling halus 1 titik porositas dengan ukuran diameter 0.8544 mm pada area luas 3 mm². Uji makrostruktur pada komposisi D memiliki hasil yang paling kasar dengan 9 titik porositas dengan ukuran diameter yang paling besar 0.664 mm pada area luas 3 mm².

Kata-Kata Kunci : Komposit, Serat Rumput Teki, Uji Tarik, Uji Makrostruktur

I. PENDAHULUAN

Sampai saat ini dunia industri masih menggunakan serat sintetis sebagai penguat material komposit. Serat sintetis digunakan dalam pembuatan berbagai produk seperti pada pesawat udara, lambung kapal, sudu turbin angin, bodi mobil, dan lain-lain (Ower Corning, 2010). Dari berbagai jenis serat, fibre glass adalah serat sintetis yang paling banyak digunakan. Pada tahun 2009 saja penggunaan fibre glass (serat kaca) di seluruh dunia sudah mencapai 4 sampai 5 juta ton per tahun dan diperkirakan pada tahun 2017 mencapai 8,5 juta ton per tahun (Composite World, 2009).

Namun serat sintesis ini sendiri memiliki beberapa kelemahan seperti harganya yang mahal, tidak dapat terurai secara alami, jumlahnya terbatas dan berbahaya bagi kesehatan. Selain itu fibre glass juga bias meningkatkan resiko terkena kanker paru-paru. Karena ukuran serat kaca ini bervariasi, serat yang lebih kecil dan tidak dapat dilihat dengan mata dapat terhirup dan masuk ke dalam tubuh, sedangkan partikel yang lebih besar dapat menyebabkan iritasi pada kulit, mata hidung dan tenggorokan.

Oleh karena itu para peneliti telah berupaya menemukan pengganti serat sintetis dari serat alam yang memiliki beberapa keunggulan, yaitu mudah didapat, dapat terurai secara alami, tidak berbahaya bagi kesehatan, tersedia di alam dalam jumlah besar dan harganya murah.

Tanaman pertanian, pohon-pohon hutan, dan jenis tanaman lainnya memiliki banyak kegunaan untuk komunitas pertanian. Bahan yang berasal dari tanaman telah digunakan secara tradisional untuk

makanan dan pakan. Produk polimer berbasis bahan hijau seperti tanaman pertanian merupakan dasar untuk membentuk produk yang eco-efisien dan berkelanjutan, dan bersaing dengan bahan-bahan sintesis (Suryanto et al., 2016).

Serat-serat alam dapat dikelompokkan berdasarkan pada sumbernya yaitu berasal dari tanaman, binatang atau mineral. Serat tanaman terdiri atas selulosa, sementara serat hewan (rambut, sutera, dan wol) terdiri atas protein-protein. Serat tanaman meliputi serat kulit pohon (atau stem atau sklerenkima halus), daun atau serat-serat keras, benih, buah, kayu, sereal gandum, dan serat-serat rumput lain. Banyak diantara serat-serat alam ini, telah dikembangkan sebagai penguat dalam bahan komposit. Bahan-bahan komposit serat alam telah meningkat penggunaannya karena harganya relatif murah, mampu untuk didaur ulang dan dapat bersaing dengan baik berdasarkan kekuatan per berat dari material.

Serat yang berasal dari tanaman, pada umumnya dikelompokkan menjadi 2 kelompok, yaitu serat non-kayu dan serat kayu. Serat non-kayu dibagi menjadi (Suryanto et al., 2012):

1. Jerami, contoh: jagung, gandum, dan padi.
2. Kulit pohon, contoh: kenaf (*Hibiscus cannabinicus*), flax (*Linum usitatissimum*), jute (*Corchorus*), rami (*Boehmeira nivea*), dan hemp (*Cannabis sativa*)
3. Daun, contoh: sisal (*Agave sisalana*), daun nanas (*Ananas comosus*), dan serat henequen (*Agave fourcroydes*)
4. Serat rumput/grass, contoh: serat bambu, rumput, rotan, switch grass (*Panicum*

virgatum), dan rumput gajah (*Erianthus elephantinus*).

Dalam penelitian ini serat alam yang digunakan adalah serat dari rumput teki, serat jenis ini dipilih karena rumput teki adalah gulma (tanaman pengganggu) pertanian yang belum dimanfaatkan secara maksimal dan banyak dijumpai dilahan terbuka. Teki sangat adaptif dan karena itu menjadi gulma yang sangat sulit dibasmi. Ia membentuk umbi yang mampu mencapai kedalaman satu meter, sehingga mampu menghindari dari kedalaman oleh tanah 30 cm. Teki menyebar keseluruhan penjuru dunia, tumbuh baik bila tersedia air cukup, teloran terhadap genangan, dan mampu bertahan pada kondisi kekeringan. Sedangkan matriks untuk pengikat serat dipilih dari resin polyester dan resin epoksi yang tahan panas dan tahan terhadap segala cuaca.

Riset mengenai komposit serat alam semakin banyak dilakukan, berikut ini adalah hasil-hasil penelitian yang berkaitan dengan komposit serat alam.

Astuti (2013) meneliti tentang pengaruh ketebalan serat pelepah pisang kapok terhadap sifat mekanik material komposit polyster serat alam. Hasil analisa menunjukkan bahwa nilai kuat tekan komposit maksimum yaitu 12,92 N/mm² pada penambahan serat dengan ketebalan serat 0,70 mm sedangkan kuat tarik komposit mencapai titik maksimum 2,53 N/mm² pada penambahan serat dengan ketebalan 0,82 mm.

Al mosawi dkk (2012) meneliti tentang penggabungan serat alam pohon pelem dan serat sintetis dari jenis kevlar dengan persentase berat serat 0,20,40 dan 60% serat. Hasil pengujian impak, kekerasan, uji tarik, dan kekuatan lentur.

Diharjo (2006) meneliti tentang pengaruh perlakuan alkali terhadap sifat tarik komposit berpenguat serat rami kontinyu dengan matriks polister, hasil penelitian menunjukkan 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 slitingin multiple area. Sebaliknya, penampang patahan komposit yang diperkuat serat 6 jam memiliki jenis patah tunggal.

Agus Amaruddin, Sri Mulyo Bondan Respat (2018) meneliti tentang serat pelepah pohon pisang. Akibat dari perlakuan perebusan yaitu perubahan pada struktur mikro semakin lama perebusan serat semakin jelas dan diameter semakin tinggi. Pada perlakuan resin polyester semakin lama perebusan nilai kerapatan serat terhadap resin semakin rendah sehingga serat tidak kompatibilitas terhadap resin polyester.

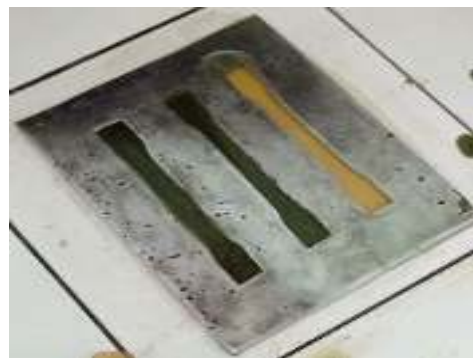
II. METODE PENELITIAN

Metode penelitian dapat di lihat seperti di bawah ini: Perbandingan variasi volume Serat terbagi pada 4 komposisi :

- A. 0% partikel dan 100% resin
- B. 10% partikel dan 90% resin
- C. 20% partikel dan 80% resin
- D. 30% partikel dan 70% resin

Masing – masing dibuat sebanyak 2 spesimen. Spesimen uji tarik dibuat melalui metode *hand lay-up* dengan standar ASTM D 638-02a tipe I. Matriks yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Polyester* Resin BTQX 157 EX, sedangkan serat diambil dari rumput teki (*Cyperus rotundus*) yang merupakan gulma (tanaman pengganggu) dalam pertanian. Metode pembuatan spesimen berbahan *polyester* resin diperkuat dengan serat rumput teki dapat dilihat seperti dibawah ini:

1. Rumput teki dicabut dari tanah lalu dicuci bersih dengan air, kemudian direndam dalam larutan NaOH 5% selama 1 jam untuk menghilangkan getah dan kotoran yang dapat mengurangi ikatan antara matriks dan serat.
2. Setelah itu rumput teki dikeringkan dengan cara dijemur dipanas matahari selama 5 hari untuk menghilangkan kadar airnya.
3. Sesudah rumput teki kering, lalu di blender dan di ayak dengan ayakan mesh 60.
4. Cetakan yang terbuat dari logam diolesi dengan wax agar setelah mengeras spesimen akan mudah dikeluarkan dari cetakan. Sedangkan bawah cetakan dilapisi dengan kaca yang juga diolesi wax.



Gambar 1. Cetakan Spesimen Uji Tarik

5. *Polyester* resin BQTN 157 EX yang telah dicampur dengan serbuk rumput teki (mesh 60) dan *hardener* (perbandingan 1:100) diaduk hingga merata lalu dituang ke dalam cetakan.
6. Biarkan spesimen mengeras selama 12 jam, setelah itu cetakan dibuka dan spesimen telah terbentuk.
7. Dilakukan pengujian tarik untuk mengetahui kekuatan tarik dan modulus elastisitas komposit.
8. Setelah uji tarik maka dilakukan uji makrostruktur dengan mikroskop untuk melihat permukaan patahan spesimen.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pengujian Tarik

Dalam penelitian ini uji tarik dari spesimen komposit berbahan *polyester* resin BQTN 157 EX diperkuat dengan serat rumput teki (*Cyperus rotundus*) dilakukan dengan alat TENSILON di Laboratorim IFRC Departemen Teknik Mesin USU, dengan kecepatan 1 mm/menit.



Gambar 2. Alat Uji Tensilon RTF-1350

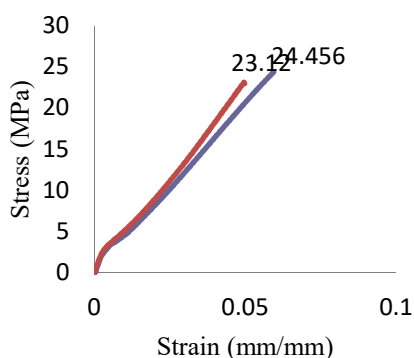
Uji tarik bertujuan untuk mendapatkan kekuatan tarik dan modulus elastisitas dari setiap variabel komposisi spesimen. Jumlah spesimen di setiap variabel berjumlah 2 dan terdapat 4 variabel komposisi pada spesimen. Perbedaan pada setiap variabel adalah perbandingan volume komposisi dari *polyester* resin BQTN 157 EX dengan serat rumput teki.

Pada komposisi A volume *polyester* resin adalah 100% dan 0 % partikel. Hasil Uji tarik pada komposisi A dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Tabel 1. Hasil Uji Tarik Komposisi A

Nama Spesimen	No	Kuat tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Komposisi A	1	24.456	142.31
	2	23.123	135.76
Rata – rata		23.7895	139.035

Pada komposisi A nilai rata-rata kuat tarik adalah 23.7895 MPa dan nilai modulus elastisitas 139.035 MPa.



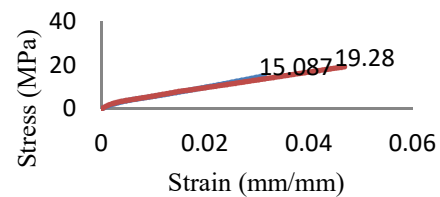
Gambar 3. Grafik Stress vs Strain Komposisi A

Pada komposisi B perbandingan volume dari *polyester* resin sebesar 90% dan rumput teki 10%. Hasil Uji tarik pada komposisi B dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Tarik Komposisi B

Nama Spesimen	No	Kuat tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Komposisi B	1	15.087	132.74
	2	19.28	167.41
Rata - rata		17.1835	150.075

Pada komposisi B nilai rata-rata kuat tarik adalah 17.1835 MPa dan nilai modulus elastisitas 150.075 MPa. Grafik hasil uji komposisi B dapat dilihat pada Gambar 4.



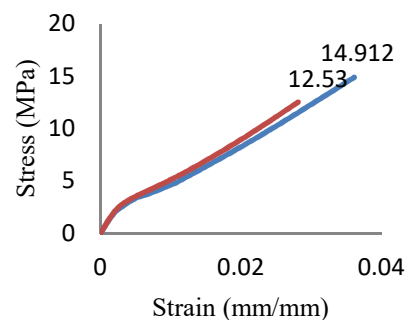
Gambar 4. Grafik Stress vs Strain Komposisi B

Pada komposisi C perbandingan volume dari *polyester* resin sebesar 80% dan rumput teki 20%. Hasil Uji tarik pada komposisi C dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Tarik Komposisi C

Nama Spesimen	No	Kuat tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Komposisi C	1	14.912	138.85
	2	12.534	126.67
Rata – rata		13.723	132.76

Grafik Stress vs Strain



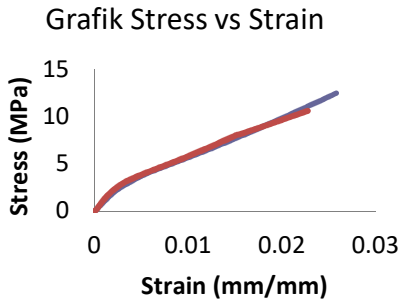
Gambar 5. Grafik Stress vs Strain Komposisi C

Pada komposisi C nilai rata-rata kuat tarik adalah 13.723 MPa dan nilai modulus elastisitas 132.76 MPa. Grafik hasil uji komposisi C dapat dilihat pada Gambar 6.

Pada komposisi D perbandingan volume dari *polyester* resin dengan serbuk rumput teki adalah 70% resin :30% serbuk. Hasil Uji tarik pada komposisi D dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Tarik Komposisi D

Nama Spesimen	No	Kuat tarik (MPa)	Modulus Elastisitas (MPa)
Komposisi D	1	12.46	127.85
	2	10.591	147.64
Rata - rata		11.5255	137.745



Gambar 6. Grafik Stress vs Strain Komposisi D

Pada komposisi D nilai rata-rata kuat tarik adalah 11.5255 MPa dan nilai modulus elastisitas 137.745 MPa. Grafik hasil uji komposisi D dapat dilihat pada Gambar 6.

Dari hasil pengujian dapat dilihat bahwa penambahan serbuk rumput teki menyebabkan penurunan kekuatan tarik dari 23.7895 MPa untuk komposisi A menjadi 17.1835 MPa pada komposisi B dan untuk komposisi C semakin menurun pada 13.723 MPa dan komposisi D bertambah turun lagi menjadi 11.5255 MPa sehingga dapat disimpulkan komposisi yg terkuat adalah komposisi B yaitu 17.1835 MPa sedangkan komposisi terendah ada pada komposisi D yaitu 11.5255 MPa.

Modulus elastisitas tertinggi ada pada komposisi B yaitu 150.075 dan penambahan serat pada komposisi C dan D menyebabkan modulus elastisitas nya turun lagi menjadi 132.76 dan 137.745.

3.2 Makrostruktur

Spesimen *polyester* resin tidak diperkuat serat rumput teki yang patah akibat dari uji tarik akan di uji makrostruktur patahannya dengan menggunakan mikroskop di Laboratorim IFRC Departemen Teknik Mesin USU yang pembesarnya sampai 5000 kali. Mikroskop dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Mikroskop

Uji makrostruktur bertujuan untuk melihat berapa besar persentase ruang-ruang kosong atau besarnya kadar pori yang terdapat pada spesimen *polyester* resin diperkuat serat rumput teki yang merupakan salah satu faktor utama yang mempengaruhi kekuatan komposit maka diperlukan prosedur pengukuran dan menganalisa untuk mendapatkan jumlah dan besar butir udara.

Komposisi A

Hasil dari spesimen *polyester* resin tidak diperkuat serat rumput teki yang dianalisa makrostruktur menggunakan mikroskop dapat dilihat pada Gambar 8.

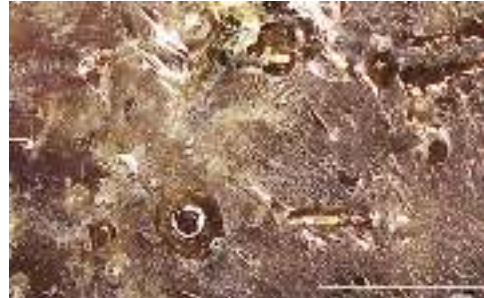


Gambar 8. Analisa Makrostruktur Komposisi A

Berdasarkan hasil analisa makrostruktur bagian patahan spesimen dengan area luas 3 mm² terdapat 1 titik porositas dengan ukuran butiran udara mencapai 0.854 mm.

3.3 Komposisi B

Hasil dari spesimen *polyester* resin diperkuat serat rumput teki yang dianalisa makrostruktur menggunakan mikroskop dapat dilihat pada gambar 9.

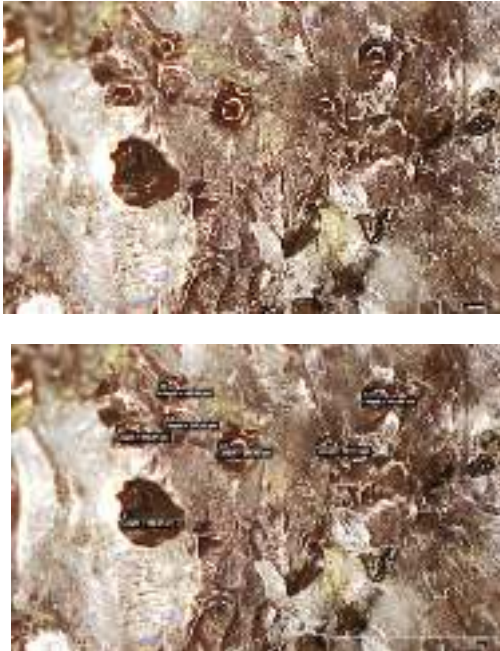


Gambar 9. Analisa Makrostruktur Komposisi B

Berdasarkan hasil analisa makrostruktur bagian patahan spesimen dengan area luas 3 mm^2 terdapat 3 titik porositas dengan ukuran butiran udara yang besar mencapai 0.418 mm dan yang terkecil 0.116 mm .

3.4 Komposisi C

Hasil dari spesimen *polyester* resin diperkuat serat rumput teki yang dianalisa makrostruktur menggunakan mikroskop dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Analisa Makrostruktur Komposisi C

Berdasarkan hasil analisa makrostruktur bagian patahan spesimen dengan area luas 3 mm^2 terdapat 7 titik porositas dengan ukuran butiran udara yang terbesar mencapai 0.385 mm dan ukuran butiran udara yang terkecil mencapai 0.167 mm .

3.5 Komposisi D

Hasil dari spesimen *polyester* resin diperkuat serat rumput teki yang dianalisa makrostruktur menggunakan mikroskop dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Analisa Makrostruktur Komposisi D

Berdasarkan hasil analisa makrostruktur bagian patahan spesimen dengan area luas 3 mm^2 terdapat 9 titik porositas dengan ukuran butiran udara yang besar mencapai 0.664 mm dan yang terkecil 0.055 mm .

Dari hasil foto makrostruktur dapat diketahui bahwa penurunan kekuatan tarik juga dipengaruhi oleh banyak nya porositas yaitu pada komposisi A terdapat 1 titik porositas dengan butiran udara mencapai 0.854 mm . Dan pada komposisi B bertambah menjadi 3 titik porositas dengan ukuran butiran udara yang besar mencapai 0.418 mm dan yang terkecil 0.116 mm , pada komposisi C terdapat 7 titik porositas dengan butiran udara yang terbesar mencapai 0.385 mm dan yang terkecil mencapai 0.167 mm dan D terdapat 9 titik porositas dengan ukuran butiran udara yang besar mencapai 0.664 mm dan yang terkecil 0.055 mm .

Banyaknya lubang-lubang porositas pada spesimen yang menunjukkan bahwa ketidak sempurnaan pembuatan spesimen. Lubang-lubang ini juga bisa menyebabkan turun nya kekuatan tarik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

4.1 Kesimpulan

1. Kekuatan tarik tertinggi ada pada komposisi B sebesar 17.1835
2. Penambahan serat rumput teki pada komposisi C dan D menyebabkan penurunan kekuatan tarik menjadi 13.723 dan 11.5255
3. Modulus elastisitas tertinggi ada pada komposisi B yaitu 150.075 dan penambahan serat pada komposisi C dan D menyebabkan modulus elastisitas nya turun lagi menjadi 132.76 dan 137.745
4. Uji foto makrostruktur pada mikroskop pada komposisi A terdapat 1 titik porositas, pada komposisi B terdapat 3 titik porositas, pada komposisi C 7 titik porositas, dan pada komposisi D terdapat 9 titik porositas. Sehingga dapat disimpulkan komposisi A memiliki permukaan yang paling halus dengan 1 titik porositas dan komposisi D memiliki permukaan yang paling kasar dengan 9 titik porositas.

4.2 Saran

1. Untuk hasil yang lebih presisi di sarankan untuk memakai cetakan selain logam, misal cetakan dari bahan kaca
2. Disarankan agar menggunakan serat alam selain rumput teki agar dapat dibandingkan hasilnya dengan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Astuti, 2013, *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Epoxy Serat Alam*, Jurnal Ilmiah Jakarta.
- [2] Diharjo K.dan Nuri S.H.,2006, *Studi Sifat Tarik Bahan Komposit Penguat Serat*, Jurnal Ilmiah Surabaya.
- [3] Owens Corning, 2010, *Top Ten Composite Apps*.
- [4] Paryanto, ddk, 2010, *Pengaruh Orientasi dan Fraksi Volume Serat Daun Nanas (Ananas Comocus) Terhadap Kekuatan Tarik Komposit Resin Epoxy Tak Jenuh (UP)*, Jurnal Ilmiah Erlangga
- [5] Rami, 2011, *Matriks Unsaturated Epoxy*, Proseding, Seminar Nasional Teknik Mesin FT Univ. Petra-Surabaya.
- [6] Satria Duwi, 2003, *Pembuatan Komposit Ditinjau dari kekuatan tarik*, Jurnal Ilmiah Malang.
- [7] Wahyudi B.K. 2000, *Mekanika Struktur Komposit*, Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi
- [8] Nasmi Herlina S ddk, 2011, *Pengaruh Panjang Serat Dan Fraksi Volume Serat Pelepah Kelapa Terhadap Ketangguhan Impact Komposit Epoxy*, Jurnal Univ Mataram,.