

**PENGARUH VARIASI JENIS SERAT DAN FRAKSI VOLUME SERAT DENGAN
FILLER SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DAN MatriK POLYESTER
TERHADAP SIFAT MEKANIS MATERIAL KOMPOSIT**

***EFFECT OF FIBER VARIATION AND FIBER VOLUME FRACTION WITH SENGON
WOOD SAWDUST FILLER AND POLYESTER MATRIX OF MECHANICAL
PROPERTIES COMPOSITE MATERIAL***

I Made Widiastika Sutamba*, I Dewa Ketut Okariawan**, Sinarep**
Mahasiswa Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram*
Dosen Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram**
Jl. Majapahit No. 62 Mataram NTB Telp. (0370) 636126 ext.128, (0370) 636087
Email : kodokdesu@gmail.com

ABSTRACT

Some plants are generally only used the fruit, so sometimes the rest of the plant becomes an obstacle when in large quantities. But has traditionally been used for other purposes. Some of them are pineapple leaves are used to make ropes and textiles, banana as fodder, and coconut fibers are used for fuel.

This study uses pineapple leaf fiber, banana fiber and coconut coir fiber as the fiber types with a variety of fiber volume fraction of 20%, 30% and 40%. Polyester matrix with filler sengon wood sawdust is used as the bond between the fibers. Bending testing with ASTM D790-02 and the tensile test with JIS Z2201 performed for mechanical testing.

The test results showed that the highest tensile strength and bending occurs at the Coconut Coir fiber with fiber volume fraction of 40% which is 33.34 N/mm² and 27.69 N/mm². The lowest bending and tensile strength get in Banana fiber with a volume fraction of 20% which is 17.21 N/mm² and 17.64 N/mm². With a 2-way analysis of variance showed that the type of fiber and the volume fraction affect the mechanical strength of the composite.

Keywords: *Fiber, Pineapple Leaves, Banana, Coconut Coir Fiber, Volume Fraction, Composite, Bending Strength, Tensile Strength, Variant Analysis.*

I. PENDAHULUAN

Indonesia yang merupakan Negara tropis yang memiliki banyak variasi tanaman buah. Berapa diantaranya ialah pisang, nanas, dan kelapa yang cukup banyak ditemui di Pulau Lombok. Produksi pisang hingga saat ini masih menitikberatkan pada buah sebagai

komoditas dalam perdagangan. Hingga saat ini, pelepah pohon pisang kebanyakan dipakai petani dalam jumlah yang sedikit terutama sebagai bahan pembungkus tembakau, bahan tali pada bungkus makanan, dan pakan ternak. Dahulu serat daun tanaman nanas dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan tali. Saat ini karena harga tali plastik

jauh lebih murah, akibatnya usaha pembuatan tali dari bahan serat daun nanas menjadi jarang ditemukan. Lain halnya dengan kelapa, secara keseluruhan pohon kelapa masih digunakan secara luas, yakni batangnya digunakan untuk membuat tiang, daunnya yang muda (janur) digunakan untuk upacara, daunnya yang tua digunakan untuk atap rumah, buahnya masih dikonsumsi. Untuk serabut buah kelapa masih banyak digunakan sebagai bahan bakar. Oleh karena itu pemanfaatan serat pelepah pisang, daun nanas, dan serabut kelapa sebagai penguat bahan komposit di bidang rekayasa merupakan salah satu gagasan kreatif yang layak dikembangkan.

Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh fraksi volume serat dari pelepah pohon pisang, serat daun nanas, dan serat serabut kelapa terhadap sifat mekanis komposit. Sifat mekanis komposit ini akan didapatkan dari pengujian tarik dan pengujian bending.

Pada penelitian ini, menggunakan 3 jenis serat yaitu serat pelepah Pisang Saba (*Musa 'Saba'*), serat daun Nanas (*Ananas comosus*), dan serabut buah Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan variasi fraksi volume serat 20%, 30%, dan 40 %, menggunakan matrik *polyester* dan filler serbuk gergaji kayu Sengon dengan rasio 85:15 (% volum), dilakukan perendaman serat dengan NaOH 5% selama 2 jam dengan panjang serat 50 mm yang dicetak dengan tekanan 100 Kg dengan arah serat acak.

II. LATAR BELAKANG

Serat adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh. Manusia menggunakan serat dalam banyak hal: untuk membuat tali, kain, atau kertas. Serat dapat digolongkan menjadi dua jenis yaitu serat alami dan serat sintetis (serat

buatan manusia). Serat sintetis dapat diproduksi secara murah dalam jumlah yang besar. Namun, serat alami memiliki berbagai kelebihan khususnya dalam hal kenyamanan. Dalam penelitian ini serat digunakan sebagai penguat dalam material komposit yang dimana menggunakan serat pelepah Pisang Saba (*Musa saba*), daun Nanas (*Ananas comosus*), dan serabut Kelapa (*Cocos nucifera*).

A. Komposit

Komposit tersusun dari dua bahan atau lebih yakni yang utama serat sebagai media penguat dan matrik sebagai media pengikat. Kelompok matrik yang digunakan adalah jenis *polyester*.

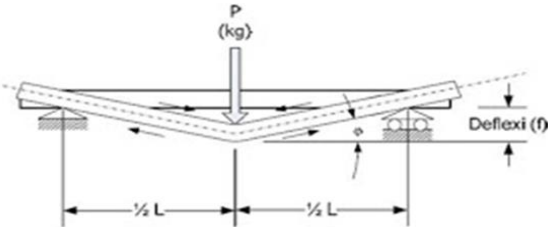
Komposit serat merupakan jenis komposit yang menggunakan serat sebagai penguat. Serat yang digunakan biasanya berupa serat gelas, serat karbon, serat aramid dan sebagainya. Serat ini bisa disusun secara acak maupun dengan orientasi tertentu bahkan bisa juga dalam bentuk yang lebih kompleks seperti anyaman.

Tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan kepada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastisitas yang lebih tinggi daripada matrik penyusun komposit (Vlack, 2004).

B. Pengujian Bending

Kekuatan lentur atau kekuatan bending adalah tegangan bending terbesar yang dapat diterima akibat pembebanan luar tanpa mengalami deformasi besar. Pengujian kuat lentur dilakukan untuk mengetahui ketahanan suatu bahan terhadap pembebanan pada titik lentur dan juga untuk mengetahui keelastisan suatu bahan. Cara pengujian kuat lentur ini

dengan memberikan pembebanan tegak lurus terhadap sampel dengan tiga titik lentur dan titik-titik sebagai penahan berjarak tertentu. Titik pembebanan diletakkan pada pertengahan panjang sampel ditunjukkan seperti gambar 1.



Gambar 1 Pembebanan *bending*.

Pada pengujian ini terjadi perlengkungan pada titik tengah sampel dan besarnya perlengkungan ini dinamakan defleksi (δ). Kemudian dicatat beban maksimum (W_{maks}) dan regangan saat spesimen patah. Pada perhitungan untuk menentukan kekuatan lentur/bending, digunakan persamaan sesuai standar ASTM D790-02, yaitu:

$$\sigma_b = \frac{3PL}{2bh^2}$$

dimana :

σ_b = Tegangan lentur maksimum (MPa)

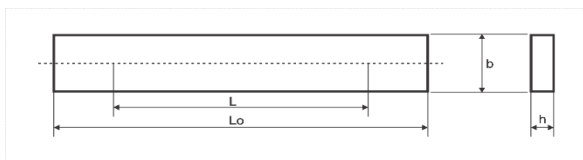
P = Beban maksimum (N)

b = Lebar dari benda uji (mm)

h = Tebal benda uji (mm)

L = Jarak antara penyangga (mm)

Bentuk spesimen uji bending dengan standar ASTM D790-02 secara umum digambarkan seperti gambar 2.



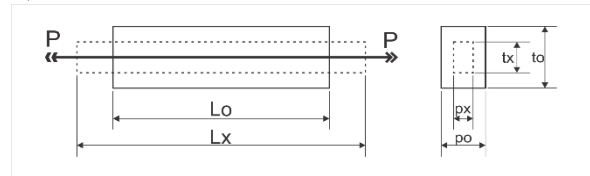
Gambar 2 Bentuk spesimen pengujian bending.

Pembentukan komposit untuk spesimen uji bending sesuai dengan standar ASTM D790-02, dengan ukuran dimensi specimen pengujian : span ($L = 16h$), panjang total ($L_o = L + 10\%$), lebar ($b = 4h$) dan tebal (h) sesuai ketebalan spesimen uji (ASTM, 1998).

C. Pengujian Tarik

Dalam pengujian akibat pembebanan, selain dari pada timbulnya tegangan juga diikuti dengan timbulnya deformasi. Deformasi adalah perubahan dimensi dari suatu benda akibat adanya pembebanan. Dengan diketahui sifat-sifat mekanis bahan maka tanpa keraguan apapun kita dapat membuat perencanaan yang ekonomis dari suatu bentuk konstruksi. Salah satu sifat mekanis bahan adalah kekuatan tarik yang dapat diketahui dengan cara melakukan percobaan tarik ini.

Jadi dengan adanya pengujian tarik ini, dapat diketahui kemampuan tiap-tiap jenis bahan yang ditest untuk menerima beban tarik. Telah kita ketahui bahwa terjadinya tegangan tarik (*tension stress*) pada suatu bahan adalah disebabkan adanya *tension load* yang bekerja padanya, dimana hal tersebut mengakibatkan deformasi atau perubahan dimensi material yang bersangkutan (gambar 3).



Gambar 3 Deformasi akibat *tension load*.

dimana :

P = *tension load*

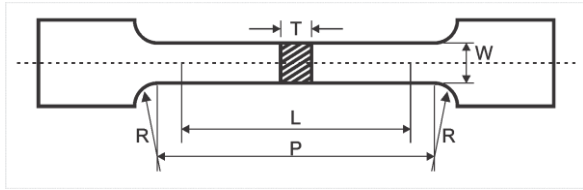
L_o, p_o, t_o = dimensi sebelum penarikan

L_x, p_x, t_x = dimensi setelah penarikan

———— = bentuk bahan sebelum penarikan

----- = bentuk bahan setelah penarikan

Bentuk spesimen uji tarik dengan standar JIS Z2201 secara umum digambarkan seperti gambar 4.



Gambar 4 Bentuk spesimen pengujian tarik.

Pembentukan komposit untuk spesimen uji tarik sesuai dengan standard JIS Z2201, dengan ukuran dimensi spesimen : *gauge length* ($L=8\sqrt{A}$), *length of parallel portion* ($P=L+10\text{mm}$), *width* ($w=15\text{mm}$), *radius of shoulder* ($R=15\text{mm}$ atau lebih), dan ketebalan (h) sesuai dengan ketebalan spesimen uji (JIS, 1998).

III. METODE PENELITIAN

Pada bab ini dijelaskan tentang proses pembuatan spesimen sehingga dapat digunakan untuk mendapatkan nilai kekuatan bending dan tarik.

A. Persiapan Serat

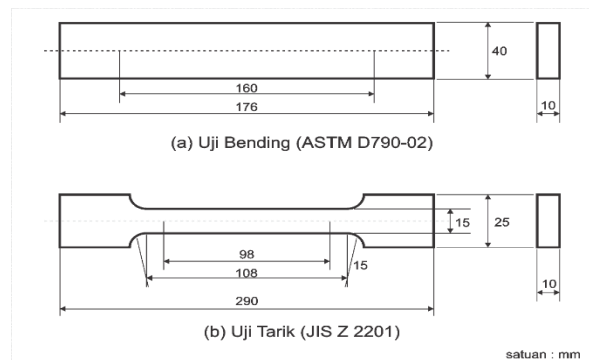
Pada tahap ini pengambilan serat dilakukan dengan cara perendaman bahan baku selama 7 hari yang kemudian diambil seratnya. Pengeringan serat dilakukan dengan penjemuran didalam ruangan tanpa terpapar sinar matahari selama 3 hari yang kemudian direndam pada larutan alkali NaOH 5% selama 2 jam. Setelah perendaman dengan alkali, serat dibilas dengan air bersih kemudian dikeringkan kembali didalam ruangan tanpa terpapar sinar matahari selama 3 hari. Serat kemudian dipotong sepanjang 50 mm.

B. Pembentukan Spesimen Komposit

Serat dicetak dengan variasi fraksi volum 20%, 30% dan 40% untuk masing-masing jenis serat dengan matrik polyester dan filler serbuk gergaji kayu sengon (rasio matrik dan filler = 85:15 % volum).

Pencetakan dilakukan dengan cetakan kaca 5 mm yang berdimensi panjang 420 mm, lebar 210 mm dan tinggi 10 mm dengan pembebanan 100 kg.

Setelah pencetakan komposit selesai kemudian dibentuk sesuai dengan standar ASTM D790-02 untuk pengujian bending dan standar JIS Z2201 untuk pengujian tarik. Ukuran spesimen yang digunakan seperti gambar 6.



Gambar 6 Ukuran spesimen uji.

C. Pengujian

Pengujian bending menggunakan alat *Control Bending Test* di laboratorium Geoteknik Teknik Sipil Universitas Mataram.

Pengujian tarik menggunakan alat *Universal Testing Machine* di laboratorium Material Teknik Mesin Universitas Mataram.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelumnya telah diketahui kekuatan tarik masing-masing serat yaitu : serat daun nanas sebesar 28,07 Mpa, serat pelepah pisang sebesar 25,92 Mpa dan serat serabut kelapa sebesar 31,37 Mpa.

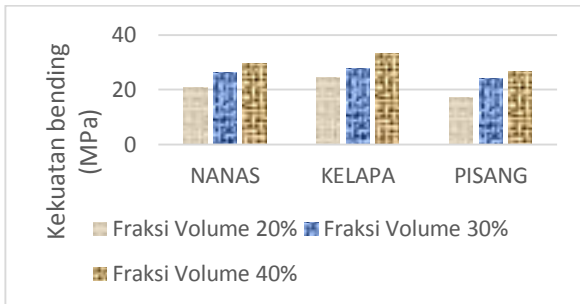
A. Pengujian Bending

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat. Dari tiga kali pengulangan didapatkan kekuatan tarik rata-rata dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 1 Data pengujian bending.

Fraksi Volume	NANAS		KELAPA		PISANG	
	σ_b (Mpa)	σ_b rata-rata (Mpa)	σ_b (Mpa)	σ_b rata-rata (Mpa)	σ_b (Mpa)	σ_b rata-rata (Mpa)
20%	21.0086	20.53	23.7729	24.43	16.4983	17.21
	19.7804		25.6717		18.5008	
	20.8142		23.8520		16.6286	
30%	26.0003	26.30	28.6286	27.92	24.8030	23.83
	26.3559		28.0843		23.1441	
	26.5317		27.0591		23.5329	
40%	28.5059	29.54	34.2571	33.34	27.2836	26.77
	30.4418		33.0553		26.7807	
	29.6817		32.6925		26.2572	

Berdasarkan tabel 1, dibuatlah grafik hubungan antara variasi fraksi volum dengan kekuatan bending komposit sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik hubungan tanganan bending rata-rata dan fraksi volum komposit.

Dari gambar 7, terlihat bahwa semakin tinggi persentase serat pada komposit serat alam maka semakin meningkat kekuatan bendingnya. Dengan kata lain kekuatan bending komposit serat alam ini berbanding lurus dengan persentase serat pada komposit itu. Walaupun resin berkurang, namun resin masih mampu mengikat *interface* antarserat sehingga kekuatan komposit tetap meningkat seiring bertambahnya volum serat.

Kekuatan bending komposit paling tinggi terdapat pada fraksi volume 40% serat serabut kelapa dengan kekuatan bending rata-rata 33,34 N/mm² dan yang terendah pada fraksi volume 20% serat pelepah Pisang dengan kekuatan bending 17,21 N/mm².

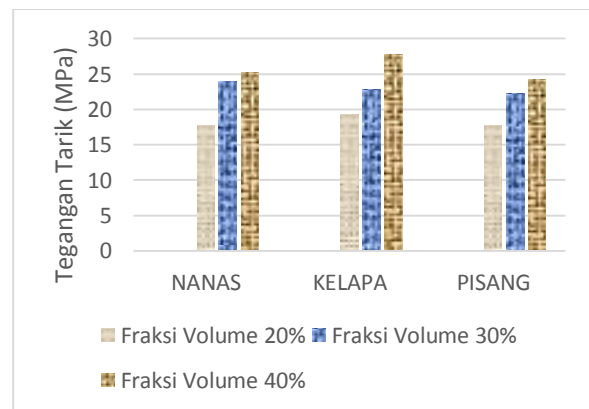
B. Pengujian Tarik

Pengujian ini dilakukan di Laboratorium Material Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Nusa Tenggara Barat. Dari tiga kali pengulangan didapatkan kekuatan tarik rata-rata dalam bentuk tabel sebagai berikut:

Tabel 2 Hasil pengujian tarik

Fraksi Volume	NANAS		KELAPA		PISANG	
	σ_T (Mpa)	σ_T rata-rata (Mpa)	σ_T (Mpa)	σ_T rata-rata (Mpa)	σ_T (Mpa)	σ_T rata-rata (Mpa)
20%	18,3271	17,80	19,8240	19,32	18,2166	17,64
	17,2798		19,3743		17,1450	
	17,8034		18,7524		17,5610	
30%	24,6106	24,04	23,9468	22,76	20,7539	22,28
	24,4789		21,9925		22,5029	
	23,0387		22,3503		23,5744	
40%	25,1342	25,31	27,8607	27,69	25,7176	24,29
	26,7051		26,4680		24,1102	
	24,0870		28,7361		23,0397	

Berdasarkan tabel 2, dibuatlah grafik hubungan antara variasi fraksi volum dengan kekuatan tarik komposit sebagai berikut:



Gambar 7 Grafik hubungan tanganan tarik rata-rata dan fraksi volum komposit

Dari gambar 7, terlihat bahwa semakin tinggi persentase serat didalam komposit serat alam maka semakin meningkat kekuatan tariknya. Dengan kata lain kekuatan tarik komposit serat alam ini berbanding lurus dengan persentase serat yang ada didalam komposit itu.

Kekuatan tarik komposit paling tinggi terdapat pada fraksi volum 40% serat serabut kelapa dengan kekuatan bending rata-rata 27,69 N/mm² dan yang terendah pada fraksi volum 20% serat Pelepah Pisang dengan kekuatan bending 17,64 N/mm².

D. Analisis Varian 2 Arah

Analisis ini menggunakan aplikasi Microsoft Office Excel, dengan variable 1 fraksi volume dan variabel 2 kekuatan bending/tarik dengan pengulangan data 3 kali, sehingga didapat hasil sebagai berikut :

Tabel 3 Anova pengujian bending

Source of Variation	SS	df	MS	F _{hitung}	F _{tabel}
Jenis Serat	159,9675	2	79,98375	116,2685	3,554557
Fraksi Volume	380,4997	2	190,2499	276,557	3,554557
Interaction	9,08451	4	2,271128	3,301428	2,927744
Within	12,38261	18	0,687923		
Total	561,9344	26			

Tabel 4 Anova pengujian tarik

Source of Variation	SS	df	MS	F _{hitung}	F _{tabel}
Jenis Serat	15,48241	2	7,741205	7,266886	3,554557
Fraksi Volume	259,9284	2	129,9642	122,001	3,554557
Interaction	12,89037	4	3,222593	3,025138	2,927744
Within	19,17489	18	1,065271		
Total	307,4761	26			

Berdasarkan tabel 3 dan 4, dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka jenis serat berpengaruh terhadap kekuatan bending dan kekuatan tarik komposit pada taraf signifikan 5 %.
- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka fraksi volume serat berpengaruh terhadap kekuatan

bending dan kekuatan tarik komposit pada taraf signifikan 5%.

- Karena $F_{hitung} > F_{tabel}$, maka didapatkan interaksi antara jenis serat dan fraksi volume serat terhadap kekuatan bending dan kekuatan tarik komposit pada taraf signifikan 5%.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, kemudian melakukan analisa data dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

- Fraksi volume dan jenis serat alam memberikan pengaruh terhadap kekuatan mekanik komposit.
- Pada pengujian bending komposit, semakin besar fraksi volume serat maka semakin tinggi kekuatan bendingnya. Kekuatan bending paling tinggi didapatkan pada serat serabut kelapa pada fraksi volume 40% serat sebesar 33,34 N/mm².
- Pada pengujian tarik komposit, semakin besar fraksi volume serat maka semakin tinggi kekuatan tariknya. Kekuatan tarik paling tinggi didapatkan pada serat serabut kelapa pada fraksi volume 40% serat sebesar 27,69 N/mm².

Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka beberapa saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

- Diharapkan dilakukan pengujian lebih lanjut, yaitu dengan SEM, Vicker, dan Impact.
- Diharapkan penelitian yang lebih mendalam pada masing-masing serat dengan fraksi volume yang lebih spesifik.
- Diharapkan dapat mengurangi void.

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM D-790, 1998, *Standart Test Methode for Flexure Sifat of Plastic : American Society for Testing and Materials*, Philadelphia, PA.
- Bukit, N., dan Frida, E., 2010, *Pengaruh Fraksi Volume Serat Ijuk Dan Serat Sabut Kelapa Sebagai Bahan Komposit Hibrid*, Jurnal Saintech, Vol.2 No.3 (September), p. 77-83.
- Dereck Hull, *An Introduction to Composite Material*, New York: Cambridge University Press, 1981.
- Jamasri, Diharjo, K., & Gunesti, W.H., 2005, *Kajian Sifat Tarik Komposit Serat Buah Sawit Acak Bermatrik Polyester*, Jurnal Terakreditasi Media Teknik, FT UGM.
- JIS, 1998, *JIS Z 2201 : Test Pieces for Tensile Test for Micellianious Materials*, Japan.
- Nopriantina, N., dan Astuti, 2013, *Pengaruh Ketebalan Serat Pelepah Pisang Kepok (Musa Paradisiaca) Terhadap Sifat Mekanik Material Komposit Poliester-Serat Alam*, Jurnal Fisika Unand, Vol.2 No.3 (Juli), p. 195-203.
- Pramono, C., dan Widodo, S., 2012, *Pengaruh Perlakuan Alkali Kadar 5% Dengan Lama Perendaman 0 Jam, 2jam, 4 Jam, 6 Jam Terhadap Sifat Tarik Serat Pelepah Pisang Kepok*, Penelitian Inovasi, Vol.37 No.1 (September), p. 47-59.
- Prasetyo, N., Kristanto, A., Wibowo, dan Wijoyo, 2007, *Kajian Kekuatan Kejut Biokomposit Serat Serabut Kelapa Sebagai Bahan Yang Ramah Lingkungan*, Universitas Surakarta, Surakarta.
- Rihayat, T., dan Suryani, 2012, *Pembuatan Polimer Komposit Ramah Lingkungan untuk Aplikasi Industri Otomotif Dan Elektronik*, Prosiding SNaPP, vol.3 no.1, p. 275-282.
- Sari, N. F., Abrido, H. S., dan Maulida, 2013, *Pengaruh Penggunaan Larutan Alkali Pada Kekuatan Tarik Dan Uji Degradasi Komposit Polipropilena Bekas Berpengisi Serbuk Serabut Kelapa*, Jurnal Teknik Kimia USU, Vol.2 No.1, p. 14-20.
- Sudargo, P. H., Suhardoko, dan Baroto, B. T., 2015, *Pengaruh Fraksi Volume Dan Panjang Serat Terhadap Sifat Bending Komposit Poliester Yang Diperkuat Serat Limbah Gedebog Pisang*, Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Fakultas Teknik, vol.1 no.1, p. 92-96
- Sugiharto, T., 2009, *Analisis Varians*, Universitas Gunadarma, Jakarta.
- Surdia, T, dan Shinroku, S., 2000, *Pengetahuan Bahan Teknik*, cetakan 6, Pradya Paramita, Jakarta.
- Van Vlack, L. H., 2004, *Elemen-elemen Ilmu dan Rekayasa Material*, Edisi ke- enam. Erlangga, Jakarta.
- Yeremias, M. Pell, 2012, *Pengaruh Fraksi Volume Terhadap Karakterisasi Mekanik Green Composite Widuri – Epoxy*, Seminar Nasional Sains dan Teknik, vol.1 no.1 (november), p. 114-120.