

**PENGARUH ARAH ORIENTASI SERAT IJUK DAN SERAT E-GLASS
TERHADAP KEKUATAN GESER
KOMPOSIT HYBRID DENGAN RESIN POLYESTER**

Agung Andreawan

S1 Teknik Mesin Manufaktur, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail : agungandreawan@mhs.unesa.ac.id

Mochamad Arif Irfa'I

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya

E-mail: arifirfai@unesa.ac.id

Abstrak

Perkembangan teknologi otomotif bahan komposit sangat diperlukan dalam pembuatan bodi mobil khususnya bagian bumper depan, disini komposit mempunyai sifat mudah dibentuk, difabrikasikan dan memiliki bobot yang lebih ringan. Komposit ini menggunakan serat alam yaitu serat ijuk, dimana serat ijuk sendiri belum digunakan secara maksimal khususnya pada bidang otomotif. Pada tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh arah orientasi serat komposit hybrid serat ijuk acak dan serat E-glass anyam dengan resin polyester terhadap kekuatan geser.

Dalam pembuatan komposit ini bahan yang digunakan adalah serat E-glass anyam, serat ijuk acak dengan ketebalan $1 \text{ mm} \pm 0,5 \text{ mm}$, resin unsaturated polyester 157 BTQN, dan katalis MEKPO. Susunan serat dimana serat ijuk dibagian atas dan serat E-glass dibagian bawah. Variasi arah orientasi serat $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ dan 90° . Pembuatan komposit menggunakan metode hand lay-up dan press mold. Pengujian geser ini menggunakan standar ASTM D5379. Komposit diamati secara visual dengan foto makro untuk mengetahui bentuk penampang patahan akibat pengujian geser.

Setelah dilakukan pengujian geser dapat disimpulkan hasil dari kekuatan geser diperoleh kekuatan geser rata-rata tertinggi pada arah orientasi serat sudut 30° yaitu sebesar 65 MPa, sedangkan untuk kekuatan geser rata-rata terendah pada arah orientasi serat sudut 90° yaitu sebesar 38.06 MPa.

Kata kunci: Orientasi serat, Komposit hybrid, Serat ijuk, Serat E-glass, Resin polyester, Kekuatan geser.

Abstract

The development of composite in automotive manufacturing technology is indispensable in the manufacture of car bodies, especially the front bumper, the composite has to be easily formed, fabricated and has a lighter weight. This composite uses natural fibers, namely palm fibers, which are not yet used optimally, especially in the automotive field. The purpose of this study was to determine the effect of the direction of the hybrid composite fibers of random palm fibers and E-glass woven fibers with polyester resin on shear strength.

The materials of the composite are woven E-glass fiber, random fibers fibers with a thickness of $1 \text{ mm} \pm 0.5 \text{ mm}$, unsaturated polyester resin 157 BTQN, and MEKPO catalyst. The composition of fibers where the palm fibers at the top and E-glass fibers at the bottom. The direction of fiber variation $0^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 60^\circ$ and 90° . Making composites using the method of hand lay-up and press mold. The shear test uses the ASTM D5379 standard. Composites were observed visually with macro photographs to determine the shape of the fracture due to shear testing.

The result of shear testing can be concluded the shear strength obtained the highest average in the direction of 30° angle fiber orientation that is equal to 65 MPa, while for the lowest average shear strength in the direction of 90° angle fiber orientation that is equal to 38.06 MPa.

Keywords: Fiber orientation, hybrid composites, palm fibers, E-glass fiber, polyester resin, shear strength.

PENDAHULUAN

Komposit merupakan suatu jenis bahan baru hasil rekayasa yang terdiri dari dua atau lebih bahan dimana sifat masing-masing bahan berbeda satu sama lainnya baik itu sifat kimia maupun fisiknya dan tetap terpisah dalam hasil akhir bahan tersebut. Gabungan dari dua material tersebut mempunyai fungsi dan kegunaannya masing-masing, matrik berfungsi sebagai pengikat sedangkan serat berfungsi sebagai penguat, sehingga komposit tersebut menghasilkan material baru yang ringan dan kuat.

Penguat bahan komposit terdiri dari serat dan matrik. Pada umumnya serat yang digunakan adalah sintetik. Serat sintetik adalah serat anorganik yang telah diperlakukan dengan bahan kimia tertentu seperti serat karbon, serat gelas, dan serat aramid. Untuk menggantikan serat yang berbahan sintetik, disini ada beberapa percobaan bahan alternatif tersebut nantinya harus berorientasi dari sisi harga yang terjangkau, mudah didapat, ramah lingkungan, dan memiliki sifat mekanik yang baik. Serat alam yang bisa menggantikan bahan sintetik. Serat alam sebagai penguat komposit mudah untuk didapat dan dijumpai sekitar lingkungan antara lain: serat tebu, serat nanas, serat batang pisang, serat bambu, serat ijuk, serat pohon keres (kersen), dan serat serabut kelapa.

Serat ijuk itu sendiri dihasilkan dari pohon aren. Serat pohon aren biasanya dipergunakan untuk kelengkapan dan keperluan untuk rumah tangga. Contoh hasil pengelolaan dari pohon aren seperti: sapu, keset, tali, penyaring air, peredam getaran atap rumah dan lain-lain. Dalam pemilihan serat pohon aren yang bagus memiliki serat yang panjang, tebal dan tekstur yang lebih kuat. Penelitian mengenai pemanfaatan serat alam ijuk telah dilakukan oleh banyak peneliti antaranya analisa sifat fisis dan mekanis komposit serat ijuk dengan bahan matrik polyester oleh Untoro Budi Surono (2016) didapatkan dari pengujian bending diketahui bahwa penambahan komposit akan meningkatkan kekuatan lentur dari komposit.

Perkembangan industri otomotif banyak mengaplikasikan bahan komposit seperti pada body khususnya pada bagian bumper depan mobil, velg mobil, helm. Agar dapat diaplikasikan menjadi body kendaraan material komposit perlu dilakukan pengujian terlebih dahulu. Pengujian dilakukan agar bahan komposit sesuai dengan spesifikasi yang dibutuhkan untuk body kendaraan. Pengujian yang dapat dilakukan yaitu: pengujian geser. Dengan melakukan uji geser dapat diketahui mutu dari material tersebut secara visual. Selain itu akan diketahui kekuatan ikatan antara matrik dengan serat pada material tersebut.

Serat sintesis gelas ada beberapa macam salah satunya serat sintesis e-glass. Serat sintesis e-glass adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi. Jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik dan harganya terjangkau. Serat e-glass anyam sering digunakan untuk bahan penguat material komposit. Material komposit akan lebih baik ketika menggunakan e-glass anyam karena adanya ikatan yang terjadi dari anyaman yang dapat memperkuat material komposit tersebut. Dengan menggunakan serat e-glass yang dianyam material komposit akan memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan serat acak (Rusman, 2015)

Komposit *hybrid* merupakan komposit gabungan antara dua atau lebih serat yang berbeda jenis dan karakteristiknya. Gabungan antara serat yang berbeda jenis dan karakteristik dapat meningkatkan sifat mekanik dari material komposit sesuai yang diinginkan.

Berdasarkan latar belakang diatas menghasilkan pemikiran mengenai komposit *hybrid* dengan penguat serat ijuk acak dan serat *e-glass* anyam dengan matrik *polyester* dengan menggunakan arah orientasi sudut serat untuk mendapatkan arah orientasi sudut serat yang optimal sebagai body mobil khususnya pada bagian bumper depan. Pada penelitian ini menggunakan pengujian geser sesuai standar ASTM D5379. Bentuk dari kegagalan pengujian geser akan diamati secara foto makro.

METODE

Jenis Penelitian

Pada penelitian ini penulis menggunakan jenis penelitian eksperimen (*experimental research*) yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari orientasi serat komposit hibrid berserat ijuk acak dan *e-glass* anyam dengan resin *polyester* terhadap kekuatan geser. Bahan komposit ini dapat diaplikasikan pada industri manufaktur.

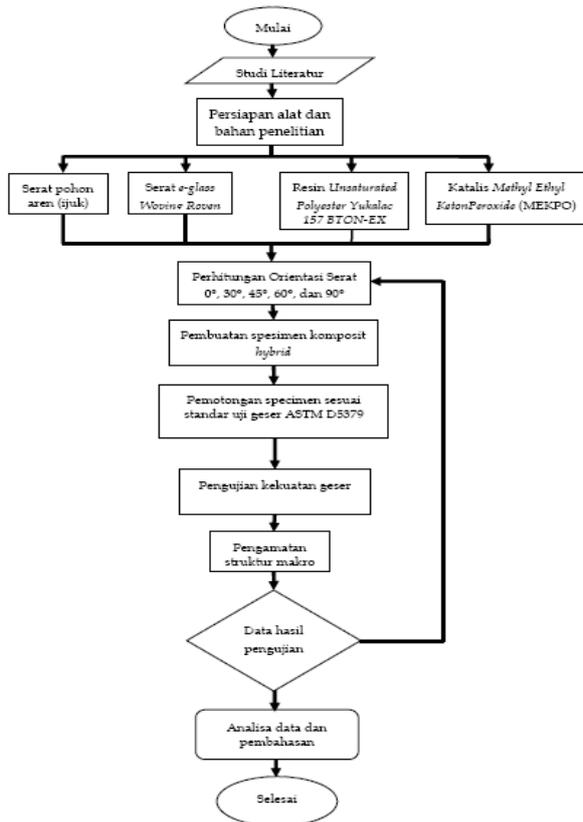
Tempat dan Waktu Penelitian

- Tempat penelitian
Penelitian ini dilaksanakan di tiga tempat, pembuatan spesimen komposit *hybrid* di Laboratorium Fabrikasi, Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya, Proses pemilihan dan pengeringan serat ijuk dilakukan dirumah, dan pengujian geser di Laboratorium Pengujian Bahan, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya Malang.
- Waktu Penelitian
Penelitian dilaksanakan membutuhkan waktu selama 6 bulan dilaksanakan pada bulan Desember 2018 hingga bulan Mei 2019

Pengaruh Arah Orientasi Serat Ijuk Dan Serat E-Glass Terhadap Kekuatan Geser Komposit *Hybrid* Dengan Resin *Polyester*

Rancangan Penelitian

• *Flowchart* Penelitian



Gambar 1 *Flowchart* Penelitian

• Pengujian Geser



Gambar 2 Spesimen Uji Geser

- Proses pengambilan data.
 - Memasang spesimen uji pada alat uji geser.
 - Menyiapkan lembar pengambilan data pengujian.
 - Atur beban dan berikan beban secara kontinu.
 - Amati dan catat hasil pengujian pada lembar pengujian yang berupa beban dan pergeseran hingga spesimen terjadi kegagalan.
 - Matikan alat uji.
 - Lepas spesimen.
 - Pasangkan spesimen uji yang selanjutnya pada alat uji geser.
 - Ulangi langkah diatas hingga seluruh spesimen teruji semua.

➤ Proses perhitungan.

Dari data yang diperoleh tiap spesimen yang menunjukkan beban dan pergeseran dari spesimen setelah dilakukan pengujian. Dilakukan perhitungan dari data hasil pengujian berupa beban untuk mendapatkan tegangan dengan perhitungan sebagai berikut :

Tegangan Geser

$$\tau = \frac{P}{ct}$$

Keterangan :

- τ = Tegangan geser (MPa)
- P = Beban maksimum (N)
- c = Jarak antar *V-notched* (mm)
- t = Ketebalan spesimen (mm)

• Pengamatan Foto Makro

Pengambilan data visual untuk foto makro patahan specimen menggunakan kamera HP merk ASUS Zenfone Maxpro M2 dengan spesifikasi 16 MP 5.0" LCD Monitor, 4K UHD Video Recording at 60 fps, Native ISO 100, Extended to ISO 1600. Menggunakan lensa makro ASUS Zenfone Maxpro M2 dengan perbesaran 5x. Pengambilan gambar dilakukan diruangan terbuka pada pukul 09.00 pagi sehingga menghasilkan pencahayaan yang cukup dengan jarak objek dan kamera sepanjang 35 cm.

Variabel Penelitian

“Variabel penelitian adalah segala sesuatu yang berbentuk apa saja yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari sehingga diperoleh informasi tentang hal tersebut, kemudian ditarik kesimpulannya “(Sugiyono, 2014)

- Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi arah orientasi serat. Penelitian ini menggunakan arah orientasi serat 0°, 30°, 45°, 60° dan 90°..
- Variabel terikat yang dilakukan pada penelitian ini diantaranya:
 - Kekuatan Geser
- Variabel kontrol dalam penelitian ini adalah :
 - Proses manufaktur pembuatan bahan komposit dalam cetakan.
 - Proses pressmold pada bahan komposit berlangsung selama 4 jam.
 - Proses curing dioven dengan temperatur 60° C selama 24 jam.
 - Pembuatan komposit pada penelitian ini menggunakan resin polyester yukalac 157 BTQN – EX.
 - Arah orientasi sudut serat yang digunakan 50%.

Bahan, Alat, dan Instrumen Penelitian

- Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai berikut :
 - Serat Ijuk
 - Serat e-glass WR 600
 - Resin Unsaturated Polyester Yukalac 157 BTQN- EX
 - Methyl Ethyl Keton Peroxide (MEKPO)

- Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah :
 - Kuas
 - Cetakan
 - Timbangan
 - Gelas ukur
 - Gerinda
 - Dongkrak hidrolis
 - Oven

Teknik Analisis Data

Teknik analisis data yang digunakan untuk menganalisa data pada penelitian ini adalah statistika deskriptif kuantitatif. “Teknik analisis data ini, dilakukan dengan cara mengelolah data yang diperoleh dari eksperimen, dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan ditampilkan dalam bentuk grafis. Langkah selanjutnya adalah mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut sebagaimana adanya dalam bentuk kalimat yang mudah dibaca, dipahami, dan dipresentasikan sehingga pada intinya adalah sebagai upaya memberi jawaban atas permasalahan yang diteliti” (Sugiyono, 2016).

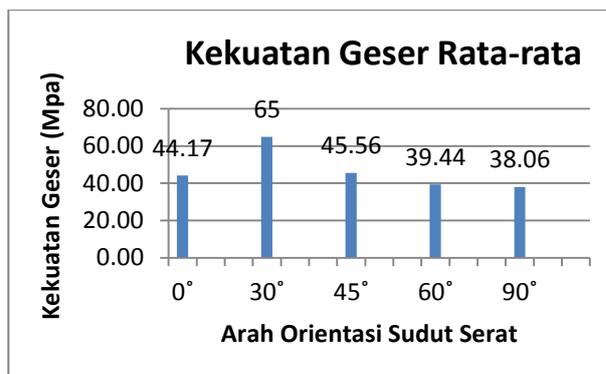
HASIL DAN PEMBAHASAN

- Hasil Pengujian Geser

Tabel 1 Hasil Uji Geser Komposit *Hybrid*

Jenis Arah Orientasi	Sam pel spesi men	Beban Geser Maksimal (N)	Kekuatan Geser Maksimal (MPa)	Rata-rata Kekuatan Geser Maksimal (MPa)
0°	1	2700	45	44.17
	2	2650	44.17	
	3	2600	43.33	
30°	1	3900	65	65
	2	3800	63.33	
	3	4000	66.67	
45°	1	3000	50	45.56
	2	2500	41.67	
	3	2700	45	
60°	1	2400	40	39.44
	2	2200	36.67	
	3	2500	41.67	
90°	1	2200	36.67	38.06
	2	2300	38.33	
	3	2350	39.17	

Data hasil pengujian geser ditampilkan pada grafik dibawah ini untuk mengetahui pengaruh variasi arah orientasi serat komposit *hybrid*.



Gambar 3 Grafik Kekuatan Geser Komposit *Hybrid*

Pengujian geser dilakukan dengan menggunakan alat uji *Universal Testing Machine* dengan spesifikasi beban maksimum 100 kN. Untuk melakukan pengujian geser ini diperlukan jig khusus yang digunakan untuk pengujian geser. Spesimen yang digunakan pada pengujian geser memiliki dimensi panjang 76 mm, lebar 20 mm dan tebal 5mm.

Pengujian dilakukan dengan alat *Servo Hydraulic Universal Testing Machine* menggunakan kecepatan 2 mm/menit kemudian data akan ditampilkan pada layar monitor. Data yang didapat dari *Universal Testing Machine* berupa data beban/load.

Dari gambar 3 diatas dapat dilihat bahwa pada Arah orientasi sudut serat 30° diperoleh nilai tertinggi komposit *hybrid* yang memiliki kekuatan geser yaitu 65 MPa. Dapat dilihat pada gambar 3 diatas bahwa kekuatan geser terendah diperoleh pada arah orientasi sudut serat 90° sebesar 38.06 MPa. Pada grafik diatas ditunjukkan kecenderungan hasil kekuatan geser komposit *hybrid* berpenguat serat ijuk acak dan serat *E-glass* anyam mengalami kenaikan tetapi mengalami penurunan pada arah orientasi sudut 45°, sudut 60° dan 90°. Kekuatan geser komposit pada masing-masing arah orientasi serat sudut 0°, 45°, dan 60° adalah 44.17 Mpa, 45.56 MPa, dan 39.44 MPa.

Menurt Jurnal Penelitian ilmiah oleh: (CA. J. Beber and A. Campos Filho : 2005) dengan judul “CFRP Composites on the Shear Strengthening of Reinforced” dihasilkan kesimpulan karakteristik sifat mekanis untuk uji geser pada orientasi serat 90° memiliki kekuatan geser terbesar sebesar 0,2 MPa sedangkan pada orientasi serat 45° memiliki kekuatan geser sebesar 0,8 MPa.

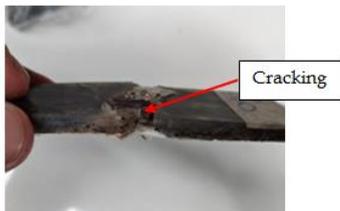
Dalam hal perbandingan arah orientasi serat sudut ketika komposit akan ada nilai batas dimana volume resinnya maksimal. Ketika melewati titik batas maksimal kekuatan komposit akan memiliki sifat lebih getas.

Pengaruh Arah Orientasi Serat Ijuk Dan Serat E-Glass Terhadap Kekuatan Geser Komposit *Hybrid* Dengan Resin *Polyester*

- Hasil Pengamatan Makro Patahan Spesimen Uji Geser Arah Orientasi Serat Sudut 0°



Gambar 4 Spesimen arah orientasi serat sudut 0° setelah diuji geser



Gambar 5 Foto makro spesimen arah orientasi serat sudut 0°

Dapat dilihat pada gambar 4 dan 5 bahwasannya penampang patahan pada sampel komposit *hybrid* dengan arah orientasi serat sudut 0° terjadi kegagalan yang diawali dengan retaknya matrik/*matrik crack*. Terlihat dari banyaknya retakan matriks pada bagian yang terkena beban geser, dan matriks tidak mampu untuk menerima beban.

Arah Orientasi Sera Sudut 30°



Gambar 6 Spesimen arah orientasi serat 30° setelah diuji geser



Gambar 7 Foto makro spesimen arah orientasi serat sudut 30°

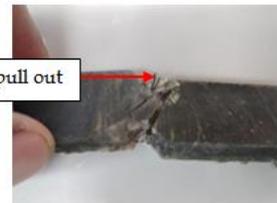
Dapat diamati pada gambar 6 dan 7 menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit *hybrid* bahwa bentuk penampang patahan pada sampel uji geser dengan arah orientasi serat sudut 30° terdapat retakan matrik/*matrik crack*, hal ini dikarenakan pada spesimen sudut 30° peletakan dua serat yaitu serat ijuk dan serat e-glass yang memiliki arah berlawanan yang cukup baik waktu pengujian. Hal ini berarti beban terdistribusi merata didukung dengan ikatan interface yang cukup

baik, sehingga menghasilkan sepesimen dengan kekuatan geser rata-rata yang paling tinggi

Arah Orientasi Serat Sudut 45°



Gambar 8 Spesimen arah orientasi serat sudut 45° setelah diuji geser



Gambar 9 Foto makro spesimen arah orientasi serat sudut 45°

Dapat diamati pada gambar 8 dan 9 menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit *hybrid* dengan arah orientasi sudut serat 45° adalah mengalami fiber pull out. Hal ini dikarenakan matriks telah mencapai batas kemampuannya dalam menerima beban. Namun ikatan *interface* cukup baik ditandai dengan serat hanya sedikit yang mengalami *fiber pull out*.

Arah Orientasi Serat Sudut 60°



Gambar 10 Spesimen arah orientasi serat sudut 60° setelah diuji geser



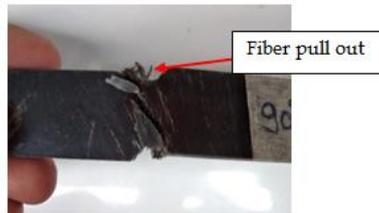
Gambar 11 Foto makro spesimen arah orientasi serat sudut 60°

Dapat diamati pada gambar 10 dan 11 menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit *hybrid* dengan arah orientasi serat sudut 60° adalah mengalami retakan matrik/*matrik crack*. Hal ini terjadi dikarenakan arah orientasi sudut serat yang semakin besar, dan menerima beban geser yang kurang sempurna. Sehingga bila dilakukan pembebanan ikatan antara serat dan matriks akan mudah terlepas.

Arah Orientasi Serat Sudut 90°



Gambar 12 Spesimen arah orientasi serat sudut 90° setelah diuji geser



Gambar 13 Foto makro spesimen arah orientasi sudut 90°

Dapat dilihat pada gambar 12 dan 13 menunjukkan penampang patahan pada sampel komposit *hybrid* dengan arah orientasi serat sudut 90° bahwa terjadi kegagalan yang diawali dengan retaknya matrik/*matrik crack* kemudian terjadi *fiber pull out*. Hal ini terjadi akibat dari peletakan arahnya serat ijuk dan serat e-glass searah dengan pengujian geser. Semakin besar sudut peletakan serat dari pengujian geser ini memiliki nilai semakin rendah.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil analisis data dari pengujian bending dan pengujian geser komposit hibrid berpenguat serat ijuk acak dan serat e-glass anyam dengan resin polyester, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

- Kekuatan geser komposit hibrid dengan resin polyester berpenguat serat ijuk acak dan e-glass anyam tertinggi diperoleh pada arah orientasi serat sudut 30° yaitu sebesar 65 MPa, sedangkan untuk kekuatan geser terendah diperoleh pada arah orientasi serat sudut 90° yaitu sebesar 38,06 MPa.
- Pengujian statistik one-way anova pada kekuatan bending dihasilkan nilai signifikan didapatkan 0,00 yang lebih kecil dari 0,05, sehingga terdapat pengaruh arah orientasi serat terhadap kekuatan bending. Pada Pengujian statistik one-way anova pada kekuatan geser dihasilkan nilai signifikan didapatkan 0,00 yang lebih kecil dari 0,05, sehingga terdapat pengaruh arah orientasi serat terhadap kekuatan geser.

Saran

Saran dalam penelitian pengaruh arah orientasi serat komposit berpenguat serat ijuk acak dan e-glass anyam dengan resin polyester terhadap kekuatan geser adalah sebagai berikut:

- Dalam proses manufaktur komposit hindari terjadinya void atau rongga udara karena akan mempengaruhi kekuatan dari bahan komposit.
- Dalam melakukan pembuatan spesimen uji bahan komposit hendaknya memakai alat pengaman, karena bahan komposit merupakan campuran bahan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Annual Book of ASTM Standards. D638. "Standard Test Method for Tensile Properties of Plastic". American Society for Testing and Material, Philadelphia, PA (2000).
- Annual Book of ASTM Standards. D790-02. "Standard Test Methods for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced Plastics and Electrical Insulating Materials", Philadelphia, PA (2000).
- Berthelot, J.M. 1999. "Composite Material :Mechanical Behavior and Structural Analysis", Spinger, New York
- CA. J. Beber and A. Campos Filho. 2005. "CFRP Composites on the Shear Strengthening of Reinforced".
- Felipe Ho"rle de Oliveira,dkk. 2012. "Mechanical Behavior of Unidirectional Curaua Fiber and Glass Fiber Composites"
- Gibson, F.R. 1994. *Principles of Composite Material Mechanis*. International Edition. McGraw Hill Inc: New York.
- Ichsan, Rusman Nur. 2015. Pengaruh Susunan Lamina Komposit Berpenguat Serat E-Glass dan Serat Carbon Terhadap Kekuatan Tarik Dengan Matriks Polyester. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
- Jones, Robert M. 1999. *Mechanic of Composite Material-2nd Edition*. Taylor & Francis: USA.
- Morozov, Evgeny & Vasiliev, Valery. 2001. *Mechanics and Analysis of Composite Materials*. Elsevier science Ltd: United Kingdom.
- Porwanto, Daniel Andri. 2010. Jurnal Penelitian Karakteristik Bahan Komposit Berpenguat Serat Bambu Dan Serat E-glass Sebagai Alternatif Bahan Baku Industri. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Schwartz, M. M. 1984. *Compositte Material Handbook*. McGraw Hill Inc: New York.
- Sugiyono. 2014. Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D. Bandung: Alfabeta.
- Suherman, Wahid. 1987. Pengetahuan Bahan. Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya.
- Tim. 2014. Pedoman Penulisan Skripsi. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.