

PENGARUH VARIASI FRAKSI VOLUME KOMPOSIT SERAT E-GLASS $\pm 45^\circ$ POLYESTER 157 BQTN TERHADAP KEKUATAN BENDING DAN GESER

Istyan Priyahapsara¹⁾, Izza Rizky Assihaly²⁾

^{1,2}Prodi Teknik Penerbangan, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Yogyakarta
Jl. Janti Blok R Lanud Adisutjipto Yogyakarta

¹Email: istyanpriyahapsara@gmail.com

ABSTRACT

Demand of composite as aeronatics material is increasing. It's light weight, high specific strength, are become a favour of research. Fiber volume Fraction (FVF) is one of important factor on making of composite. The volume ratio between FVF and the resin is affecting its mechanical properties. In this reaserach there were three ratio variation between fiber and the resin. Bending and shear test were conducted through out this research. Results show that, the ductility increased due to the increased of its ratio, but it's shear stressare decreased.

ABSTRAK

Permintaan komposit sebagai material kedrigantaraan meningkat. Sifatnya yang ringan, kekuatan tinggi menjadi favorit penelitian. Fiber volume fraction (VBV) adalah salah satu faktor penting dalam pembuatan komposit. Rasio volume VBV dan resinnya memper=ngaruhi sifat mekanisnya. Pada penelitian ini ada tiga variasi rasio antara serat dengan resinnya. Pengujian Bending dan Geser dilakukan pada penenlitan ini. Hasilnya menunjukkan, keuletan meningkat karena meningkatnya rasio tetapi tegangan gesernya menurun.

Keywords: composite, FVF, shearing, bending.

A. PENDAHULUAN

Kebutuhan komposit sebagai material dirgantara semakin meningkat (Rahman & Kamiel, 2011). Berbagai jenis bahan komposit yang diterapkan dalam bidang perindustrian diantaranya adalah jenis bahan komposit yang bermatriks polimer. Resin polyester adalah matriks yang merupakan salah satu matriks polimer yang mudah diperoleh dan banyak digunakan oleh masyarakat umum dan industri. Selain itu resin ini harganya murah, mempunyai kemampuan berikatan dengan serat alam dengan baik, mempunyai karakteristik yang khas yaitu dapat dibuat kaku dan fleksibel (Saputra, 2012). Penambahan lapisan serat pada

komposit *E-Glass* akan mengakibatkan peningkatan pada fraksi berat serat dan fraksi volume serat, yang berakibat pada peningkatan kekuatan dan juga modulus lentur komposit *E-Glass* (Suardana & Surata, 2007). Oleh karena itu, pada penelitian kali ini penulis melakukan penelitian terhadap sifat mekanis komposit material *E-Glass*. *E-Glass* yang digunakan adalah tipe $\pm 45^\circ$, dimana tipe tersebut berbeda dengan serat *E-Glass* yang digunakan selama ini (*woven roving*), yaitu serat *E-Glass* yang dianyam dengan arah serat -45° dan $+45^\circ$ serta lebih tebal dari *E-Glass woven roving*, serat *E-Glass* 45° dalam penelitian ini akan dipadukan dengan

resin polyester 157 BQTN dalam berbagai macam variasi fraksi volume serat dibanding resin yang akan diuji terhadap beban uji *bending* berdasarkan ASTM D7264 dan beban uji geser berdasarkan ASTM D5379.

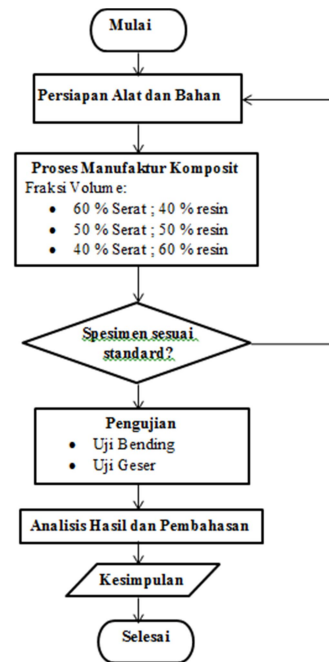
Adi (2006), meneliti kekuatan *bending* serat kenaf acak dengan resin polyester yang mengacu pada standar ASTM D-790. Dengan variabel fraksi volume serat 20%, 30%, 40% dan 50% diperoleh kekuatan *bending* tertinggi pada fraksi volume 20% dengan nilai 77,3 MPa. Penelitian tersebut sebanding dengan penelitian yang dilakukan oleh Wicaksono (2006) mengenai komposit serat kenaf acak yang menggunakan standar ASTM D-790 dihasilkan kekuatan tertinggi pada fraksi *volume* 40% dengan nilai 105,38 MPa.

Davanageri dkk, 2014, melakukan investigasi mengenai perbedaan sifat mekanis komposisi komposit pada serat *E-glass reinforced* dengan resin epoxy dengan berbagai variasi fraksi *volume* serat dibanding resin. Variasi fraksi serat yang digunakan 30%, 40%, dan 50%. Fraksi *volume* 40% serat: 60% resin mempunyai *load maximum* tertinggi dari pada fraksi lainnya. *Load maximum* mencapai kisaran 600 N. Data tersebut mengindikasikan bahwa *stress maximum* untuk uji *bending* berada di fraksi *volume* 40% : 60% untuk komposit *E-glass reinforced* resin epoxy.

Adam (2015), dengan perbandingan fraksi 40% serat : 60% resin dengan menggunakan *woven bidirectional E-glass fibers* terhadap *Unsaturated polyester 83* menghasilkan nilai *ultimate shear stress* tertinggi dari tiga *sample* uji berada pada kisaran 73 MPa.

B. METODE PENELITIAN

Gambar 1 menunjukkan diagram alir dari penelitian ini:



Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Bahan Dan Alat

Berikut ini adalah alat yang digunakan dalam penelitian ini:

1. Pompa *Vaccum Bagging* merupakan alat utama pada proses manufaktur komposit dengan metode *vacuum bagging* (Gambar 2).



Gambar 2 Pompa *Vaccum Bagging*

2. Meja Pembuatan Spesimen Komposit berfungsi untuk tempat pembuatan spesimen
3. Penggaris Besi Lurus berfungsi untuk mengukur dimensi spesimen
4. Pengaris Besi Siku berfungsi untuk membuat sudut 90° pada spesimen
5. Gunting Serat berfungsi untuk memotong serat.

6. Mikrometer Digital untuk mengukur ketebalan specimen komposit
7. Sealang Vaccum sebagai saluran udara dari alat vaccum
8. UTM *Tensilon* alat untuk pengujian kekuatan gesekan bending dari komposit

Sedangkan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah

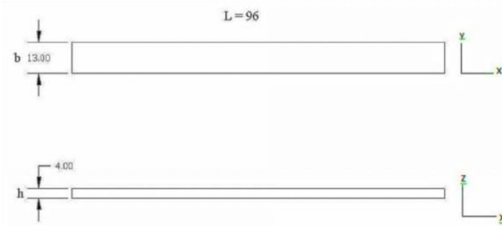
1. Release Wax berfungsi untuk melumasi permukaan cetakan agar specimen yang sudah kering mudah untuk dilepas.
2. Serat E-Glass 45° memiliki arah serat 45° dan tebal 0.5 mm.
3. Resin Polyester 157 BQTN
4. Katalis MEPOXE berfungsi untuk *hardener* pada resin polyester 157 BQTN
5. *Peel Ply* berfungsi untuk melapisi specimen agar mudah dilepas pada saat specimen telah selesai di *vacuum bagging*.
6. *Bleeder* berfungsi untuk menyerap resin yang berlebihan saat proses *vacuum*
7. *Bagging Film* berfungsi untuk menghalangi aliran udara keluar saat proses *vacuum*

Proses Manufaktur Komposit

Proses manufaktur komposit pada penelitian ini menggunakan metode *Close Molding Process* dengan metode *Vacuum Bagging Molding*. Dalam metode ini resin yang berlebih akan disedot *vacuum* dan menempel pada *bleeder*. Udara yang ada dalam area pembuatan specimen akan disedot dan masuk ke dalam *vacuum*.

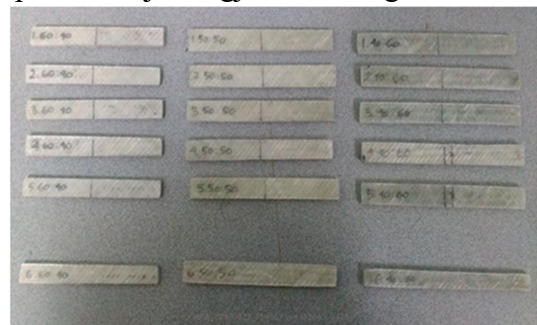
Pengujian Kekuatan Bending

Pengujian *bending* dilakukan sesuai *standard* ASTM D7264 (Gambar 3), dengan dimensi perbandingan tebal : span adalah 20 : 1. Pengujian dilakukan dengan kecepatan 1 mm/menit. Panjang span untuk fraksi 60% : 40% adalah 74 mm, Panjang span untuk fraksi 50% : 50% adalah 80 mm, Panjang span untuk fraksi 40% : 60% adalah 88 mm.



Gambar 3 Ukuran Specimen *Three Point Bending* (ASTM D7264)

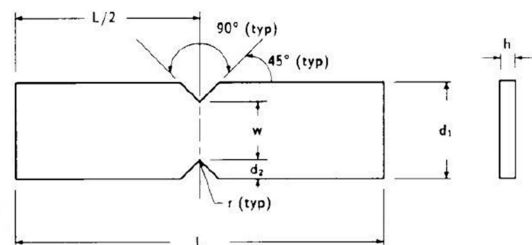
Gambar 4 menunjukkan bentuk specimen uji Pengujian Bending



Gambar 4 Specimen uji Bending Variasi Volume Fraksi

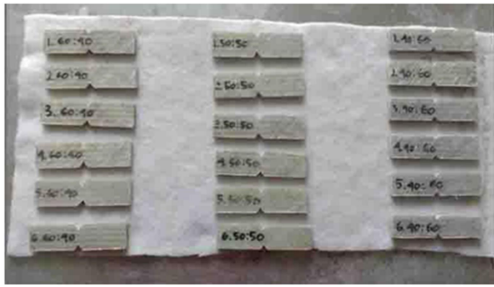
Pengujian Kekuatan Geser

Pengujian geser dilakukan sesuai *standard* ASTM D5379 (Gambar 5), dengan dimensi specimen panjang 76 mm, lebar 20 mm, kedalaman takikan 4 mm, jarak takikan atas sampai bawah 12 mm, sudut takikan 90°, dan tebal specimen kisaran antara 1.5 mm sampai 4.5 mm.



Gambar 5 Dimensi Specimen Uji Geser *Standard* (ASTM D5379)

Gambar 6 menunjukkan specimen uji Geser dengan standar ASTM D5379



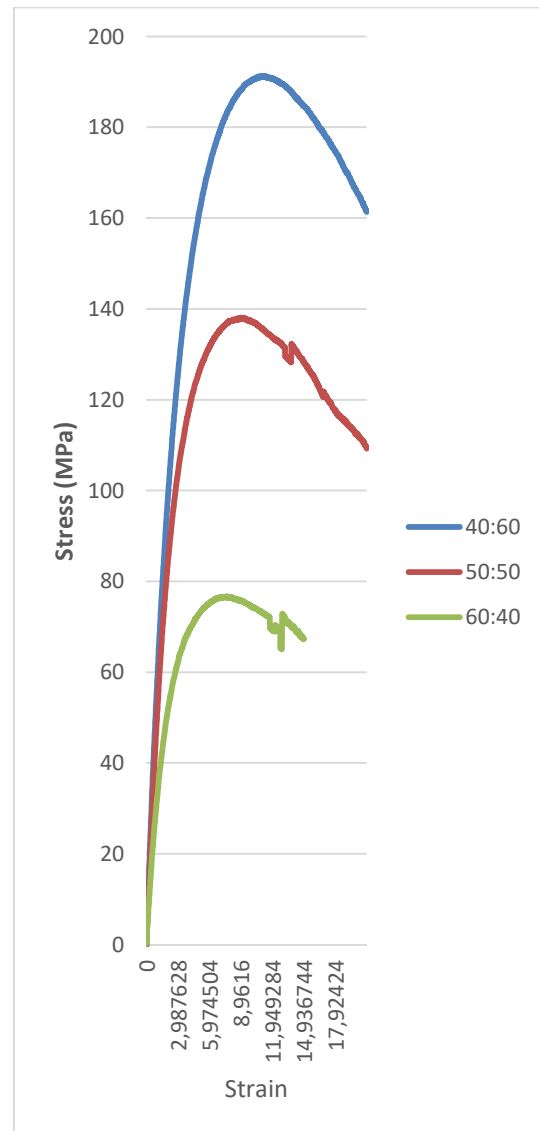
Gambar 6 Spesimen Uji Geser Standar ASTM D5379

C. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian Bending

Pengujian geser ini dilakukan dengan menggunakan alat UTM tipe RFT-2410 dengan jig khusus yang digunakan untuk pengujian *three point bending*. Pengujian dengan menggunakan alat UTM ini dilakukan dengan kecepatan 1 mm/menit. Data yang didapat dari pengujian *bending* spesimen komposit *E-Glass ±45° polyester 157 BQTN* berupa *load* dan *displacement*. Input pada pengujian *bending* berupa *width* dan *height*, *output* berupa *load* dan *displacement*. Arah sumbu koordinat pada spesimen uji *bending* adalah koordinat 1-3.

Perbandingan *flexural strength* rata-rata dari 3 variasi fraksi *volume* (Gambar 7) menunjukkan kenaikan *flexural strength* dikarenakan penambahan resinnya, grafik tersebut menjelaskan semakin tinggi fraksi *volume* resinnya maka *flexural strength* semakin tinggi, hal ini terlihat pada fraksi *volume* resin 40% besarnya *flexural strength* yaitu 49.32 MPa, lebih kecil dibanding fraksi *volume* 50% yang sebesar 77.90 MPa. Sedangkan untuk fraksi *volume* 60% besarnya *flexural strength* 100.45 MPa, yang lebih tinggi dari fraksi *volume* 40% dan fraksi *volume* 50%. Dari hasil diatas menunjukkan bila resin semakin banyak maka *flexural strength bending* semakin naik.



Gambar 7 Hasil Uji Bending Variasi Volume Fraksi

Peningkatan *flexural strength* dan modulus elastisitas terjadi karena adanya ikatan yang semakin kuat antara serat dan resin ketika penambahan fraksi resin sampai 60%. Ikatan antara serat dan resin pada *volume* resin 40% dan 50% belum mencapai titik maksimal kekuatan *bending* yang bisa diterima. Komposit harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan. Ketika *volume* resin 60% kemampuan untuk menahan tegangan *bending* mencapai titik tertinggi karena ikatan

antara serat dan resin mencapai ikatan yang maksimal.

Semakin banyak resin yang digunakan, dimensi komposit akan semakin besar pula. Hal ini disebabkan komposit yang semakin sedikit resinnya *flexural strength bendingnya* semakin melemah karena komposit cuma bertumpu pada serat saja, bila semakin bertambahnya resin, secara otomatis menambah bahan pengikatnya yang menyebabkan ikut menguatnya pula bahan pengikat tersebut.

Faktor lain yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah *void*, yaitu adanya celah pada serat atau bentuk serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut.

Analisis hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pemakaian resin 40%, 50% dan yang tertinggi 60% akan meningkatkan *stress* dan modulus elastisitasnya, tapi bukan berarti jika *volume* resin terus dinaikkan misalnya dengan pemakaian resin 70% berarti memakai perbandingan *volume* komposit 30% serat dan 70% resin akan semakin meningkatkan kekuatan komposit. Dalam teori komposit yang dikemukakan George (1995) ikatan antarmuka yang optimal antara matrik dan serat merupakan aspek yang penting dalam penunjukan sifat-sifat mekanik komposit.

Transfer beban atau tegangan diantara serat dan resin yang kuat pada permukaan antara serat dan resin diperlukan untuk efektifnya perpindahan dan distribusi beban melalui ikatan permukaan. Semakin banyak resin maka komposit akan bersifat getas karena distribusi tegangan hanya akan diserap oleh resin saja sebelum tegangan tersebut mencapai ke ikatan antara serat dan resin. Jika komposit bersifat getas maka *stress* dan modulus elastisitasnya kecil. Jadi

dalam hal perbandingan *volume* komposit akan ada nilai batas dimana *volume* resinnya maksimal, setelah melewati titik maksimal tersebut jika *volume* ditambahkan maka kekuatan komposit akan berkurang karena ikatan antara serat dan resinnya tidak maksimal. Dalam hal ini komposit tersebut terlalu banyak mengandung resin sehingga menghasilkan komposit yang bersifat getas.

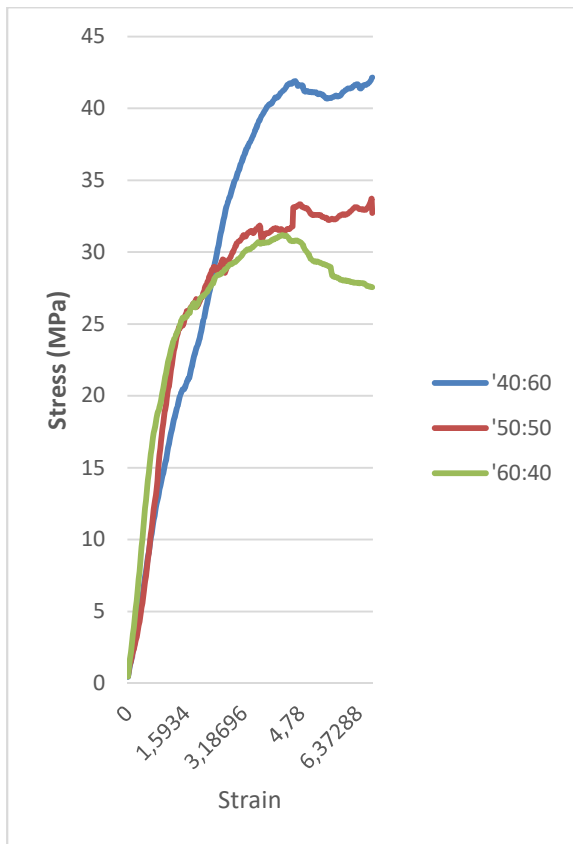
Hasil dan Pembahasan Pengujian Geser

Pengujian geser ini dilakukan dengan menggunakan alat UTM tipe RFT-2410 dengan jig khusus yang digunakan untuk pengujian geser. Spesimen yang digunakan dalam pengujian mempunyai panjang 76 mm dengan lebar 20 mm dan tebal 3-4.5 mm. Pada tengah bagian lebar spesimen diberi *Vnotch* dengan sudut 90° dengan kedalaman *Vnote* \pm 4 mm. Sehingga jarak antara *Vnote* adalah 12 mm.

Pengujian dengan menggunakan alat UTM ini dilakukan dengan kecepatan 2 mm/menit. Data yang didapat dari pengujian geser spesimen komposit *E-Glass* \pm 45° polyester 157 BQTN berupa *load* dan *displacement*. *Input* pada pengujian geser berupa *depth* dan *sectional area*, *output* berupa *load* dan *displacement*, dan data olahan berupa *first ply failure*, *maximum stress (ultimate strength)*, *strain*, dan modulus geser. Arah sumbu koordinat pada spesimen uji geser adalah koordinat 1-2.

Gambar pengujian *first ply failure* rata-rata dari 3 variasi fraksi *volume* (Gambar 8) menunjukkan penurunan *first ply failure* dikarenakan penambahan resinnya, grafik tersebut menjelaskan semakin tinggi fraksi *volume* resinnya maka *first ply failure* semakin rendah, hal ini terlihat pada fraksi *volume* resin 40% besarnya *first ply failure* yaitu 27.627 MPa, lebih besar dibanding fraksi *volume* 50% yang sebesar 24.598 MPa. Sedangkan untuk fraksi *volume* 60% besarnya *first ply failure* 19.229 MPa,

yang lebih rendah dari fraksi *volume* 40% dan fraksi *volume* 50%. Dari hasil di atas menunjukkan bila resin semakin sedikit maka *first ply failure* geser semakin naik



Gambar 8 Hasil pengujian geser

Data pengujian geser tersebut mengindikasikan bahwa semakin banyak resin yang digunakan maka pendistribusian tegangan menjadi tidak merata. Hal ini disebabkan komposit yang semakin banyak resinnya ketika diuji geser tegangan yang diterima komposit terdistribusi hanya pada resin. Komposit akan terlebih dulu patah karena yang menerima tegangan hanya resin. Distribusi tegangan belum sampai ke lapisan antar serat dan resin, tetapi ketika distribusi tekanan telah sampai ke ikatan antar serat dan resin maka akan menimbulkan kekuatan yang lebih pada komposit, itu dibuktikan dengan semakin tingginya nilai *ultimate strength* ketika fraksi *volume* ditingkatkan. Sehingga dengan fraksi 40% serat : 60% resin mempunyai sifat kuat tetapi getas dalam

pengujian geser. Ketika *volume* resin 40% kemampuan untuk menahan tegangan geser mencapai titik tertinggi karena ikatan antara serat dan resin mencapai ikatan yang maksimal.

Analisis hasil pengujian tersebut menunjukkan bahwa pemakaian resin 40% akan meningkatkan *stress* dan modulus gesernya, tapi bukan berarti jika *volume* resin dikurangi lagi misalnya dengan pemakaian resin 30% berarti memakai perbandingan *volume* komposit 70% serat dan 30% resin akan semakin meningkatkan kekuatan komposit. Dalam teori komposit yang dikemukakan George (1995) ikatan antarmuka yang optimal antara matrik dan serat merupakan aspek yang penting dalam penunjukan sifat-sifat mekanik komposit. Jadi dalam hal perbandingan *volume* komposit akan ada nilai batas dimana *volume* resinnya maksimal, setelah melewati titik maksimal tersebut jika *volume* ditambahkan maka kekuatan komposit akan berkurang karena ikatan antara serat dan resinnya tidak maksimal. Dalam hal ini komposit tersebut terlalu banyak mengandung resin sehingga menghasilkan komposit yang bersifat kuat tetapi getas.

Faktor lain yang mempengaruhi ikatan antara serat dan matrik adalah pada kualitas pembuatan atau manufaktur spesimen, yaitu adanya *void*. *Void* adalah celah pada serat yang kurang sempurna yang dapat menyebabkan matrik tidak akan mampu mengisi ruang kosong pada cetakan. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut.

D. KESIMPULAN

Karakteristik sifat mekanis untuk uji bending adalah fraksi *volume* 40% serat mempunyai nilai *flexural strength* dan modulus elastisitas paling tinggi dibanding fraksi *volume* lainnya. Fraksi 40% serat mempunyai *flexural strength*

rata-rata sebesar 100.45 MPa, lebih tinggi dari fraksi 50% serat sebesar 77.90 MPa dan fraksi 60% serat sebesar 49.32 MPa.

Karakteristik sifat mekanis untuk uji geser adalah fraksi *volume* 60% serat mempunyai nilai *first ply failure* dan modulus elastisitas paling tinggi dibanding fraksi *volume* lainnya. Fraksi 60% serat mempunyai *first ply failure* rata-rata sebesar 27.62 MPa, lebih tinggi dari fraksi 50% serat sebesar 24.59 MPa dan fraksi 40% serat sebesar 19.22 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- Adi, G.T. (2006). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap kekuatan Bening Komposit Kenaf Acak/polyester, Tugas Akhir Teknik Mesin Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Adam, E. (2015), *Experimental Analysis of E-Glass /Epoxy & E-Glass /polyester Composites for Auto Body Panel*, Adama, Ethiopia.
- ASTM. D 7264 Standard Test Method for Flexural Properties of Polymer Matrix Composite Materials. Philadelphia, PA: *American Society for Testing and Materials*.
- ASTM D 5379 Standard Test Method for Shear Properties of Composite Materials by the V-Notched Beam Method. Philadelphia, PA : *American Society for Testing and Materials*.
- George, J., dkk, 1995, Short Pineapple-leaf Reinforced Low-Density Polyethylene, *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 57, pp. 843-854.
- Davanageri, M. B, (2014). Investigation on different Compositions of E-Glass/Epoxy Composite and its application in Leaf Spring. Sahyadri College: Karnataka, India
- Rahman, M., & Kamiel B. (2011). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester, *Jurnal Ilmiah Semesta Teknik*, Vol. 14, No. 2, 133-138
- Saputra, I, R., 2012, *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 1 No. 2 ISSN: 2301-9271, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia.
- Suardana, Surata, I Wayan (2007). "Pengaruh Jumlah lapisan serat Terhadap sikap Mekanisnya", Vol 2 no 1, *Jurnal Teknik Mesin Universitas Udayana*.
- Wicaksono, Arif, 2006, Karakterisasi Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Kombinasi Serat Kenaf Acak dan Anyam, Tugas Akhir, Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Negeri Malang, Malang.

