

**PENGARUH PARAMETER PROSES MANUFAKTUR TERHADAP  
KARAKTERISTIK KOMPOSIT BERPENGUAT SERAT  
KARBON/*EPOXY***

SKRIPSI

Oleh:

**Asep Ardi Mulyana**  
**14.303.0102**



**PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS PASUNDAN  
BANDUNG  
2019**

**LEMBAR PENGESAHAN**  
**Parameter Proses Manufaktur Dan Pengujian Mekanik Komposit**  
**Berpenguat Serat Karbon/*Epoxy***

---



Pembimbing I

(Dr. Ir. Muki Satya Permana, MT.)

Pembimbing II

(Dr. Lies Banowati, ST, MT.)

## ABSTRAK

Serat karbon (karbon fiber) sebagai alternative serat grafit, grafit karbon atau karbon adalah bahan yang terdiri dari serat yang sangat tipis sekitar 0.1 mm dan sebagian besar terdiri dari atom karbon. Atomkarbon yang terikat bersama dalam kristal mikroskopis yang lebih atau kurang sesuai sejajar dengan sumbu panjang serat. kesesuaian kristal membuat serat yang sangat kuat dan ringan. Serat karbon memiliki banyak pola menenun yang berbeda dan dapat di kombinasikan dengan resin atau di cetak untuk membentuk material komposit seperti plastik yang di perkuat serat karbon. Kepadatan serat karbon juga lebih rendah daripada baja, sehingga ideal untuk aplikasi yang memerlukan berat benda yang rendah. Sifat dari serat karbon seperti kekuatan tarik tinggi, berat badan rendah, dan ekspansi termal rendah membuatnya sangat populer fiber di gunakan dalam berbagai macam hal seperti industri otomotif, pesawat terbang, dan struktur bangunan.

Komposit dibuat dengan metode *Hand lay up* pada  $V_f \approx 50\%$ . Semua spesimen dilakukan *curing time* pada suhu 26 °C selama 7 jam. Spesimen uji tarik dibuat mengacu pada standar ASTM D3039. Pengujian tarik dilakukan dengan mesin uji tarik dengan nilai *load cell* 100 kN. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit memiliki nilai terendah yaitu 682.56 Mpa dengan beban maksimum 18429 N dan tertinggi 768.63 Mpa dengan beban maksimum 16987 N, dan memiliki nilai densitas (massa jenis) komposit rata-rata yaitu 1.28 gr/cm<sup>3</sup>.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Puji dan syukur kami panjatkan kehadiran Allah SWT, karena atas nikmat dan atas berkah rahmatnya serta hidayahnya sehingga penulis mampu menyelesaikan penulisan Usulan Penelitian Tugas Akhir ini. Sholawat serta Salam selalu tercurahkan kepada junjungan kita Nabi Besar Muhammad SAW, yang telah membawa umatnya dari zaman kegelapan hingga zaman yang terang ini.

Usulan Penelitian Tugas Akhir ini merupakan salah satu mata kuliah wajib di Program Studi Teknik Mesin Universitas Pasundan.

Penulis menyadari bahwa Usulan Penelitian Tugas Akhir ini yang telah disusun masih belum sempurna, karena keterbatasan dari penulis, oleh karena itu kritik dan saran yang membangun dari pembaca sangat dibutuhkan agar untuk kedepannya penulis dapat membuat karya yang lebih baik lagi.

Dengan selesainya penulisan Usulan Penelitian Tugas Akhir ini, maka penulis mengucapkan terimakasih yang telah membantu dan mendukung serta membimbing selama penulisan ini, kepada :

1. Allah SWT, Tuhan Semesta Alam, karena atas segala nikmat dan rahmat-Nya yang tiada tara begitu berlimpah.
2. Orang Tua dan kakak-kakak saya yang tercinta yang selalu memberi semangat, dukungan, restu dan mendoakan penulis yang tiada henti.
3. Bapak Ir. Dedi Lazuardi, DEA Selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Pasundan.
4. Bapak Dr. Ir. Muki Satya Permana, MT. Selaku Pembimbing 1 yang Selalu mengingatkan Pembuatan Penelitian Tugas Akhir ini.
5. Ibu Dr. Lies Banowati, ST, MT. Selaku Pembimbing 2 yang selalu ramah dalam membimbing.
6. Teman-teman seperjuangan Mesin angkatan 2014 dan yang , yang saling memotivasi selama Pembuatan Laporan ini.

Akhir kata Penulis berharap semoga dengan selesainya Penelitian tugas Akhir ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis sendiri dan umumnya bagi para pembaca dan semua pihak yang telah mendukung pembuatan laporan ini.

Bandung, 2019

Penulis



## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	i
ABSTRAK .....	ii
KATA PENGANTAR .....	iii
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR .....	vii
DAFTAR TABEL .....	x
BAB I .....	11
PENDAHULUAN.....	11
1.1 Latar Belakang.....	11
1.2 Rumusan Masalah.....	12
1.3 Tujuan penelitian .....	12
1.4 Batasan Masalah .....	12
1.5 Sistematika Penulisan .....	12
BAB II.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
STUDI LITERATUR.....	4
2.1 Komposit.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2 Klasifikasi Komposit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.1 Penyusun Komposit.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.2 Matriks.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.2.3 Macam-macam Serat Komposit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.3 Serat Karbon .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4 Perekat ( <i>adhesive</i> ).....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.1 Resin Epoksi <i>Bakelite</i> EPR 174 ( <i>Bisphenol A-epichlorhydrin</i> ) ..	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.4.2 Penentuan Fraksi Volume Serat .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5 Proses Manufaktur Komposit .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.5.1 Proses Molding.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.6 Peralatan Dan Bahan.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2.7 Metode Manufaktur .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
BAB III.....	26
METODOLOGI.....	26

3.1	Diagram Alir Penelitian .....	26
3.2	Studi Literatur .....	27
3.3	Persiapan Alata Dan Bahan .....	27
3.4	Proses Manufaktur .....	34
3.5	Pembuatan Spesimen Komposit .....	35
3.6	Rancangan Pengujian.....	39
BAB IV .....		42
DATA DAN PEMBAHASAN .....		42
4.1	Data .....	42
BAB V .....		53
KESIMPULAN DAN SARAN.....		53
5.1	Kesimpulan .....	53
5.2	Saran .....	52
Daftar Pustaka .....		54



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Klasifikasi komposit berdasarkan unsur penyusunnya [3]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.2 <i>Laminated Composite</i> [4]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.3 <i>Particulate Composite</i> [4]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.4 <i>Unidirectional Continous</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.5 <i>Bidirectional Continous</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.6 <i>Random Discontinuous</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.7 <i>Discontinuous fiber composite</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.8 Struktur Penyusun Komposit [4]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.9 Struktur <i>Continuous Fiber Composite</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.10 Struktur <i>woven Fiber Composite</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.11 Stuktur <i>Chopped Fiber Composite</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.12 Struktur <i>Hybrid Fiber Composite</i> [2]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.13 Kelompok Komposit [5]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.14 Metode <i>Vacuum Bagging</i> [14]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.15 Spesimen Uji tarik [1]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 2.16 Kegagalan Uji tarik [1]	Error! Bookmark not defined.
Gambar 3.1 Diagram Alir ( <i>flowchart</i> ) metode penelitian	26
Gambar 3.2 Cetakan kaca	27
Gambar 3.3 Gunting	28
Gambar 3.4 Kertas gosok	28
Gambar 3.5 Mistar baja dan caliper	28
Gambar 3.6 Timbangan digital	29
Gambar 3.7 Wax	29
Gambar 3.8 Kuas	29
Gambar 3.9 Sarung tangan	30



Gambar 3.10 <i>Tinner</i> .....	30
Gambar 3.11 Gelas plastik .....	30
Gambar 3.12 <i>Roller</i> .....	31
Gambar 3.13 Mesin uji tarik .....	31
Gambar 3.14 Serat karbon .....	32
Gambar 3.15 <i>Epoxy barkelite</i> EPR 174.....	32
Gambar 3.16 Spesimen Uji tarik ASTM D 3039.....	35
Gambar 3.17 Penimbangan serat karbon .....	36
Gambar 3.18 Cetakan setelah dibersihkan dengan <i>tinner</i> .....	36
Gambar 3.19 Penimbangan resin dan <i>hardener</i> .....	36
Gambar 3.20 Proses laminasi komposit .....	37
Gambar 3.21 Proses laminasi komposit .....	37
Gambar 3.22 Pengerolan .....	37
Gambar 3.23 Cetakan atas dan pemberian beban .....	38
Gambar 3.24 Spesimen uji tarik .....	38
Gambar 3.25 Mesin uji tarik komposit .....	39
Gambar 3.26 Pemasangan spesimen .....	40
Gambar 4.1 Spesimen uji tarik sesuai dengan ASTM D3039 .....	42
Gambar 4.2 Spesimen uji tarik komposit .....	42
Gambar 4.3 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 1 .....	45
Gambar 4.4 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 2 .....	45
Gambar 4.5 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 3 .....	46
Gambar 4.6 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 4 .....	46
Gambar 4.7 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 6 .....	47

Gambar 4.8 Grafik tegangan terhadap regangan komposit karbon 6 .....	47
Gambar 4.9 Grafik tegangan terhadap regangan seluruh spesimen .....	48
Gambar 4.10 Modus kegagalan menurut ASTM D3039 .....	48



## DAFTAR TABEL

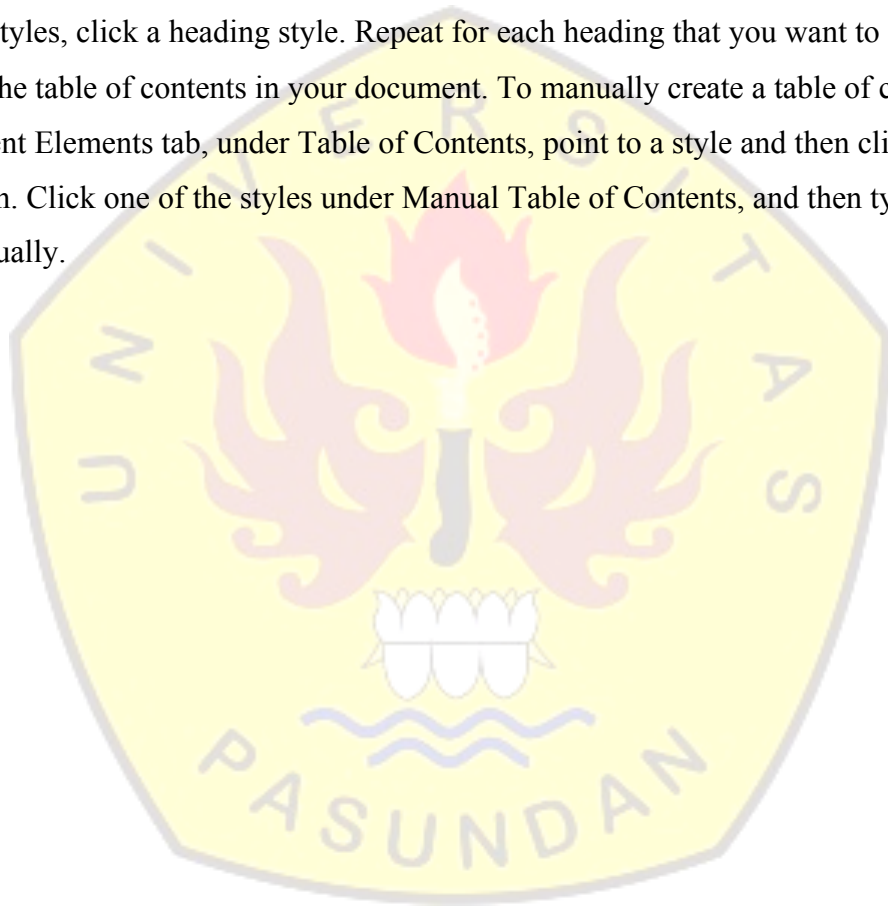
Tabel 2.1 Spesifikasi Karbon FRC300 [6] ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.2 Spesifikasi resin epoksi [8] ..... **Error! Bookmark not defined.**

Tabel 2.3 *Characteristics Epoxy Bakelite* EPR 174 (PT. Justus)... **Error! Bookmark not defined.**

**No table of figures entries found.**

In your document, select the words to include in the table of contents, and then on the Home tab, under Styles, click a heading style. Repeat for each heading that you want to include, and then insert the table of contents in your document. To manually create a table of contents, on the Document Elements tab, under Table of Contents, point to a style and then click the down arrow button. Click one of the styles under Manual Table of Contents, and then type the entries manually.



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan industri di dunia saat ini berkembang sangat pesat, tidak terkecuali halnya dengan teknologi di bidang ilmu material. seiring meningkatnya kebutuhan dunia industri terhadap material dengan karakteristik yang sepadan dengan logam. Kebutuhan akan penggunaan material yang baik mendorong sebagian orang untuk mengembangkan ilmu-ilmu material salah satunya adalah komposit. Komposit merupakan kombinasi makroskopik dari dua atau lebih material, yang memiliki sifat yang berbeda dari material penyusunnya [15]. Komposit memiliki keunggulan dari logam yaitu dari segi kekuatan, mudah di atur memiliki kekuatan lelah yang lebih baik, memiliki kekuatan yang tinggi dan lebih ringan serta tahan korosi [4]. Salah satu material komposit yang saat ini banyak di gunakan adalah serat karbon.

Serat karbon (karbon fiber) sebagai alternative serat grafit, grafit karbon atau karbon adalah bahan yang terdiri dari serat yang sangat tipis sekitar 0.1 mm dan sebagian besar terdiri dari atom karbon. Atomkarbon yang terikat bersama dalam kristal mikroskopis yang lebih atau kurang sesuai sejajar dengan sumbu panjang serat. kesesuaiankristal membuat serat yang sangat kuat dan ringan. Serat karbon memiliki banyak pola menenun yang berbeda dan dapat di kombinasikan dengan resin atau di cetak untuk membentuk material komposit seperti plastik yang di perkuat serat karbon. Kepadatan serat karbon juga lebih rendah daripada baja, sehingga ideal untuk aplikasi yang memerlukan berat benda yang rendah. Sifat dari serat karbon seperti kekuatan tarik tinggi, berat badan rendah, dan ekspansi termal rendah membuatnya sangat populer fiber di gunakan dalam berbagai macam hal seperti industri otomotif, pesawat terbang, struktur bangunan, peralatan olahraga dan yang lain nya [7].

Pada penelitian Tugas Akhir ini, akan dibahas mengenai kekuatan tarik (*tensile strength*) pada material komposit. Penguat/ *reinforcement* yang digunakan adalah *fiberglass-Reinforcement composites* menggunakan bahan dari serat karbon, sedangkan matriks yang digunakan pada penelitian ini adalah *epoxy bachelite* EPR 174.

Dalam penelitian ini, bertujuan untuk mengetahui parameter proses pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dari material komposit serat karbon/*epoxy bachelite* EPR 174

dengan orientasi serat  $0^\circ$ , mana material yang unggul dengan cara membandingkan hasil pengujian dengan standar yang telah ada.

## 1.2 Rumusan Masalah

Pada penelitian ini perumusan masalah yang diajukan penulis untuk mencapai tujuan yang diharapkan adalah sebagai berikut :

1. Bagaimana mengidentifikasi parameter proses pembuatan dan pengujian mekanik pada material komposit berpenguat serat karbon/*epoxy*.

## 1.3 Tujuan penelitian

Sesuai dengan permasalahan di atas, maka tujuan yang ingin dicapai adalah sebagai berikut ini :

1. Melakukan pembuatan komposit berpenguat serat karbon/*epoxy*
2. Mengoptimasi parameter proses pembuatan komposit serat karbon/*epoxy*.
3. Melakukan pengujian tarik dan densitas.
4. Mengidentifikasi karakteristik pada komposit serat karbon/*epoxy*.

## 1.4 Batasan Masalah

Dalam pembahasan Penelitian ini, ruang lingkup yang dibahas dalam mencakup penentuan kekuatan tarik komposit serat karbon/*epoxy barkelite* EPR 174. Hal-hal yang menjadi batasan dalam penelitian ini adalah :

1. Penelitian Tugas Akhir ini Menggunakan serat karbon.
2. Matriks yang digunakan adalah *Epoxy Barkelite* EPR 174.
3. Spesimen Komposit yang diuji yaitu arah serat *Unidirectional*( $0^\circ$ ).
4. Metode manufaktur yang digunakan adalah Metode *Hand Lay Up*.
5. Fraksi Volume Serat dan Matriks adalah 50%.

## 1.5 Sistematika Penulisan

Laporan Penelitian Tugas Akhir ini disusun berdasarkan sistematika penulisan sebagai berikut:

## BAB I PENDAHULUAN

Bab ini berisikan latar belakang, rumusan masalah, tujuan dan manfaat penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.

## **BAB II LANDASAN TEORI**

Bab ini berisikan teori – teori tentang material komposit, jenis – jenis komposit dan proses pembuatan yang menjadi dasar permasalahan yang akan dibahas sebagai referensi, serta penelitian yang sudah dilakukan.

## **BAB III METODE PENELITIAN**

Bab ini berisikan tentang langkah-langkah yang akan dilakukan untuk menyelesaikan Penelitian Tugas Akhir ini.

## **BAB IV ANALISI DAN DATA**

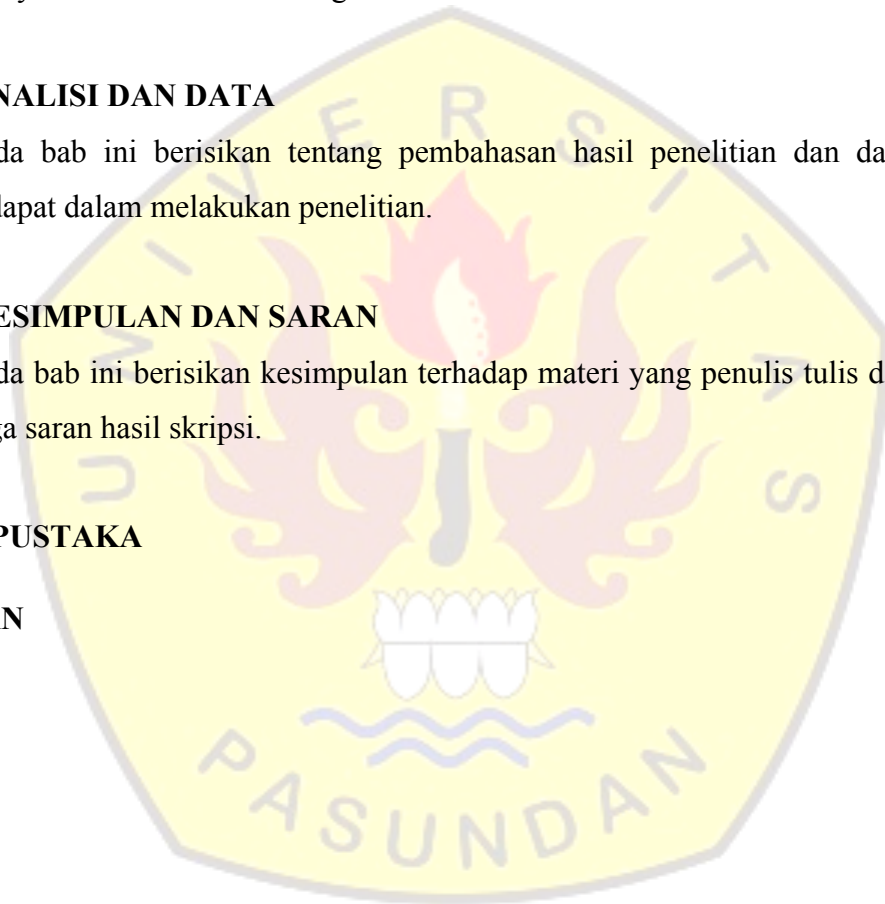
Pada bab ini berisikan tentang pembahasan hasil penelitian dan data-data yang didapat dalam melakukan penelitian.

## **BAB IV KESIMPULAN DAN SARAN**

Pada bab ini berisikan kesimpulan terhadap materi yang penulis tulis dalam laporan juga saran hasil skripsi.

## **DAFTAR PUSTAKA**

## **LAMPIRAN**



## Daftar Pustaka

- [1] ASTM D 3039/3039 M. 2002. *Standard Test Method for Tensile Properties of Polymer Matrix Composite Materials. Annual Book of ASTM Standards*. United State : ASTM International.
- [2] Gibson, 1994. *Principle Of Composite Material Mechanis*. New York, Graw Hill.
- [3] Callister, William D. 2007. *Material Science and Engineering An Introduction*. New York.
- [4] Jones, R.M., 1999. *Mechanics of Composite Materials, 2<sup>nd</sup> Ed.*, Taylor and Francis, Inc.Philadelphia, USA.
- [5] Hull, D. and Clyne, T.W (1996) *An Introduction to Composite Materials*. 2<sup>nd</sup> Edition, Cambridge University Press, Cambridge.
- [6] PT Fosroc Indonesia. *Nitowarp FRC300*. (Katalog)
- [7] Pramono, G.E. dan Sutisna, S.P., 2017. Perbandingan Karakteristik Serat Karbon Antara Metode *Manual Lay-Up* dan *Vacuum Infusion* Dengan Penggunaan Fraksi Berat Serat 60%. Universitas Ibn Khaldun, Bogor.
- [8] Surdia, T.; Saito, S., 1985. *Pengetahuan Bahan Teknik*, Edisi ke-4, PT. Pradnya Paramita, Jakarta.
- [9] Banea M.D., and Silva D.M.F.L., 2009, Adhesively Bonded Joints In Composite Materials: An Overview, *Journal of Materials Design and Applications*, Instituto de Engenharia Mecânica (IDMEC), Porto, Portugal, Vol. 223 Part L., pp. 1-15.
- [10] Putro, Sugiyanto, 2013. Pengaruh Kekuatan Sambungan Komposit Serat Nanas Terhadap Kekuatan Tarik Dan Geser Dengan Adhesive Epoksi, Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Surakarta.
- [11] Yusep, P., 2005, *Adhesive-Bonded Joint Characterization On Aluminium Alloy 2024-T3*, Teknosains, Pasca Sarjana UGM.
- [12] Glen A., 2009, *Adhesives and Adhesion*, CHEM NZ, No.71, pp. 17-27.
- [13] Berthelot, J.M., 1999, *Composite Materials: Mechanical Behavior and Structural Analysis*, pen Springer-Verlag, New York.
- [14] Pupa, Faisal. 2011. *Metoda Pembuatan Komposit*. Sumatra Barat. Padang.
- [15] Bakir, B. dan H. Hasim, 2013. *Effect of Fiber Orientation for Fiber Glass Reinforced Composite Material on Mechanical Properties*, International Journal of Mining,

Metallurgy & Mechanical Engineering (IJMMME) Volume 1, Issue 5 (2013) ISSN 2320-4052.

- [16] Schwartz, M.M. 1984. Composite Material Handbook, Mc Graw Hill. Singapore.
- [17] Kaw, Autar K. 2006. Mechanics of Composite Material 2<sup>nd</sup> Ed. United States of America: Taylor and Francis Group.
- [18] Matthews, F.L., Rawlings, RD., 1993, *Composite Material Engineering And Science*, Imperial College Of Science, Technology And Medi-cine, London, UK.
- [19] Abdurohman, K. dan Marta, A. 2016. Kajian Eksperimental Tensile Properties Komposit Poliester Berpenguat Serat Karbon Searah Hasil Manufaktur *Vacuum Infusion* Sebagai Material Struktur LSU. LAPAN, Bogor.

