

# **ANALISIS PERBANDINGAN KEKUATAN TARIK KOMPOSIT *HYBRID* SERAT DAUN NANAS – *E-GLASS / EPOXY BAKALITE EPR 174* DAN *HYBRID* SERAT DAUN NANAS – *E-GLASS / VINYL ESTER* *REPOXY R 802***

**Lies Banowati, Afif Fadhil Fauzan, Djoko Suprihanto**

**Email: liesbano@gmail.com**

Prodi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknik  
Universitas Nurtanio Bandung

## **ABSTRACT**

The purpose of this research is to know the mechanical properties of a hybrid composite material of pineapple fiber fiber - e-glass / epoxy bakalite EPR 174 and pineapple fiber hybrid fiber - e-glass / vinyl ester re epoxy R 802 with hand lay up process with volume fraction 50% : 50%. With variations in Unidirectional 0 ° direction, bidirectional 90 °, and ± 45, E-glass fibers are used because one type of fiber developed as insulating or insulating material and this type has good shape capability.

Based on tensile test the average value obtained by hybrid composite of pineapple fiber fibers - e-glass / epoxy bakalite EPR 174 using hand ly up method with unidirectional 0 ° direction of 114 N / mm<sup>2</sup>, bidirectional bidirectional direction of 90 ° 22 N / mm<sup>2</sup> and the direction of fiber ± 45 ° for 24 N / mm<sup>2</sup>. While the result of tensile test of the average value obtained by hybrid composite of pineapple fiber fiber - e-glass / vinyl ester re epoxy R 802 using hand ly up method with Unidirectional 0 ° array direction of 86 N / mm<sup>2</sup>, bidirectional fiber direction direction 90 ° 66 N / mm<sup>2</sup> and the direction of fiber ± 45 ° is 37 N / mm<sup>2</sup>.

Keywords: Hybrid Pineapple Fiber Fiber - E-Glass, Epoxy Bakalite EPR 174, Vinyl Ester Re epoxy R 802, Tensile Strength, Hand Lay Up, Weibull Distribution, Testing, ASTM D3039 / D3039M

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Manusia sejak dari dulu telah berusaha untuk menciptakan berbagai produk yang terdiri dari gabungan lebih dari satu bahan untuk menghasilkan suatu bahan yang lebih kuat. Kebanyakan teknologi modern memerlukan bahan dengan kombinasi sifat-sifat yang luar biasa yang tidak boleh dicapai oleh bahan-bahan lazim seperti logam besi, keramik, dan bahan *polimer*. Serat alam yang dikombinasikan dengan resin sebagai *matriks* akan dapat menghasilkan komposit alternatif yang salah satunya

berguna untuk aplikasi material industri. Serat daun nanas adalah salah satu serat yang berasal dari tumbuhan yang di peroleh dari daun tanaman nanas yang mempunyai nama latin *Ananas Cosmosus*. Panjang daun nanas berkisar antara 55 sampai 77 cm dengan lebar 3,1 sampai 5,5 cm dan tebal daun antara 0,18 sampai 0,27 cm. Dalam pengujian tarik ini penulis melakukan perbandingan resin *epoxy bakalite EPR 174* dan *vinyl ester re epoxy R 802*. Pemilihan resin *epoxy bakalite EPR 174* sebagai bahan dasar disebabkan kekuatan dan kekakuan *epoxy bakalite EPR 174* lebih besar

dibandingkan dengan *polimer* jenis lainnya sedangkan *vinyl ester re epoxy R 802* memiliki daya tahan *korosif* yang sangat baik serta daya tahan panas yang tinggi.

## 1.2 Tujuan

Dimana penulis akan menganalisa perbandingan kekuatan tarik bahan dan melakukan perhitungan dan melakukan beberapa pengujian - pengujian untuk mengetahui kekuatan tarik dengan melakukan perhitungan dan analisa sehingga penulis dapat menyimpulkan bahan mana yang cocok sehingga bisa di aplikasikan di industri penerbangan baik pesawat komersil ataupun pesawat *aeromodeling UAV* dan dapat di aplikasikan di dunia luar penerbangan.

Tujuan lain yang ingin dicapai yaitu dapat mengaplikasikan ilmu pengetahuan yang didapat selama mengikuti perkuliahan di Universitas Nurtanio Bandung dan material komposit berserat daun nanas dapat dijadikan material terbaru yang dapat dimanfaatkan di kehidupan sehari-hari.

## 1.3 Batasan Masalah

Ruang lingkup dari pada penulisan naskah Tugas Akhir mengenai *Analisis perbandingan kekuatan tarik komposit hybrid serat daun nanas – e-glass / epoxy bakalite EPR 174 dan hybrid serat daun nanas – e-glass / vinyl ester re epoxy R 802* ini meliputi :

- 1 Perhitungan dan pengujian yang dilakukan hanya pada model komposit yang dibuat
- 2 Matriks yang digunakan adalah *epoxy bakalite EPR 17* dan *re epoxy vinyl ester R 802*
- 3 Fraksi volume serat *matriks* adalah 50 : 50
- 4 Metode manufaktur yang digunakan adalah *hand lay-up*.
- 5 Spesimen komposit *hybrid* yang dibuat dengan arah *undirectional*  $0^{\circ}$ , *bidirectional*  $90^{\circ}$ ,  $\pm 45^{\circ}$ .

## 5.4 Dasar Teori

Material komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material sehingga mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Pada umumnya bahan material komposit tersusun atas dua tipe material penyusun yakni matriks dan fiber (*reinforcement*). Keduanya memiliki fungsi yang berbeda, fiber berfungsi sebagai material rangka yang menyusun komposit, sedangkan matriks berfungsi untuk merekatkan fiber dan menjaganya agar tidak berubah posisi, campuran keduanya akan menghasilkan material yang keras, kuat, namun ringan.

### 1.5 Klasifikasi Komposit

Pada umumnya material komposit terdiri dari suatu bahan utama (*matriks-matriks*) dan suatu jenis penguat (*reinforcement*) yang di tambahkan untuk meningkatkan kekuatan dan kekakuan *matriks*. Berdasarkan *matriks* material komposit dapat dibagi kedalam tiga kelompok utama, yaitu:

- *CMC* : *Ceramic Matriks Composite* (menggunakan *matriks* keramik)
- *MMC* : *Metal Matriks Composite* (menggunakan *matriks* logam)
- *PMC* : *Polymer Matriks Composite* (menggunakan *matriks polimer*)

Berdasarkan Penguat

- Komposit Partikel (Particle Composites).
- Komposit serat (fibrous Composites)
- Komposit Struktur (Structural Composites)

### 1.6 metode *hand lay up*

Teknik penyusunan dengan menggunakan tangan (*hand lay-up technique*) adalah metode paling sederhana pengolahan komposit. Kebutuhan infrastruktur untuk metode ini juga minim.

### 1.7 Uji Tarik

Uji tarik adalah suatu metode yang di gunakan untuk menguji kekuatan suatu bahan material dengan cara memberikan beban gaya tarik ke material tersebut. Pengujian uji tarik di gunakan untuk mengukur ketahanan suatu material terhadap gaya *statis* yang di berikan secara lambat. Hal ini dapat dilihat melalui persamaan di bawah ini.

$$F_{tu} = P_{max}/A$$

$$\sigma_1 = P_i/A$$

Keterangan :

$F_{tu}$  = ultimate tensile strength, (MPa)

$P_{max}$  = maximum load before failure, (N)  
 $\sigma_i$  =  
*tensile stress at  $i^{th}$  data point*, (MPa)

$P_i$  = load at  $i^{th}$  data point, (N) ; and

$A$  = average cross-sectional area, (mm<sup>2</sup>)

### 1.8 Uji Densitas

Pengujian densitas merupakan pengujian sifat fisik terhadap spesimen, yang bertujuan untuk mengetahui nilai kerapatan massa dari spesimen yang diuji. Rapat massa atau massa density suatu zat adalah massa zat per satuan volume. Jadi dari teori Archimides tersebut dapat diterapkan untuk mencari densitas dengan persamaan rumus perhitungan seperti di bawah ini :

$$\rho = m_{udara} / (m_{udara} - m_{fluida})$$

### 1.9 Distribui Weibull Two Parameter

Untuk menentukan nilai dari kekuatan material (*fracture strength*) terhadap keandalannya adalah menggunakan *distribusi Weibull*. Keandalan adalah merupakan ukuran kemampuan dari sebuah material dalam menerima sebuah beban sampai material

tersebut rusak atau patah Rumus *Distribusi Weibull* sebagai berikut.:

Rumus *Distribusi Weibull* sebagai berikut :

$$F(x; a, b, c) = 1 - \exp \left\{ - \left( \frac{x-a}{b} \right)^c \right\}$$

Dengan  $a \geq 0, b \geq 0, c \geq 0$

Dimana :

$a$  = Lokasi parameter

$b$  = Skala parameter

$c$  = Bentuk parameter

### 1.10 Penentuan Fraksi Volume Serat

Dalam struktur komposit, besarnya kekuatan menahan beban dan kekuatan ikatan struktur ditentukan oleh presentase dari material penyusunnya. Presentase yang dimaksud adalah fraksi volume. Jika fraksi volume material penguat lebih besar dari fraksi volume material pengikat, maka struktur komposit yang dihasilkan akan memiliki kekuatan dan kekakuan yang tinggi Adapun persamaan fraksi volume serat sebagai berikut :

$$V_f = \frac{\frac{m_f}{\rho_f}}{\frac{m_f}{\rho_f} + \frac{m_m}{\rho_m}} \times 100\%$$

Keterangan:

$V_f$  = Fraksi volume serat (%)

$m_f$  = Massa serat (g)

$\rho_f$  = Massa jenis serat ( $g/cm^3$ )

$m_m$  = Massa matriks (g)

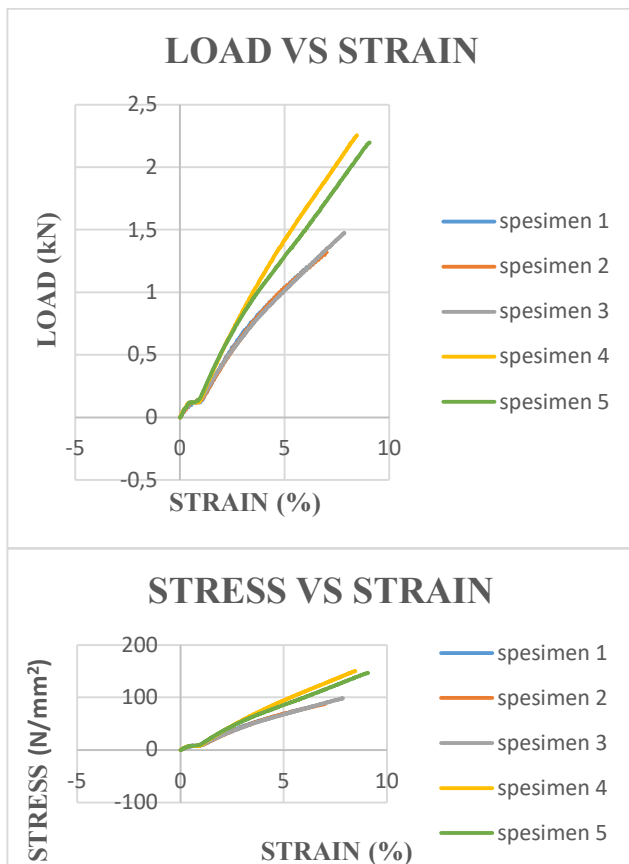
$\rho_m$  = Massa jenis matriks ( $g/cm^3$ )

**1.11 Hasil Data Uji Tarik**

**1.11.1 Hasil uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174**

**Tabel 1.1 Hasil uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 Unidirectional 0°**

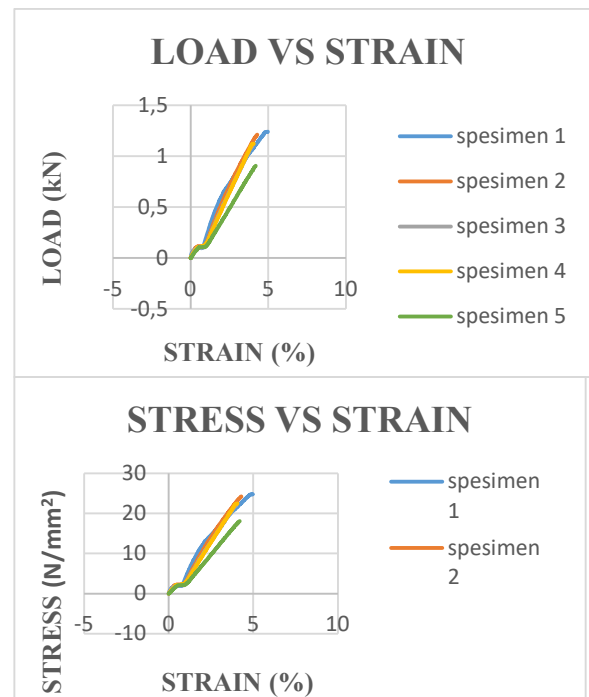
SPEKIMEN CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	1.26	3.26	84	6.52
UT.SN.2	1.32	3.51	88	7.02
UT.SN.3	1.476	3.93	98.4	7.86
UT.SN.4	2.258	4.23	150.533	8.46
UT.SN.5	2.2	4.53	146.667	9.06
RATA-RATA	1.7028	4	114	8



**Gambar 1.1 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 Unidirectional 0°**

**Tabel 1.2 Hasil Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 Bidirectional 90°**

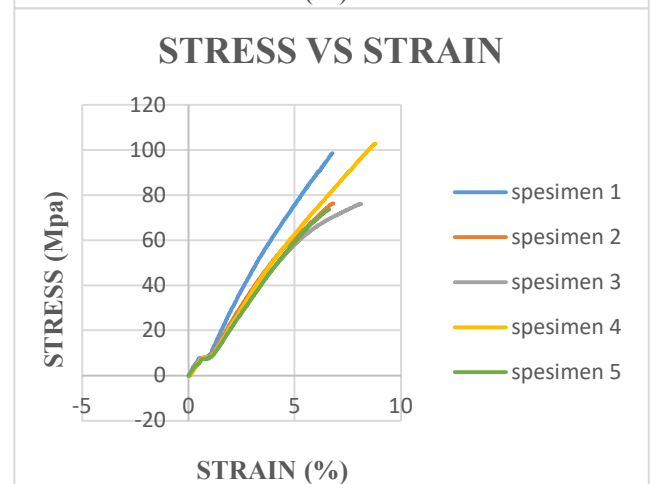
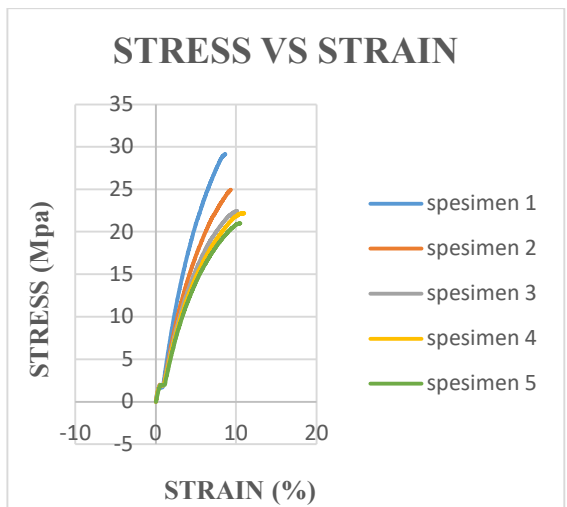
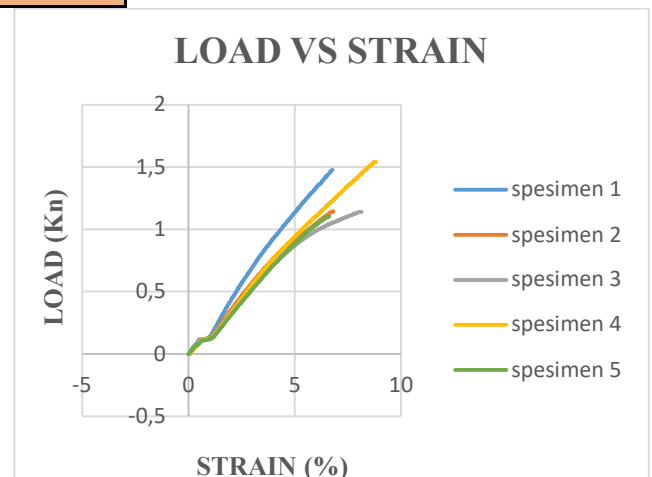
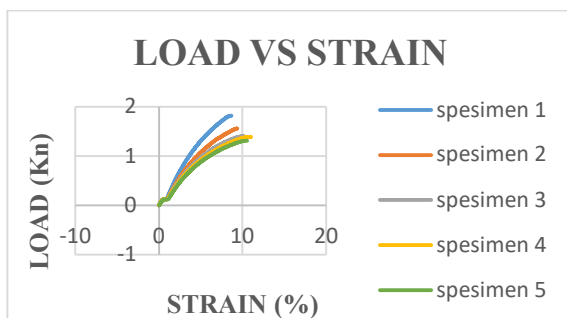
SPEKIMEN CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	1.24	2.49	24.8	4.98
UT.SN.2	1.211	2.15	24.22	4.3
UT.SN.3	1.105	1.99	22.1	3.98
UT.SN.4	1.123	2.03	22.46	4.06
UT.SN.5	0.905	2.1	18.11	4.2
RATA-RATA	1.1168	2	22	4



**Gambar 1.2 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 Bidirectional 90°**

**Tabel 1.3 Hasil Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 ± 45<sup>0</sup>**

SPESIMEN CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	1.822	4.33	29.152	8.66
UT.SN.2	1.561	4.669	24.976	9.338
UT.SN.3	1.404	5.06	22.464	10.12
UT.SN.4	1.389	5.5	22.224	11
UT.SN.5	1.314	5.27	21.024	10.54
RATA-RATA	1.498	5	24	10



**Gambar 1.3 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Epoxy Bakalite EPR 174 ± 45<sup>0</sup>**

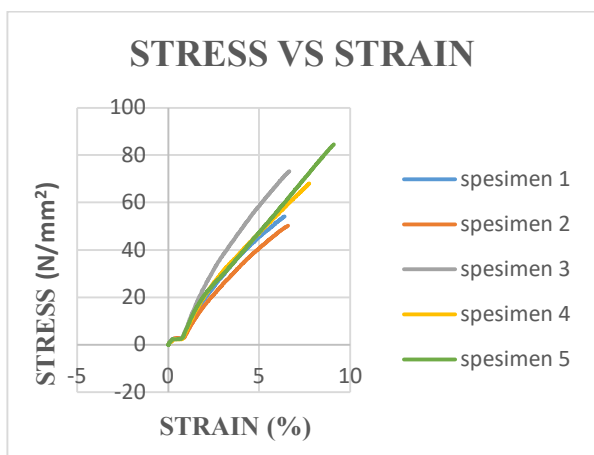
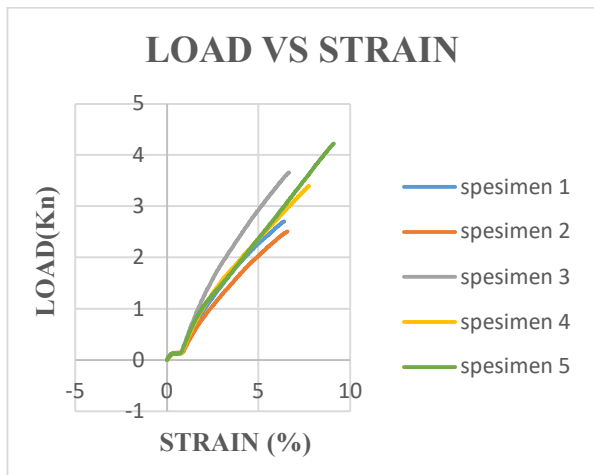
**Gambar 1.4 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester Repoxy R 802 Unidirectional 0<sup>0</sup>**

**Tabel 1.4 Hasil Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester Repoxy R 802 Unidirectional 0<sup>0</sup>**

SPESIME N CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	1.478	3.39	98.533	6.78
UT.SN.2	1.145	3.412	76.333	7
UT.SN.3	1.141	4.07	76.067	8
UT.SN.4	1.543	4.41	102.867	9
UT.SN.5	1.106	3.31	73.733	7
RATA-RATA	1.2826	4	86	7

**Tabel 1.5 Hasil Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester Repoxy R 802 Bidirectional 90<sup>0</sup>**

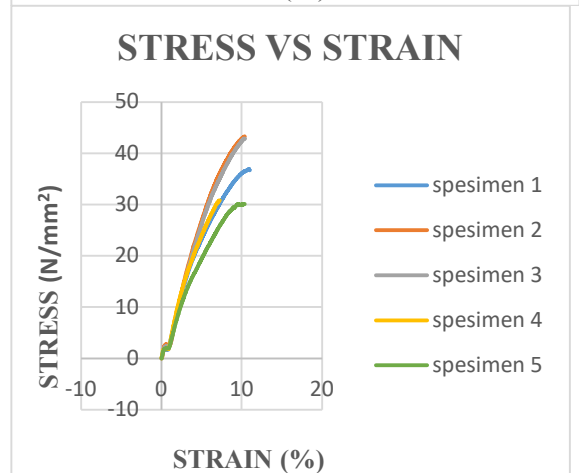
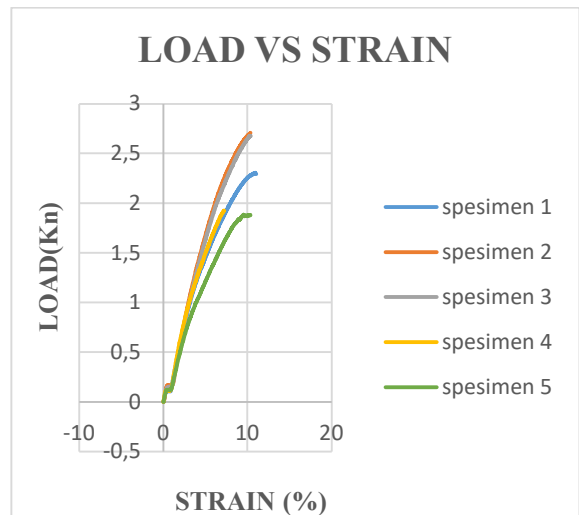
SPESEM EN CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	2.708	3.2	54.16	6.4
UT.SN.2	2.512	3.29	50.24	6.58
UT.SN.3	3.66	3.33	73.2	6.66
UT.SN.4	3.402	3.87	68.04	7.74
UT.SN.5	4.226	4.55	84.52	9.1
RATA-RATA	3.302	4	66	7



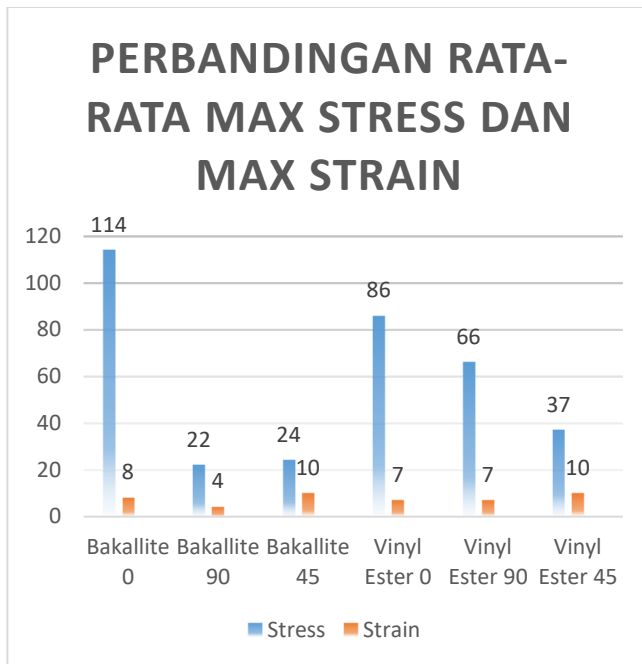
**Gambar 1.5 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester**

**Tabel 1.6 Hasil Kekuatan Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester Repoxy R 802 ± 45<sup>0</sup>**

SPESEM EN CODE	MAXIMUM LOAD (Kn)	MAXIMUM ELONGATION (mm)	MAXIMUM STRESS (N/mm <sup>2</sup> )	MAXIMUM STRAIN (%)
UT.SN.1	2.294	5.51	36.704	11.02
UT.SN.2	2.708	5.18	43.328	10.36
UT.SN.3	2.678	5.2	42.848	10.4
UT.SN.4	1.927	3.619	30.832	7.238
UT.SN.5	1.882	5.18	30.112	10.36
RATA-RATA	2.2978	5	37	10



**Gambar 5.6 Grafik Uji Tarik Komposit Hybrid Serat Daun Nanas – E-Glass / Vinyl Ester Repoxy R 802 ± 45<sup>0</sup>**



**Gambar 1.7 Perbandingan Rata-rata Max Stress Dan Max Strain**

**1.12 Kesimpulan**

Dari hasil pengolahan dan analisis data, dapat ditarik beberapa *point* penting sebagai kesimpulan pada penelitian ini, yaitu sebagai berikut :

1. Proses manufaktur dengan metode hand lay up mempunyai kelebihan yaitu lebih rendahnya dana yang dibutuhkan, dan kekurangannya yaitu spesimen yang dihasilkan kurang maksimal, seperti tidak meratanya serat dan resin pada saat proses manufaktur dan spesimen yang dihasilkan mempunyai tebal, lebar, panjang yang tidak merata.
2. kekuatan tarik paling tinggi dimiliki oleh komposit *bermatriks bakallite* dengan arah serat *unidirectional 0°* sebesar **150.533 N/mm<sup>2</sup>**. Kemudian nilai keandalan pada 90% sebesar **65 N/mm<sup>2</sup>** dan nilai keandalan pada 50% sebesar **115 N/mm<sup>2</sup>**.
3. Kekuatan tarik paling rendah dimiliki oleh komposit *bermatriks bakallite* dengan arah serat *bidirectional 90°* sebesar **18.11 N/mm<sup>2</sup>**. Kemudian nilai keandalan pada 90% sebesar **18 N/mm<sup>2</sup>** dan nilai keandalan pada 50% sebesar **23 N/mm<sup>2</sup>**.

4. Dapat disimpulkan bahwa karakteristik *ripoxy vinyl ester r 802* bersifat getas (*ductile*). Sedangkan karakteristik *Epoxy bakallite epr 174* bersifat ulet (*btittle*).
5. Pada penelitian ini modus kegagalan yang terjadi pada serat arah *unidirectional 0° bermatriks bakallite* yaitu *delemination*. Dan yang terjadi pada serat arah *bidirectional 90° bermatriks bakallite* yaitu *matrix microcrack* dengan *delemination*. Dan yang terjadi pada serat arah  $\pm 45^\circ$  *bermatriks bakallite* yaitu *matrix microcrack*. Dan yang terjadi pada serat arah *unidirectional 0° bermatriks vinyl ester* yaitu *matrix microcrack* dengan *delamination*. Dan yang terjadi pada serat arah *bidirectional 90°* yaitu *matrix microcrack*. Dan yang terjadi pada serat arah  $\pm 45^\circ$  *bermatriks vinnyl ester* yaitu *matrix microcrack*.
6. Kekuatan komposit akan berbeda satu sama lain, walaupun saat proses pembuatannya sama.
7. Kekuatan komposit dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :
  - Tipe serat alam yang digunakan.
  - Bahan serat *glass* yang digunakan.
  - Tipe *resin* yang digunakan.
  - Proses *alkalisasi*.
  - Arah serat.
  - Proses Manufaktur.
8. komposit *hybrid* serat daun nanas – *e-glass / epoxy bakalite EPR 174* layak untuk dikembangkan lebih lanjut karena mempunyai kekuatan tarik rata-rata tinggi dan bersifat ulet.

**DAFTAR PUSTAKA**

1. ASTM D 3039/3039 M. 2002. "Standart Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials". *Annual Book of ASTM Standards*. United States, ASTM International.
2. ASTM D 792 – 08. 2008. *Density and Specific Gravity*

- (Relative Density) of Plastic by Displacement. *Annual Book of ASTM Standards*. United States, ASTM International.
3. Berthelot, Jean Marie. 1999. *Composite Material : Mechanical Behavior and Structural Analysis*. New York.
  4. Banowati, Lies, 2015. *Catatan kuliah : Material Komposit*. Bandung.
  5. Dieter, George. 2003. *Mechanical Metallurgy*. Mc. Grow Hil Book Co.
  6. Dirikolu, Husna, 2002. *Statistika Analysis of Fracture Strength of Composite Material Using Weibull Distribution*. Tubitak, Kirikkale.
  7. Gibson, O. F., 1994. "*Principles of Composite Materials Mechanics*", McGraw-Hill Inc., New York, USA.
  8. Hadi, 2000 "*ceramic matrik composites*"
  9. Hartomo, A.J., Rusdiarsono, A., Hardianto, D., 1992, *Memahami Polimer dan Perekat*, Andi Offset. Yogyakarta.
  10. Hidayat pratikno, 2008, **TEKNOLOGI PEMANFAATAN SERAT DAUN NANAS SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU TEKSTIL**
  11. <http://id.t-composites.net/info/sandwich-structures-22295778.html> diakses pada Waktu 08.30 WIB, Tanggal 27 Mei 2017.
  12. K. van Rijswijk, et.al, 2001, *Natural Fibre Composites*
  13. Kaw A.K., 1997. "*Mechanics of Composite Materials*", CRC Press, New York.
  14. PT. Justus Kimiaraya (2001) *Technical Data Sheet*.
  15. Munirah Mochtar, et.al, 2007, "*Composite For Construction Application*"
  16. Sathishkumar S Satheeshkumar and J Naveen, *Journal of Reinforced Plastic and komposit* (India: Taminaldu, 2014)
  17. Schwartz, 1984, "*Composite Material Handbook*"
  18. Surdia, saito, s. 1985 "*Pengetahuan Bahan Teknik*"
  19. Witono, A.J. (2003), *Produksi Furfural dan turunannya; Alternatif Peningkatan Nilai Tambah Ampas Tebu Indonesia*, Program Studi Teknik Kimia, Departemen Teknik Gas dan Petrokimia Universitas Indonesia