

# **SKRIPSI**

## **ANALISA PATAHAN KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT KARBON DAN ANYAMAN KAWAT DENGAN METODE FTIR DAN STRUKTUR MICRO MACRO**



**Disusun Oleh :**

**NAMA : DICKY TECTONA SIDHA**

**NIM : 1511024**

**JURUSAN TEKNIK MESIN S-1  
FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

**2019**

LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI

ANALISA PATAHAN KOMPOSIT POLYESTER BERPENGUAT SERAT  
KARBON DAN ANYAMAN KAWAT DENGAN METODE FTIR DAN  
STRUKTUR MICRO MACRO

DISUSUN OLEH :

Nama : Dicky Tectona Sidha

Nim : 15.11.024

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Mengetahui,

Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1



Sibul, ST., MT.

NIP. Y. 10303003379

Diperiksa/Disetujui

Dosen Pembimbing

Ir. Wawan Sujana, MT.

NIP. 1958123119890310112



PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
**INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG**

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

**BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI**  
**FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI**

Nama : Dicky Tectona Sidha  
Nim : 1511024  
Jurusan / Bidang : Teknik Mesin S-1  
Judul Skripsi : **Analisa Patahan Komposit Polyster Berpenguat Serat Karbon dan Anyaman Kawat dengan Metode FTIR dan Struktur Micro Macro**

Dipertahankan dihadapan tim penguji skripsi jenjang strata satu (S-1) pada :

Hari /Tanggal : Rabu, 24 Juli 2019

Dengan nilai : 85,50

**Panitia Ujian Skripsi**



Ketua

*[Signature]*  
**Sibuf, ST. MT**

NIP. Y. 4030300379

Sekretaris

*[Signature]*

**Ir. Teguh Rahardjo, MT**

NIP. 195706011992021001

**Anggota Penguji**

Pengguji I

*[Signature]*  
**Ir. Mochtar Asroni, MSME**

NID. Y. 1018100036

Pengguji II

*[Signature]*

**Ir. Teguh Rahardjo, MT**

NIP. 195706011992021001

## ABSTRAK

Dicky Tectona Sidha (1511024)

Jurusan Teknik Mesin FTI- Institut Teknologi Nasional, Malang

Email: [sidhadicky@gmail.com](mailto:sidhadicky@gmail.com)

Dalam penelitian ini bertujuan untuk menganalisa patahan material komposit dengan menggunakan dua jenis serat sebagai hybrid yang diikat dengan polyester. Kedua serat tersebut adalah serat karbon dan serat anyaman kawat dengan pengikat resin polyester merk YUKALAC BTQN-EX. Susunan serat karbon dan serat anyaman kawat disusun anyam dengan variasi fraksi volume serat pada komposit adalah matrik, serat karbon dan serat anyaman kawat sebagai berikut 70% : 0% : 30%, 70% : 30% : 0%, 70% : 20% : 10%, 50% : 30% : 20%, Proses pembuatan komposit dengan metode hand lay up. Pengujian spesimen berdasarkan standart ASTM 638-03 untuk uji tarik dan standart ASTM D 6110 untuk uji dampak. Dari hasil penelitian didapat kekuatan tarik komposit tertinggi terdapat pada komposit fraksi volume 50% : 30% : 20% yaitu sebesar 4,54 kgf/mm<sup>2</sup>, sedangkan nilai kekuatan tarik terendah terdapat pada komposit fraksi volume 70% : 0% : 30% yaitu sebesar 1,43 kgf/mm<sup>2</sup>. Pada pengujian dampak Harga Dampak (HI) tertinggi terdapat pada komposit fraksi volume 50% : 30% : 20% yaitu sebesar 0,0232 joule/mm<sup>2</sup>, sedangkan harga dampak terendah terdapat pada komposit fraksi volume 70% : 0% : 30% yaitu sebesar 0,0142 joule/mm<sup>2</sup>. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbandingan fraksi volume serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan tarik dan dampak. Spesimen dengan fraksi volume serat carbon yang lebih banyak dari serat wire mesh maka kekuatan material akan semakin besar pula.

**Kata kunci :** Komposit, resin polyester, serat karbon, serat anyaman kawat, kekuatan Tarik, kekuatan Dampak, kekuatan Mekanik

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala ridho, karunia, serta hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi tepat pada waktunya. Dalam penyusunan Skripsi ini penulis mendapatkan bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Untuk itu, melalui kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Kustamar, MT., selaku Rektor ITN Malang.
2. Bapak Dr. Elly Nursanti, S.T., MT., selaku Dekan Fakultas Teknologi Industri ITN Malang.
3. Bapak Sibut, ST, MT., selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin S-1 ITN Malang.
4. Bapak Ir. I Wayan Sujana, MT., selaku dosen pembimbing yang tak henti-hentinya memberikan arahan, dukungan, serta motivasi sehingga penulis mampu menyelesaikan skripsi ini.
5. Bapak Ir. Teguh Rahardjo, MT., sebagai dosen koordinator bidang ilmu material teknik dan selaku kepala laboratorium material ITN Malang
6. Seluruh Dosen Teknik Mesin S-1 ITN Malang, atas semua ilmu yang tak ternilai harganya.
7. Ayah dan Ibu tercinta, serta keluarga yang senantiasa mendukung penulis lewat doa, perhatian dan kasih sayang dan seluruh teman-teman mahasiswa ITN T.Mesin S-1 yang memberi dukungan serta masukan untuk menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari Skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu penulis sangat mengharap kritik dan saran yang membangun demi penyempurnaan Skripsi yang dibuat.

Malang, Juli 2019

Penyusun

Dicky Tectona Sidha

## PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Dicky Tectona Sidha

Nim : 1511024

Jurusan : Teknik Mesin S-1

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi saya yang berjudul **"Analisa Patahan Komposit Polyster Berpenguat Serat Karbon dan Anyaman Kawat dengan Metode FTIR dan Struktur Micro Macro"** adalah skripsi hasil karya saya sendiri, bukan merupakan duplikasi serta tidak mengutip atau menyadur sebagian atau sepenuhnya dari karya orang lain, kecuali yang telah disebutkan dari sumber aslinya.

Malang, Juli 2019



Membuat Pernyataan

Dicky Tectona Sidha

## DAFTAR ISI

<b>LEMBAR PERSETUJUAN SKRIPSI</b> .....	i
<b>BERITA ACARA UJIAN SKRIPSI</b> .....	ii
<b>PERNYATAAN KEASLIAN ISI SKRIPSI</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xi
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	xii
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	3
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	4
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	5
<b>2.1 Pengertian Komposit</b> .....	5
<b>2.2 Penyusun Komposit</b> .....	6
<b>2.2.1 Matrik</b> .....	6
<b>2.2.2 Reinforcement atau Filler atau Fiber</b> .....	8
<b>2.3 Tipe Arah Serat Pada Komposit</b> .....	9
<b>2.4 Definisi Serat</b> .....	11
<b>2.4.1 Serat Karbon</b> .....	12
<b>2.4.2 Serat Anyaman Kawat</b> .....	13

2.5 Resin .....	14
2.5.1 Resin Termoplastik.....	14
2.5.2 Resin Termoset.....	15
2.6 Proses Pabrikasi Komposit.....	17
2.6.1 Open Molding Process (Pencetakan Terbuka).....	17
2.6.2 Close Molding Process (Pencetakan Tertutup) .....	18
2.6.3 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit .....	20
2.7 Pemusatan Tegangan Pada Serat Komposit.....	22
<b>BAB III RANCANGAN PENELITIAN.....</b>	<b>23</b>
3.1 Diagram Alir Penelitian .....	23
3.2 Material dan Preparasi Spesimen.....	24
3.2.1 Material .....	24
3.2.2 Preparasi Material .....	25
3.3 Alat-alat Yang Digunakan.....	26
3.4 Pengujian.....	28
<b>BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Data Hasil Penelitian.....	31
4.1.1 Hasil Uji FTIR pada komposit Polyester dengan variasi berat serat Karbon dan Kawat. ....	31
4.1.2 Hasil Uji Struktuk Micro-Macro pada komposit Polyester dengan variasi beratserat Karbon dan Kawat.....	33
4.2 Analisa dan Pembahasan .....	35
4.2 .1 Analisis dan Pembahasan FTIR pada komposit polyester dengan variasi berat serat karbon dan kawat.....	35

<b>4.2.2 Analisa dan Pembahasan Struktur Mikro pada komposit polyester dengan variasi berat serat karbon dan kawat.....</b>	<b>37</b>
<b>BAB V.....</b>	<b>39</b>
<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
<b>5.1 Kesimpulan .....</b>	<b>39</b>
<b>5.2 Saran.....</b>	<b>40</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>41</b>
<b>LAMPIRAN.....</b>	<b>43</b>

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Konstituen komposit .....	6
Gambar 2.2 Tipe Arah serat pada komposit .....	9
Gambar 2.3 Tipe discontinuous fiber.....	11
Gambar 3.1 Diagram Alir .....	23
Gambar 3.2 Serat Karbon.....	23
Gambar 3.3 Srat Anyaman Kawat .....	24
Gambar 3.4 Resin Polyester.....	25
Gambar 3.5 Katalis.....	25
Gambar 3.6 Gerinda .....	26
Gambar 3.7 Jangka Sorong .....	26
Gambar 3.8 Amplas .....	27
Gambar 3.9 Uji FTIR (Fourir Tranform Infra Red).....	27
Gambar 3.10 Uji Mikro Makro .....	27
Gambar 3.11 Mesin Uji FTIR (Fourir Tranform Infra Red).....	28
Gambar 3.12 Dimesi specimen Uji FTIR (Fourir Tranform Infra Red) .....	29
Gambar 3.13 Alat Uji Mikro Makro .....	30
Gambar 3.14 Dimensi Spesimen Uji Mikro Makro .....	30
Gambar 4.1 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (karbon 30% kawat 30%).....	33
Gambar 4.2 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (kawat 10%dan karbon 20%) .....	33
Gambar 4.3 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (kawat 20%dan karbon 30%.) .....	34

## **DAFTAR TABEL**

Tabel 2.1 Sifat mekanis serat Karbon .....	13
Tabel 2.2 Spesifikasi anyaman kawat .....	14
Tabel 2.3 Sifat termal resin polyester .....	16
Tabel 2.4 Ketahanan Terhadap Lingkungan Resin Polyester .....	16

## DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1 Hasil uji FTIR variasi berat serat karbon 30% kawat 30% .....	31
Grafik 4.2 Hasil uji FTIR variasi berat serat karbon 20% kawat 10% .....	32
Grafik 4.3 Hasil uji FTIR variasi berat serat karbon 30% kawat 20% .....	32
Grafik 4.4 Analisa hasil uji FTIR pada komposit polyester variasi berat serat kawat 10%, 20%, 30% .....	35

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Seiring dengan perkembangan dunia industri dan transportasi yang sangat pesat, kebutuhan akan material komposit terbarukan untuk suatu produk bertambah. Komposit banyak digunakan karena kekuatan dan sifatnya dapat di desain sesuai dengan kebutuhan dan sesuai dengan arah pembebanannya, sehingga penggunaan bahan komposit dalam bidang rekayasa sudah semakin meluas, tidak hanya dalam bidang industry dan transportasi tetapi tetapi juga merambah ke bidang lainnya seperti poperti dan arsitektur teknologi rekayasa material serta berkembangnya isu lingkungan hidup menuntut terobosan baru dalam menciptakan material yang berkualitas tinggi dan ramah lingkungan. Material komposit berpenguat serat merupakan salah satu material yang ramah lingkungan dibanding dengan material sintesis. Disamping ramah lingkungan komposit berpenguat serat mempunyai berbagai keunggulan diantaranya yaitu harga murah, mampu meredam suara, mempunyai densitas rendah jumlahnya melimpah, ringan dan kemampuan mekanik tinggi.

Komposit merupakan suatu material yang kompleks dimana terkomposisikan dari dua material atau lebih yang digabungkan/disatukan secara bersamaan pada skala makroskopik membentuk suatu produk yang berguna, yang didesain untuk menghasilkan kualitas maupun sifat terbaik. Penguat biasanya bersifat elastis, dan mempunyai kekuatan tarik yang baik namun tidak dapat digunakan pada temperatur yang tinggi, sedangkan matrik biasanya bersifat ulet, lunak dan bersifat mengikat jika sudah mencapai titik bekunya. Kedua bahan yang mempunyai sifat berbeda ini digabungkan untuk mendapatkan satu bahan baru (komposit) yang mempunyai sifat yang berbeda dari sifat partikel penyusunnya semakin berkembangnya teknologi memungkinkan komposit dapat didesain sedemikian rupa sesuai dengan karakteristik material yang diinginkan sehingga dapat dibuat menjadi lebih kuat, ringan dan kaku.

Dengan beberapa kelebihan tersebut menyebabkan komposit banyak diaplikasikan dalam peralatan-peralatan teknologi tinggi di bidang industri, transportasi dan konstruksi bangunan. Karena komposit adalah kombinasi sistem resin dan serat penguat, maka sifat-sifat yang dimiliki komposit adalah kombinasi dari sifat sistem resin dan serat penguatnya.

Di dalam hal ini, komposit menggunakan polyester dan karbon sebagai matrik, dan anyaman kawat sebagai penguat. Karbon merupakan material yang sangat banyak pengaplikasiannya karena mempunyai keunggulan dan fleksibel untuk diperlakukan, dan dimana karbon sudah banyak berkembang di berbagai dunia sebagai penguat komposit dan berbagai serat yang sudah banyak sebagai penguatnya. Anyaman kawat mempunyai berbagai keunggulan dan bisa di aplikasikan dalam berbagai pengaplisian di industri dan transportasi.

Perkembangan material komposit didunia sangatlah pesat terutama di Indonesia sudah banyak industri manufaktur memakai material komposit sebagai contohnya industri pesawat terbang, industri otomotif, alat – alat olah raga, kedokteran, bahkan sampai alat-alat rumah tangga karena material komposit sangat ramah lingkungan dan bisa di daur ulang kembali.

Didalam penelitian ini bahan utama yang akan digunakan yaitu bahan pengikat (matrik) dan jenis resin polyester karena bahan tersebut mempunyai ketahanan bahan kimia yang sangat baik dan mempunyai ketahanan kimia yang sangat baik dan mempunyai kekuatan yang sangat tinggi dan penguatnya memakai wire mesh dan carbon yang mempunyai keunggulan dalam sebagai penguatnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang tersebut maka dapat diambil rumusan masalah dalam penelitian ini adalah:

- Analisa patahan komposit polyster dengan variasi karbon dan anyaman kawat.

### **1.3 Batasan Masalah**

Karena luasnya bidang yang diteliti, maka perlu diberikan beberapa batasan masalah. Batasan masalah membatasi dalam analisa dan sesuai perumusan masalah. Batasan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Penguat yang digunakan adalah serat karbon dan kawat
2. Matrik yang di gunakan adalah resin polyester
3. Menggunakan 3 variasi
  - 3 lapis serat karbon dan 2 lapis anyaman kawat dengan perbandingan 30% serat karbon dan 30% anyaman kawat
  - 3 lapis serat karbon dan 2 lapis anyaman kawat dengan perbandingan 30% serat karbon dan 20% anyaman kawat
  - 2 lapis serat karbon dan 1 lapis serat anyaman kawat dengan perbandingan 30% serat karbon dan 10% serat anyaman kawat
4. Pengujian yang dilakukan antara lain:
  - Uji FTIR (Fourir-Transform Infrared Spectroscopy)
  - Uji Mikro Makro

### **1.4 Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian ini adalah :

- Mengetahui gugus fungsional komposit polyster dengan variasi karbon dan anyaman kawat menggunakan pengujian FTIR.
- Mengetahui struktur komposit polyster dengan variasi karbon dan anyaman kawat menggunakan pengujian mikro makro.

## **1.5 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang diharapkan dari hasil penelitian ini adalah :

1. Untuk memberikan informasi kepada mahasiswa tentang patahan komposit polyester dengan variasi anyaman kawat melalui pengujian FTIR dan Mikro Makro.
2. Bagi produsen, hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai masukan untuk pembuatan komposit polyester serat anyaman kawat.

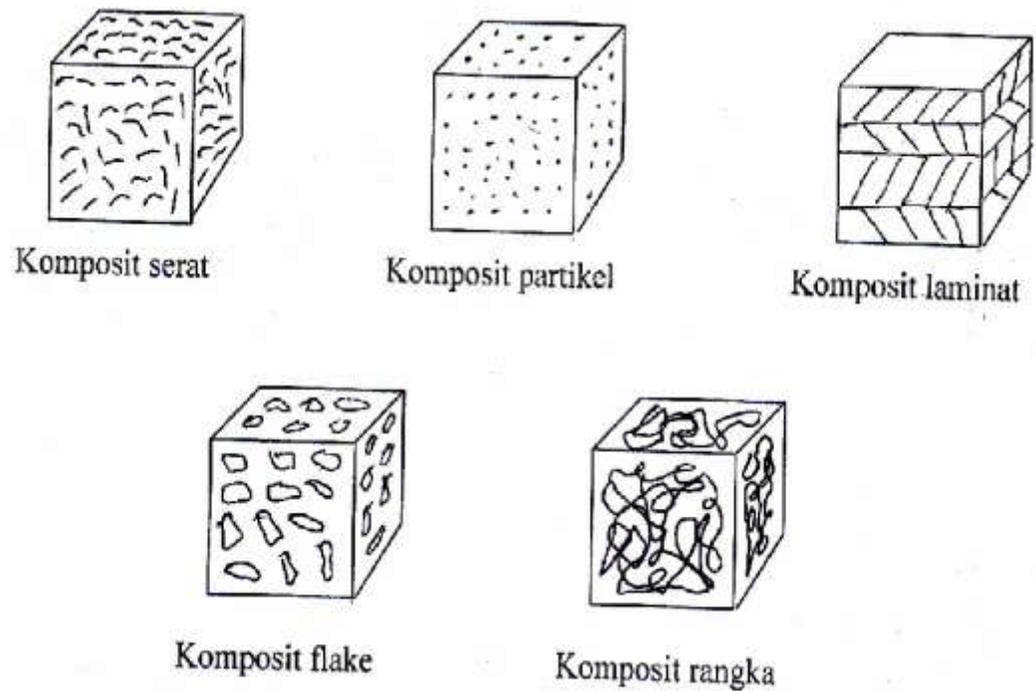
## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pengertian Komposit**

Menurut asal kata bahwa kata komposit (*composite*) berasal dari kata kerja “*to compose*” yang berarti menyusun atau menggabungkan. komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur secara makroskopis menjadi suatu bahan yang berguna<sup>1)</sup>, karena bahan komposit merupakan bahan gabungan secara makro, maka bahan komposit dapat didefinisi sebagai suatu sistem material yang tersusun dari campuran/kombinasi dua atau lebih unsur-unsur utama yang secara makro berbeda di dalam bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan<sup>1)</sup>. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogeny, sehingga kita leluasa merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dan material pebetuknya. Komposit merupakan sejumlah sistem multi fasa dengan gabungan, yaitu gabungan antara bahan matriks atau pengikat dengan penguat.

Bahwa matrik material komposit antara lain berfungsi untuk mendistribusikan beban pada serat-serat penguat. Oleh karena itu adanya cacat seperti void dan retak pada matriks akan mempengaruhi fungsi matrik sebagai pendistribusi beban, missal terjadi konsentrasi tegangan di sekitar cacat yang dapat menurunkan sifat mekanik baik statis maupun dinamis dari material komposit. Karena keuntungan dari komposit adalah ringan, kaku, dan kuat, maka komposit banyak digunakan dalam aplikasi kehidupan sehari-hari, seperti yang diperlihatkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Konstituen komposit<sup>1)</sup>

## 2.2 Penyusun Komposit

Komposit pada umumnya terdiri dari 2 fasa:

### 2.2.1 Matrik

Matriks adalah fasa dalam komposit yang mempunyai bagian atau fraksi volume terbesar (dominan).

Matriks mempunyai fungsi sebagai berikut :

- a) Mentransfer tegangan ke serat.
- b) Membentuk ikatan koheren, permukaan matrik/serat.
- c) Melindungi serat.
- d) Memisahkan serat.
- e) Melepas ikatan.
- f) Tetap stabil setelah proses manufaktur.

Berdasarkan matrik yang digunakan komposit dapat di bagi menjadi 3 kelompok yaitu :

1. Komposit matrik logam (*metal matrix composites/MMC*),

Komposit matrik logam (*metal matrix composites*) ditemukan berkembang pada industri otomotif, Metal matrix composites adalah salah satu jenis komposit yang memiliki matrik logam. Bahan ini menggunakan suatu logam seperti aluminium sebagai matrik dan penguatnya dengan serat seperti silikon karbida. Pada mulanya yang diteliti adalah continous filamen *MMC* yang digunakan dalam aplikasi *aerospace*. Contoh : aluminium beserta paduannya, titanium beserta paduannya, magnesium beserta paduannya.

2. Komposit matrik keramik (*ceramic matrix composites/CMC*)

Komposit matrik keramik (*ceramic matrix composites* ) digunakan pada lingkungan bertemperatur sangat tinggi, *CMC* merupakan material 2 fasa dengan 1 fasa berfungsi sebagai penguat dan 1 fasa sebagai matrik, dimana matriksnya terbuat dari keramik. bahan ini menggunakan keramik sebagai matrik dan diperkuat dengan serat pendek, atau serabut-serabut (*whiskers*) dimana terbuat dari silikon karbida atau boron nitrida. Penguat yang umum digunakan pada *CMC* adalah oksida, carbide, dan nitrid. Salah satu proses pembuatan dari *CMC* yaitu dengan proses DIMOX, yaitu proses pembentukan komposit dengan reaksi oksidasi leburan logam untuk pertumbuhan matriks keramik disekeliling daerah penguat.

3. Komposit matrik polimer (*polymer matrix composites/PMC*)

Komposit ini menggunakan bahan polimer sebagai matriknya. Secara umum, sifat-sifat komposit polimer ditentukan oleh sifat-sifat penguat, Sifat-sifat polimer, rasio penguat terhadap polimer dalam komposit (fraksi volume penguat), geometri dan orientasi penguat pada komposit.

Fungsi penting matriks dalam komposit yaitu:

1. Mengikat serat menjadi satu dan mentransfer beban ke serat. Hal ini akan menghasilkan kekakuan dan membentuk struktur komposit.
2. Mengisolasi serat sehingga serat tunggal dapat berlaku terpisah. Hal ini dapat menghentikan atau memperlambat penyebaran retakan.
3. Memberikan suatu permukaan yang baik pada kualitas akhir komposit dan menyokong produksi bagian yang berbentuk benang-benang.
4. Memberikan perlindungan untuk memperkuat serat terhadap serangan kimia dan Nkerusakan mekanik karena pemakaian.

### **2.2.2 Reinforcement atau Filler atau Fiber**

Reinforcemet berfungsi sebagai penguat atau kerangka dari suatu komposit. Biasanya reinforcement ini berupa fiber atau logam, yang memiliki fase diskontinyu. Berikut ini adalah beberapa reinforcement yang paling banyak digunakan antara lain : fiber glass, asbestos, kertas katun dan lain-lain.

Berdasarkan bentuk penguatnya, secara garis besar komposit diklasifikasikan menjadi tiga macam<sup>f)</sup>, yaitu sebagai berikut :

#### **1. Komposit Partikel (particulate composites)**

Merupakan komposit yang menggunakan partikel serbuk sebagai penguat dan terdistribusi secara merata dalam matriknya. Komposit partikel banyak dibuat untuk bahan baku industry, proses produksi yang muda juga menjadi salah satu pertimbangan bila komposit akan diproduksi masal. Kelayakan bahan komposit partikel yang telah dibuat dapat diketahui dengan melakukan pendekatan iji validitas, adapun pendekatan yang dimaksud yaitu dengan mengetahui modulus elastisitas komposit dalam rentang batas atas (upper bound) dan batas bawah (lower bound).

## 2. Komposit Serat (*fibrous composites*)

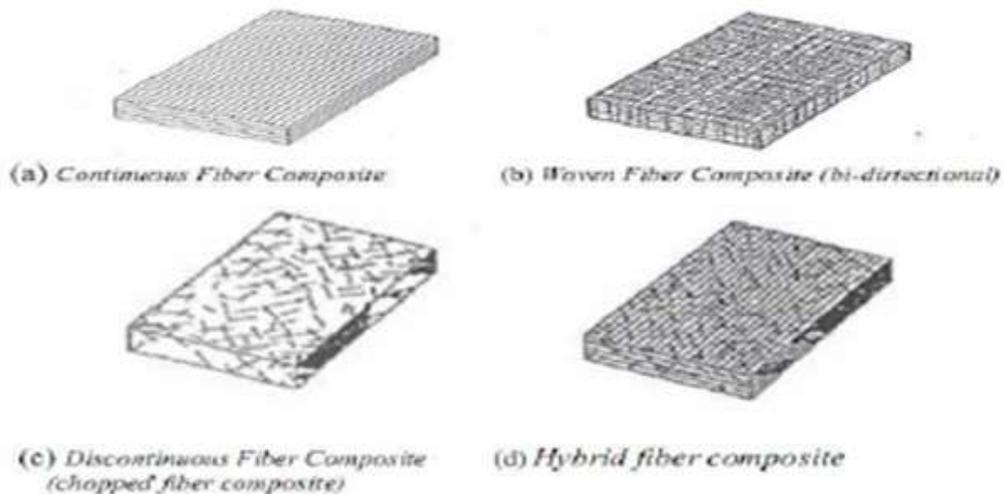
Komposit serat adalah komposit yang terdiri dari serat dan matrik. Fungsi utama serat adalah sebagai penopang kekuatan dari komposit, sehingga tinggi rendahnya kekuatan komposit sangat tergantung dari serat yang digunakan, karena tegangan yang dikenakan pada komposit mulanya diterima oleh matrik akan diteruskan pada serat, sehingga serat akan menahan beban sampai beban maksimum. Oleh karena itu serat harus mempunyai tegangan tarik dan modulus elastis yang lebih tinggi dari pada matrik penyusun komposit.

## 3. Komposit lapis (*laminates composite*)

Jenis komposit ini terdiri dari dua lapis atau lebih yang di gabung menjadi satu dan setiap lapisnya memiliki karakteristik sifat sendiri. Contoh komposit ini yaitu bimetal, pelapisan logam, kaca yang dilapisi, dan komposit lapis serat.

### 2.3 Tipe Arah Serat Pada Komposit

Jenis komposit serat dibagi menjadi 4 yaitu :



Gambar 2.2 Tipe Arah serat pada komposit<sup>j)</sup>

a) *Continuous Fiber Composite*

*Continuous* atau *uni-directional*, mempunyai susunan serat panjang dan lurus, membentuk lamina diantara matriksnya. Jenis komposit ini paling banyak digunakan. Kekurangan tipe ini adalah lemahnya kekuatan antar antar lapisan. Hal ini dikarenakan kekuatan antar lapisan dipengaruhi oleh matriksnya.

b) *Woven Fiber Composite (bi-directional)*

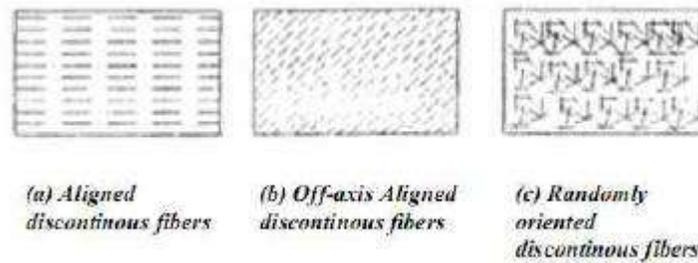
Komposit ini tidak mudah terpengaruh pemisahan antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat memanjang yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan tidak sebaik tipe continuous fiber.

c) *Discontinuous Fiber Composite (chopped fiber composite)*

Komposit dengan tipe serat pendek masih dibedakan lagi menjadi :

- 1) *Aligned discontinuous fiber*
- 2) *Off-axis aligned discontinuous fiber*
- 3) *Randomly oriented discontinuous fiber*

Randomly oriented discontinuous fiber merupakan komposit dengan serat pendek yang tersebar secara acak diantara matriksnya. Tipe acak sering digunakan pada produksi dengan volume besar karena faktor biaya manufakturnya yang lebih murah. Kekurangan dari jenis serat acak adalah sifat mekanik yang masih dibawah dari penguatan dengan serat lurus pada jenis serat yang sama.



Gambar 2.3 Tipe discontinuous fiber<sup>1)</sup>

d) Hybrid fiber composite

Hybrid fiber composite merupakan komposit gabungan antara tipe serat lurus dengan serat acak. Pertimbangannya supaya dapat mengeliminir kekurangan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.

Komposit dapat dibagi lima berdasarkan konstituennya yaitu<sup>1)</sup>

- a. Komposit serat yang terdiri dari serat dengan atau tanpa matrik
- b. Komposit *flake* yang terdiri dari *flake* dengan atau tanpa matrik
- c. Komposit partikel yang terdiri dari partikel dengan atau tanpa matrik
- d. Komposit rangka (komposit terisi) yang terdiri dari matrik rangka yang terisi dengan bahan kedua
- e. Komposit *laminat* yang terdiri dari lapisan atau laminat.

## 2.4 Definisi Serat

Serat merupakan bahan yang memiliki perbandingan dimensi panjang terhadap variasi penampang diameter atau tebal yang relatif besar. Diameter serat berkisar antara 5–100 mikron. Serat mempunyai bentuk panjang kontinyu dan potongan serat dengan ukuran relatif pendek. Berdasarkan diameter dan karakteristik serat dibagi dalam tiga fase yaitu whisker, fiber, dan wires<sup>a)</sup>

Serat merupakan bahan yang memiliki perbandingan dimensi panjang terhadap variasi penampang diameter atau tebal yang relatif besar. Serat mempunyai bentuk

panjang kontinu dan potongan serat dengan ukuran relatif pendek. Pada dasarnya serat tekstil berasal dari tiga unsur utama, yaitu serat yang berasal dari alam (tumbuh-tumbuhan dan hewan), serat buatan (sintetis) dan galian (asbes, logam).

1. Serat alam yang berasal dari tumbuh-tumbuhan antara lain : kapas, sisal, rayon, nanas, bamboo, pisang, dan lain-lain. Serat alam yang berasal dari hewan yakni : dari bulu beri-beri, adapun bahan yang berasal dari serat tersebut adalah bahan wol, sedangkan dari ulat sutra menghasilkan bahan tekstil sutra.
2. Serat buatan (termoplastik) bahan tekstil yang berasal dari serat buatan yaitu berupa Dacron, polyester, nylon.
3. Serat galian adalah serat yang bahan dasarnya berasal dari bahan galian misalkan asbes, logam, benang logam. Contoh asbes, logam dan benang logam. Bahan asbes biasanya banyak digunakan untuk sumbu kompor minyak tanah, untuk mengisi aneka bunga yang berasal dari bermacam-macam bahan tekstil seperti : stoking, nylon, tula dan bahan rajutan. Serat logam lebih banyak digunakan untuk membuat bermacam-macam jenis benang seperti : benang emas, tembaga, perak, alumunium, selain itu ada pula benang yang dilapisi dengan plastik.

#### **2.4.1 Serat Karbon**

Serat karbon (alternatif CF, serat grafit atau serat grafit) adalah serat sekitar 5-10 mikrometer dengan diameter dan sebagian besar terdiri dari atom karbon . Serat karbon memiliki beberapa keunggulan termasuk kekakuan tinggi, kekuatan tarik tinggi, berat badan rendah, ketahanan kimia tinggi, toleransi suhu tinggi dan ekspansi termal rendah. Sifat-sifat ini telah membuat serat karbon sangat populer di bidang kedirgantaraan, teknik sipil, militer, dan olahraga motor, bersama dengan olahraga persaingan lainnya. Namun, mereka relatif mahal jika dibandingkan dengan serat serupa, seperti serat kaca atau serat plastik.

Untuk menghasilkan serat karbon, atom karbon terikat bersama-sama dalam kristal yang lebih atau kurang sejajar sejajar dengan sumbu panjang serat sebagai

penjajaran kristal memberikan rasio kekuatan-ke-volume serat tinggi (membuatnya kuat untuk ukurannya) . Beberapa ribu serat karbon dibundel bersama untuk membentuk derek , yang dapat digunakan dengan sendirinya atau ditenun menjadi kain.

Serat karbon biasanya dikombinasikan dengan bahan lain untuk membentuk komposit . Ketika diresapi dengan resin plastik dan dipanggang membentuk polimer yang diperkuat serat karbon (sering disebut sebagai serat karbon) yang memiliki rasio kekuatan-ke-berat yang sangat tinggi , dan sangat kaku meskipun agak rapuh. Serat karbon juga dikomposisi dengan bahan lain, seperti grafit, untuk membentuk komposit karbon-karbon yang diperkuat , yang memiliki toleransi panas yang sangat tinggi.

Sifat serat karbon memiliki densitas yang cukup ringan, Struktur grafit yang digunakan untuk membuat fiber berbentuk seperti kristal intan, mempunyai karakteristik yang ringan, kekuatan yang sangat tinggi, kekakuan (modulus elastisitas) tinggi.

Tabel 2.1 Sifat mekanis serat Karbon

Density (g/cm <sup>3</sup> )	1,4
Elongation (%)	1,4 – 1,8
Tensile Strength (Mpa)	4000
Young's Modulus (Gpa)	230 – 240

#### 2.4.2 Serat Anyaman Kawat

Anyaman kawat merupakan lembaran kawat jala yang dianyam sedemikian rupa sehingga membentuk lembaran kawat anyam, material ini memberikan kekuatan tekan dan tarik pada rancang bangun pontoon. Dalam penelitian ini digunakan wire mesh anyaman segi empat yang banyak dijual di toko material bangunan dengan karakteristik diameter kawat penyusun 0,5 mm, ukuran bukaan 1,25 cm x 1,25 cm. Pemilihan kawat wire mesh segi empat ini ditentukan sebagai material utama

pembangun pontoon berdasarkan pertimbangan antara lain : kemudahan memperoleh produk karena diproduksi masal oleh suatu pabrik material, dan kemudahan dalam pemasangan dan pembentukan menjadi lapisan kerangka dinding pontoon.

Tabel 2.2 Spesifikasi anyaman kawat

Electro galvanize square Wire Mesh					Chemical Composition (WT%)					
Mesh Nr	Wire dia	Width	Length	Net weight	C	Si	Mn	P	S	Zn Coating
16 x 16	0.40 mm	1.00m	30.00 m	38.00kg	0.0 90	0.1 5	0.3 8	0.0 3	0.0 31	7g/sqm
Mechanical										
Tensile strength (N/mm <sup>2</sup> )			Hardnes (hrc/hb)		Elongation(%)		Reduction of area(%)			
400			-		16		-			

## 2.5 Resin

Resin adalah suatu material yang berbentuk cairan pada suhu ruang, atau material padatan yang dapat meleleh pada suhu diatas 200°C. pada dasarnya resin adalah matrik, sehingga memiliki fungsi yang sama dengan matriks.

Resin dibagi menjadi dua bagian yaitu :

### 2.5.1 Resin Termoplastik

Resin termoplastik adalah resin yang melunak jika di panaskan dan akan mengeras jika didinginkan, atau dapat dikatakan bahwa proses pengerasannya bersifat reversible. Resin termoplastik memberikan sifat-sifat yang lebih baik, ketahanan terhadap craking yang lebih tinggi, dan lebih mudah di bentuk tanpa katalis. Namun resin tipe ini sulit dikombinasikan dengan reinforcement karena viskositas dan

kekuatannya yang tinggi. Beberapa contoh resin termo plastic antara lain : Poly vilyn chloride (PVC), polyethy lene, poly propylene dan lain-lain.

### **2.5.2 Resin Termoset**

Resin termoset adalah resin yang mengeras jika dipanaskan lebih lanjut tidak akan melunak, atau kata lain proses pengerasannya irreversible. Beberapa contoh resin termoset antara lain : resin phenolic, polimer melamin, resin epoksi, resin polyester, silicon dan polyamide.

#### **1) Resin Epoksi**

Resin epoksi adalah cairan organic dengan berat molekul rendah yang mengandung gugus epoksida. Resin epoksi termasuk ke dalam golongan termosetting, sehingga dalam hal pendekatan yang perlu di perhatikan adalah :

- a) Mempunyai penyusutan yang kecil pada pengawetnya.
- b) Memiliki viskositas yang rendah disesuaikan dengan material penyangga.
- c) Dapat di ukur dengan temperature kamar dalam waktu yang optimal.
- d) Memiliki kelengketan yang baik dengan material penyangga.

Resin epoksi mengandung struktur epoksi atau oxirene. Resin ini berbentuk cairan kental atau hamper padat, yang digunakan untuk material ketika hendak di keraskan. Resin epoksi jika di reaksi dengan hardener yang akan membentuk polimer crosslink. Hardener untuk system curing pada temperature ruang dengan resin epoksi pada umumnya adalah senyawa poliamid yang terdiri dari dua atau lebih grub amina. Curing time system epoksi bergantung pada kreaktifan atom hydrogen dalam senyawa. Reaksi curing pada system resin epoksi secara eksotermis. Berarti dilepaskan sejumlah kalor pada proses curing berlangsung. Laju kecepatan proses curing bergantung pada temperature ruang. Untuk kenaikan temperatur setiap  $10^{\circ}\text{C}$ , maka laju kecepatan curing akan menjadi dua kali lebih cepat, sedangkan untuk penurunan temperaturnya dengan besar yang sama, maka laju kecepatan curing akan turun menjadi setengah dari laju kecepatan curing sebelumnya. Epoksi memiliki

ketahanan korosi yang lebih baik dari polyester pada keadaan basah, kestabilan dimensi dan penahan panas yang baik.

## 2) Resin Polyester

Resin polyester mempunyai harga yang murah, mudah digunakan dan sifat versalitasnya. Selain itu resin polyester mempunyai daya tahan terhadap dampak, tahan terhadap segala cuaca, transparan dan efek permukaan yang baik. Kerugian penggunaan resin polyester adalah memiliki daya rekat yang kurang baik dan sifat inhibisi dari udara dan filler. Jenis hardener pada system curing untuk resin polyester kebanyakan adalah peroksida seperti benzoil peroksida atau peroksida metil-etil keton yang lebih dikenal dengan nama mekpo.

Tabel 2.3 Sifat termal resin polyester<sup>k)</sup>

No	Sifat Thermal	Min – Max	Satuan
1	Temperatur Glass	194.444 – 227.778	<sup>0</sup> R
2	Panas Laten Peleburan	-	BTU/Lb
3	Perlakuan Panas Max	216.667 – 227.778	<sup>0</sup> R
4	Titik Lebur	-	<sup>0</sup> R
5	Perlakuan Panas Min	105.556 – 111.111	<sup>0</sup> R
6	Panas Spesifik	0.928629 – 0.990538	BTU/Lb.F
7	Konduktifitas Panas	0.280805 – 1.12322	BTU.ft/h. ft <sup>2</sup> .F
8	Exspansi Panas	144 – 270	106/ <sup>0</sup> F

Tabel 2.4 Ketahanan Terhadap Lingkungan Resin Polyester<sup>k)</sup>

No	Ketahanan Lingkungan	Tingkatan
----	----------------------	-----------

1	Kemampuan bakar	Rata - rata
2	Air tawar	Sangat baik
3	Organik Pelarut	Rata - rata
4	Oksidasi	Sangat baik
5	Air laut	Sangat baik
6	kekuatan asam	Rata – rata
7	kekuatan alkali	Rata – rata
8	Ultraviolet	Baik
9	Pemakaian	Rata – rata
10	Asam lemah	Sangat baik
11	Alkali lemah	Sangat baik

### 3) Resin Vinyl Ester

Resin ini dihasilkan dari methacrylic atau acrylic acid dengan bisphenol diepoxide dengan katalis bensi dimethyl lamine dan triphenyl phosphine menghasilkan bisphenol epoxy dimethacrylates (vinyl ester) Produk vinyl ester mempunyai flexural properties dan performa kimia yang tinggi.

## 2.6 Proses Pabrikasi Komposit

Material komposit dapat di produksi dengan berbagai macam metode proses pabrikasi, metode-metode pabrikasi ini disesuaikan dengan jenis matriks penyusun komposit dan bentuk material komposit yang di inginkan sesuai aplikasi selanjutnya.

### 2.6.1 Open Molding Process (Pencetakan Terbuka)

#### 1. Hand lay up process

Proses ini di lakukan dalam kondisi dingin dan dengan memanfaatkan keterampilan tangan. Serat bahan komposit ditata sedemikian rupa mengikuti bentuk cetakan, kemudian di tuangkan resin sebagai pengikat antara satu lapisan serat dengan lapisan yang lain. Demikian seterusnya, sehingga sesuai dengan ukuran dan bentuk yang telah di tentukan.

Ada 5 cara aplikasi resin yaitu :

- a. Chopped laminate process menggunakan alat pemotong fiber yang biasanya serat panjang membentuk serat menjadi lebih pendek.
- b. Manual resin application proses pengaplikasian antara resin dan fiber dilakukan secara manual dengan tangan.
- c. Proses pengaplikasiannya antara resin dan fiber menggunakan bantuan mesin dan berlangsung secara kontinyu.
- d. Atomized spray up pada teknik pabrikasinya system pada metode ini tidak kontinyu, biasanya digunakan untuk membuat material komposit dengan ukuran yang lebih kecil.
- e. Non atomized application untuk metode ini pada pengaplikasiannya menggunakan mesin potong fiber, pelaminasi resin dan tekanan dari roller yang berjalan kontinyu. Metode ini lebih menguntungkan bila digunakan untuk pabriikasi material komposit yang berdimensi besar mengingat prosesnya yang kontinyu.

## 2. Filament Winding Process

Proses yang melalui metode pemanfaatan system gulungan benang pada sebuah sumbu putar. Serat komposit dibuat dalam bentuk benang digulung pada sebuah mandril yang di bentuk sesuai dengan bentuk rancangan benda teknik, misalnya berbentuk tabung, kemudian resin yang berfungsi sebagai matrik dituangkan bersamaan dengan proses penggulungan serat tersebut, sehingga keduanya merekat dan saling mengikat antara satu lapisan gulungan dengan gulungan berikutnya.sampai membentuk benda teknik yang direncanakan.

### **2.6.2 Close Molding Process (Pencetakan Tertutup)**

#### 1. Compression molding

Metode ini menggunakan cetakan yang di tekan pada tekanan tinggi sampai mencapai 1000 Psi. di awali dengan mengalirkan resin dan reinforcement dengan viscositas yang tinggi ke dalam cetakan dengan suhu 330°F-400°F, kemudian mold di tutup dan penekanan terhadap material komposit tersebut, sehingga terjadi perubahan

kimia yang menyebabkan mengerasnya material komposit secara permanen mengikuti bentuk cetakan.

## 2. Pultrusion

Pada pembentukan material ini komposit yang menggabungkan antara resin dan fiber berlangsung secara kontinyu. Proses pultrusion digunakan pada pabrikasi komposit yang berprofil penampang lintang tetap, seperti pada berbagai macam rods dan bar section, ladder side rails, tool handles dan komponen elektrik kabel. Reinforcement yang digunakan seperti roving, mat atau pabrik di letakkan pada tempat khusus dengan menggunakan performing shapers atau guides untuk membentuk karakteristiknya. Proses penguatan dilakukan melalui resin. Adanya panas out yaitu tempat material diselubungi dengan cairan resin. Adanya panas akan mengaktifkan system uring sehingga akan mengubah fasaresin menjadi padat

## 3. Resin Transfer Molding (RTM)

Pada proses ini resin ditransfer atau diinjeksikan kedalam suatu tempat yang berisi fiberglass reinforcement. Metode ini termasuk closes mold process dimana reinforcement diletakkan diantara dua permukaan cetakan yang terdiri dari dua bagian yang satu disebut bagian female dan yang lainnya disebut male. Pasangan cetakan tersebut lalu ditutup, diberi klem, lalu resin thermoset berviskositas rendah diinjeksikan pada tekanan 50-100 psi ke dalam lubang cetakan melalui port injeksi. Resin di injeksikan sampai memenuhi seluruh rongga cetakan hingga meresap dan membasahi seluruh material reinforcement.

## 4. Wet Lay Up

Metode ini reinforcement digabungkan dengan menggunakan tangan seperti metode hand lay up untuk kemudian ditaruh kedalam cetakan vacuum bag untuk mempercepat proses laminasi dan menghilangkan udara yang terperangkap dapat menimbulkan adanya void dalam produk komposit yang dicetak.

## 5. Vacuum Bag Molding

Merupakan pengembangan metode close mold yang bertujuan untuk meningkatkan sifat mekanik dengan cara meminimalisasi jumlah udara yang masuk terperangkap dalam proses pembuatannya. Selain itu dengan berkurangnya tekanan di dalam vacuum bag molding maka tekanan udara atmosferik dari luar akan digunakan sebagai gaya untuk menghilangkan kelebihan resin yang ada dalam laminasi sehingga menghasilkan kandungan fiber reinforcement yang tinggi. Bentuk cetakan yang digunakan disesuaikan dengan bentuk produk yang ingin dibuat.

## 6. Prepeg

Merupakan metode advance dalam pembuatan komposit dengan adanya pemanasan atau cetakan yang diletakkan pada autoclave setelah campuran komposit dimasukkan. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan gaya tekan dari luar. Teknik menggunakan prepeg-vacum-bag-autoclave banyak dimanfaatkan untuk pembuatan peralatan pesawat terbang dan perlengkapan militer.

## 7. Vacuum Infusion Processing.

Metode ini adalah variasi dari vacuum bag molding dimana resin yang dituangkan dalam ruang hampa masuk dalam cetakan dan membentuk laminasi. Pada metode ini tekanan dalam rongga cetakan lebih rendah dibandingkan tekanan atmosferik udara. Setelah specimen dipenuhi resin kemudian dilapisi dengan fiber reinforcement dapat menggunakan tangan yang disebut dengan istilah lay-up dry, kemudian resin diinfusikan kembali ke dalam cetakan untuk menyempurnakan system laminasi komposit sehingga tidak terdapat ruang kelebihan resin. Rasio resin yang sangat tinggi terhadap fiber glass yang digunakan memungkinkan penggunaan metode vacuum infision yang menghasilkan sifat mekanik system laminasi yang sangat baik.vacum infusion processing dapat digunakan untuk proses dengan volume yang rendah.

### **2.6.3 Faktor Yang Mempengaruhi Performa Komposit**

Peneliti yang menggabungkan antara matrik dan serat harus memperhatikan beberapa factor yang mempengaruhi performa fiber-matrik komposit antara lain :

a. Factor Serat

Serat adalah bahan pengisi matrik yang digunakan untuk memperbaiki sifat dan struktur matrik yang tidak dimilikinya, juga diharapkan mampu menjadi bahan penguat matrik pada komposit untuk menahan gaya yang terjadi.

b. Letak Serat

Dalam pembuatan komposit tata letak dan arah dalam matrik yang akan menentukan kekuatan mekanik komposit, dimana letak dan arah dapat mempengaruhi kinerja komposit tersebut.

c. Panjang Serat

Panjang serat dalam pembuatan komposit serat pada matrik sangat mempengaruhi terhadap kekuatan. Ada dua dalam pembuatan komposit serat panjang dan serat pendek. Serat panjang lebih kuat dibandingkan serat pendek. Serat alami jika dibandingkan dengan serat sintetis mempunyai panjang dan diameter yang tidak seragam pada setiap jenisnya. Oleh karena itu panjang dan diameter sangat berpengaruh pada kekuatan modulus komposit. Panjang serat berbanding sering disebut aspect ratio. Bila aspect ratio makin besar maka makin besar pula kekuatan tarik serat pada komposit dibanding serat panjang<sup>1)</sup>

d. Bentuk serat

Bentuk serat yang digunakan untuk pembuatan komposit memanjang dan mempengaruhi diameter seratnya. Pada umumnya semakin kecil diameter serat akan menghasilkan kekuatan komposit yang lebih tinggi. Selain itu bentuk serat juga mempengaruhi.

e. Factor Matrik

Matrik dalam komposit berfungsi sebagai bahan pengikat serat menjadi sebuah unit struktur, melindungi dari kerusakan eksternal, meneruskan atau memindahkan beban eksternal pada bidang geser antar serat dan matrik, sehingga matrik dengan serat saling berhubungan.

f. Void

Void atau gelembung udara merupakan akibat yang tidak bias dihindari pada saat proses pembuatan. Untuk itu sebisa mungkin meminimalkan void yang dihasilkan pada bahan komposit. Void yang terjadi pada matrik sangatlah berbahaya, karena pada bagian tersebut penguat selalu akan mentransfer tegangan ke matrik.

g. Factor Ikatan Fiber dan Matrik

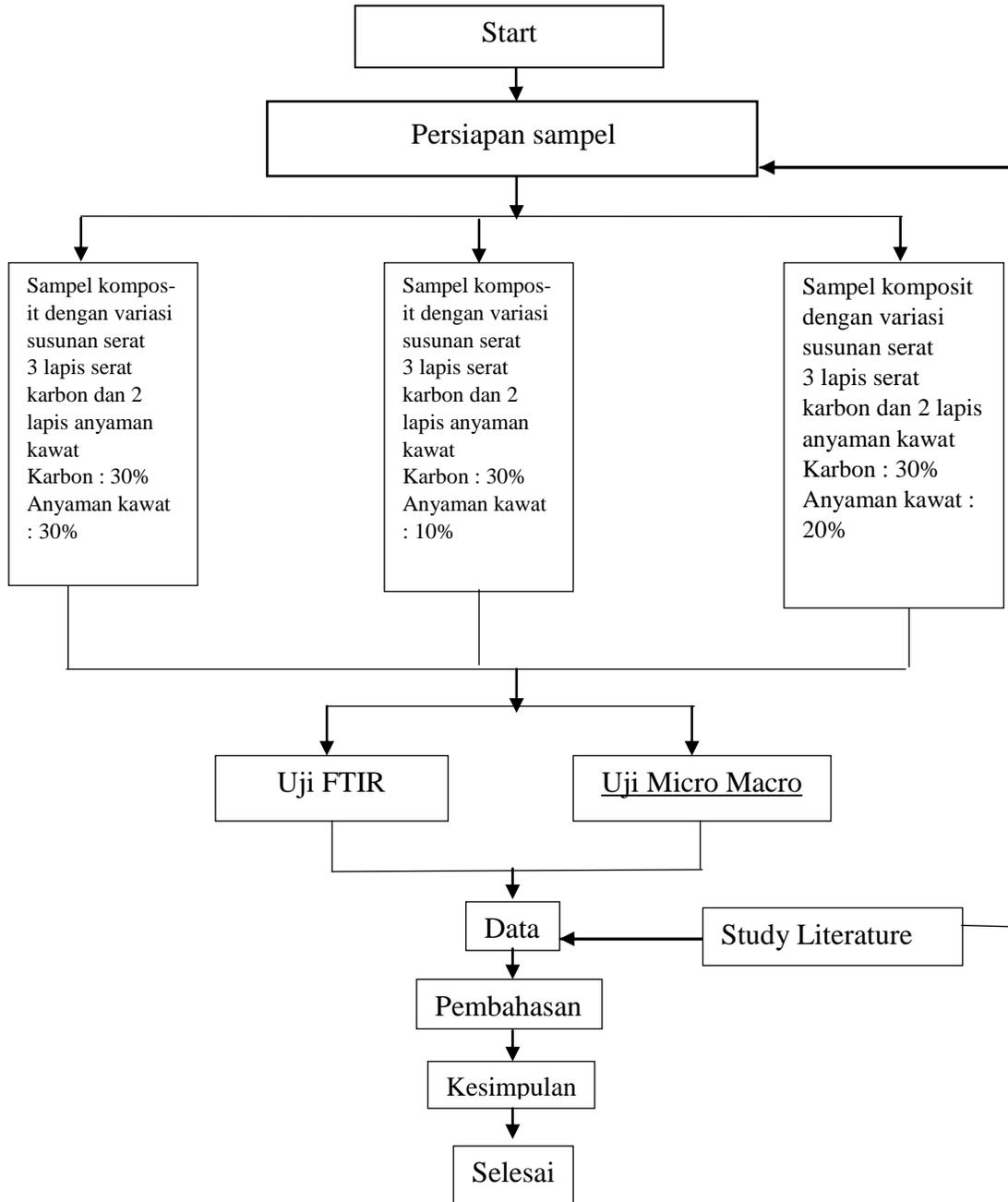
Komposit serat yang baik harus mampu untuk menyerap matrik yang mudah terjadi antara dua fase<sup>1)</sup>. Selain itu komposit serat juga harus mempunyai kemampuan untuk menahan tegangan yang tinggi, karena serat dan matrik berinteraksi dan pada akhirnya terjadi pendistribusian tegangan

## **2.7 Pemusatan Tegangan Pada Serat Komposit**

Variasi orientasi serat dalam komposit juga memberi pengaruh terhadap sifat mekanis yang dihasilkan komposit, dari hasil penelitian yang dilakukan pemusatan tegangan pada serat komposit yang terjadi pada serat komposit antara orientasi serat teratur, anyaman, dan acak yang paling rendah terjadinya pemusatan tegangan adalah pada orientasi serat teratur dan yang paling tinggi terjadinya pemusatan tegangan adalah pada orientasi serat acak, karena ikatan setiap serat acak tidak mampu menahan beban dalam satu arah sehingga patahan yang terjadi hanya pada bagian yang mengalami pemusatan tegangan.

### BAB III RANCANGAN PENELITIAN

#### 3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

### 3.2 Material dan Preparasi Spesimen

Sebelum memulai pengujian, alat dan bahan untuk pengujian penelitian perlu dipersiapkan terlebih dahulu. Proses persiapan ini dengan menyiapkan material, alat-alat penelitian dan proses pengujian.

#### 3.2.1 Material

Material yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

a) Serat penguat

Penguat yang digunakan adalah serat karbon dan serat Anyaman kawat



Gambar 3.2 Serat Karbon



Gambar 3.3 Serat Anyaman kawat

b) Matrik

Untuk matrik digunakan resin polyester



Gambar 3.4 Resin polyester

c) Katalis

Sebagai bahan campuran resin



Gambar 3.5 Katalis

### 3.2.2 Preparasi Material

Salah satu tahapan yang penting dalam pemeriksaan suatu sample di laboratorium adalah preparasi sample. Seperti namanya diserap dari kata “prepare” yang berarti mempersiapkan, artinya sample yang kita uji dilakukan preparasi hingga siap diukur. Dan ada dua pengujian yang akan saya lakukan yaitu pengujian FTIR dan Mikro Makro, untuk preparasi pengujian FTIR kita harus memotong sample menjadi ukuran panjang 10mm, lebar 10mm dan tebal 4mm. Sedangkan sample Pengujian Mikro Makro ukuran sample harus berukuran panjang 10mm, panjang 10mm dan tebal 10mm.

### 3.3 Alat-alat Yang Digunakan

a) Gerinda

Untuk memotongi spesimen



Gambar 3.6 Gerinda

b) Jangka Sorong

Untuk mengukur ketebalan wire mesh dan carbon



Gambar 3.7 Jangka sorong

c) Amplas

Untuk mengamplas specimen



Gambar 3.8 Amplas

d) Mesin Uji FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy)

Digunakan Uji menguji specimen inramerah spektroskopi



Gambar 3.9 Uji FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy)

e) Mesin Uji Micro Macro

Digunakan Untuk menguji struktur mikro dan makro



Gambar 3.10 Uji Micro Macro

### 3.4 Pengujian

#### 3.4.1 Pengujian FTIR (Fourier-Transform Infrared Spectroscopy)

Adapun untuk mendapatkan signal radiasi infra merah yang utuh dan lebih baik untuk diterima detector. Gugus fungsional molekul merupakan informasi penting dari suatu material yang disebut sebagai spektrum infra merah. Jumlah radiasi infra merah yang diterima akan terplot sebagai fungsi frekuensi atau panjang gelombang. Langkah – langkah yang dilakukan dalam pengujian FTIR adalah :

1. Ukur panjang uji diameter spesimen (tebal, lebar, untuk specimen bentuk plat)
2. Setelah pengukuran selesai, data hasil pengukuran dimasukkan ke mesin uji FTIR dengan langkah – langkah sebagai berikut :
  - a. Nyalakan alat instrumen FTIR dengan menekan tombol on/off.
  - b. Buka *software* FTIR yang tersedia pada komputer.
  - c. Klik kiri opsi “Measure” kemudian pilih “Measurement” lalu “initialize”.  
Tunggu hingga muncul tiga icon status berwarna hijau pada sebelah kanan layar.
  - d. Perangkat FTIR siap untuk digunakan.



Gambar 3.11 Mesin Uji FTIR

Spesifikasi :

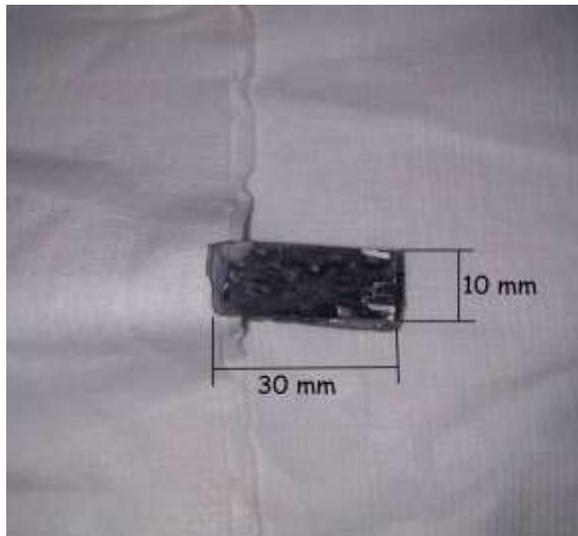
Maker : Hung Ta

Model : HT – 9502

Serial No : 1146

Country Of Original : Taiwan

Capacity : 50.000 Kgf



Gambar 3.12 Dimesi specimen Uji FTIR

### 3.4.2 Pengujian Mikro Makro

Pengujian Mikro Makro dilakukan untuk mengetahui struktur mikro dan struktur makro dan sifat-sifatnya, mengenali fasa-fasa dalam struktur mikro, mengetahui proses pengambilan foto mikrostruktur dan makrostruktur, menguasai teknik penghitungan besar butir

Adapun beberapa tahap yang perlu dilakukan sebelum melakukan pengujian struktur mikro adalah:

- a. Pemotongan (Sectioning)
- b. Pengamplasan (Grinding)
- c. Pemolesan (Polishing)
- d. Etsa (Etching)
- e. Pemotretan.



Spesifikasi :

Maker : Hung Ta

Model : HT8041 Country of Original : Taiwan

Capacity : 30 Kgf

Angle of hammer knife edge :  $30^{\circ}$

Life angel of hammer : 1400

Weight of hammer (W) : 26,32 Kg

Sped of hammer at impact point : 5m/Sec

Diameter mata pisau (L) : 0.075 m

Panjang lengan Pendulum (R) : 0,647 m

Gambar 3.13 Alat Uji Mikro Makro



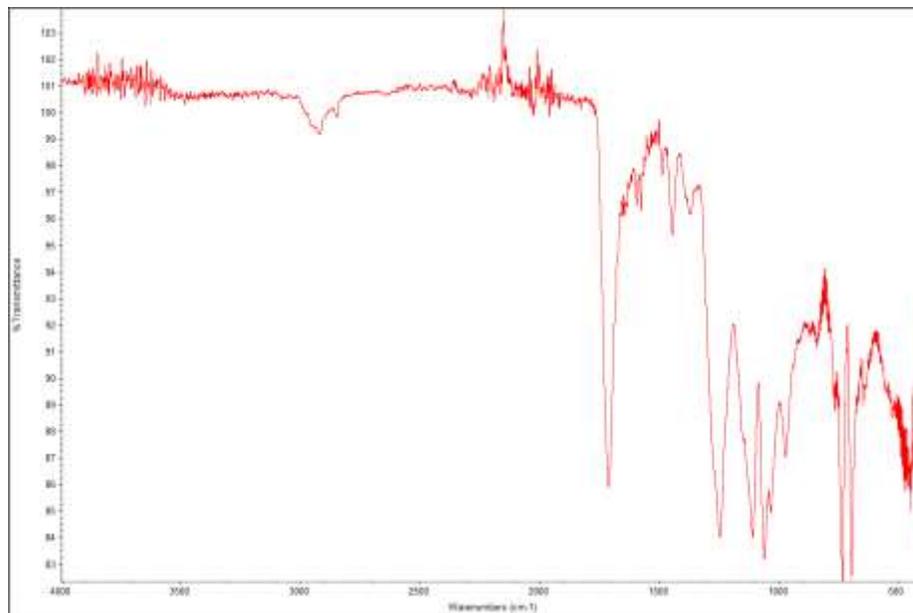
Gambar 3.14 Dimensi Spesimen Uji Mikro Makro

## BAB IV ANALISA DAN PEMBAHASAN

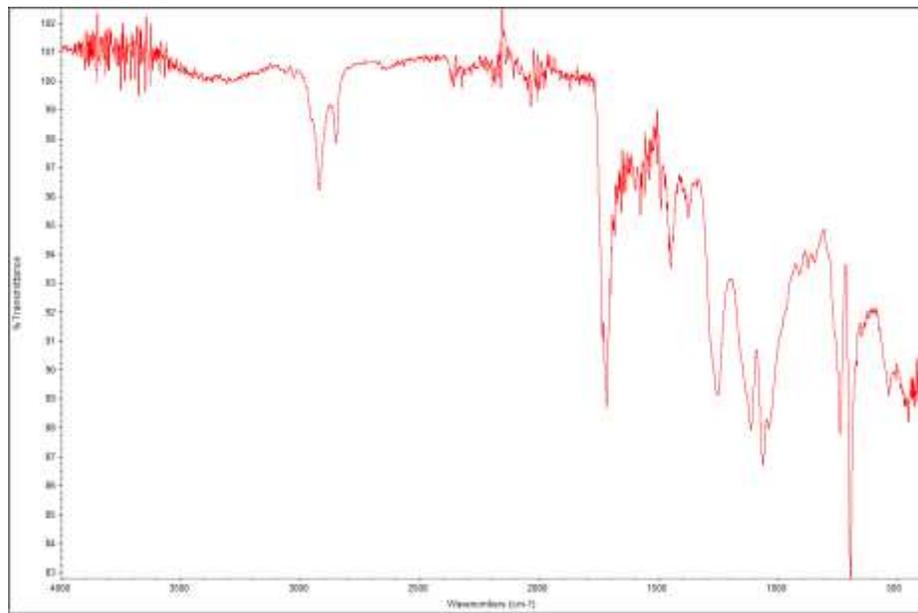
### 4.1 Data Hasil Penelitian

#### 4.1.1 Hasil Uji FTIR pada komposit Polyester dengan variasi berat serat Karbon dan Kawat.

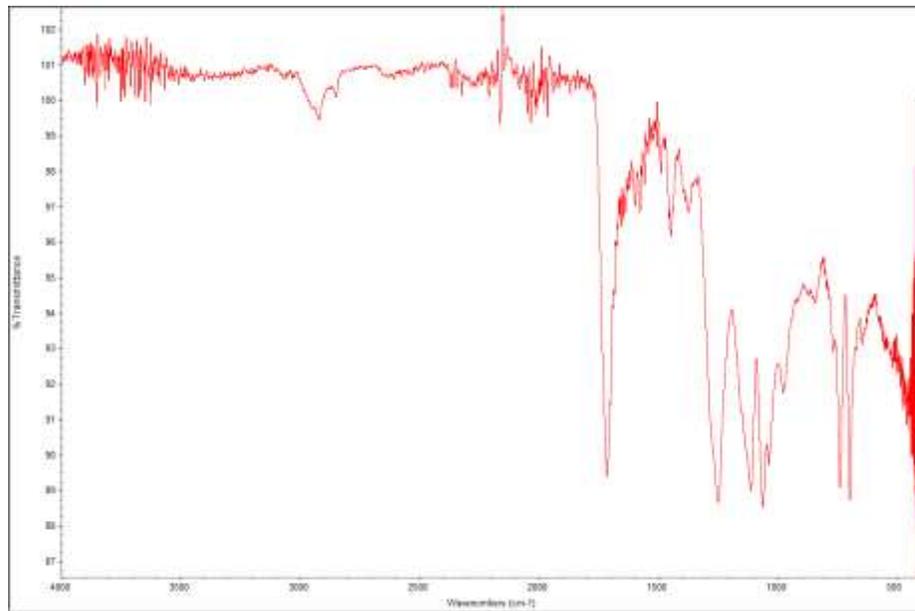
Analisis hasil uji FTIR pada patahan komposit Polyester Berpenguat Serat Karbon dan Kawat dengan variasi serat karbon 30% ,kawat 10% dan karbon 20%, kawat 20% dan karbon 30%.



Grafik 4.1 hasil uji FTIR variasi berat serat karbon 30% kawat 30%



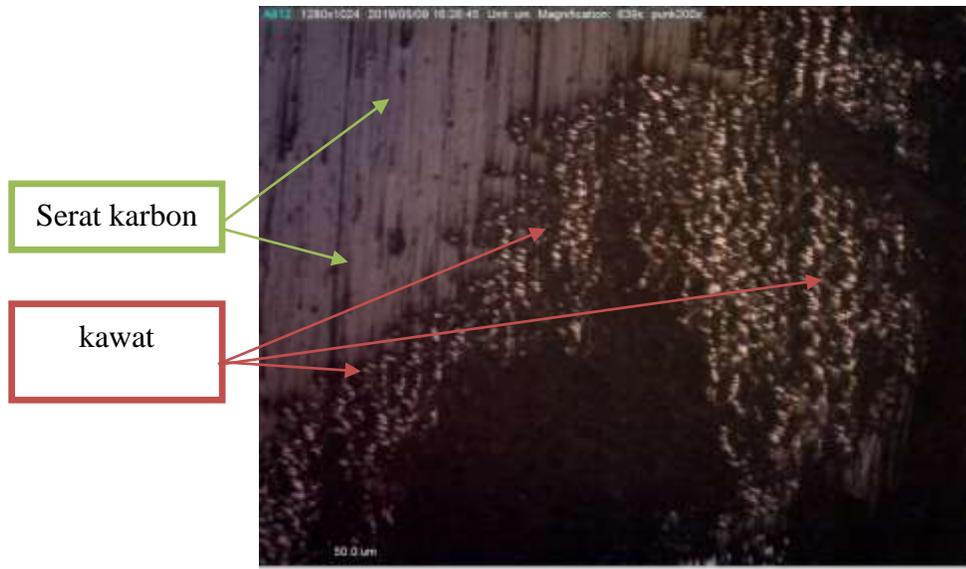
Grafik 4.2 hasil uji FTIR variasi kawat 10% dan karbon 20%



Grafik 4.3 hasil uji FTIR variasi kawat 20% dan karbon 30%

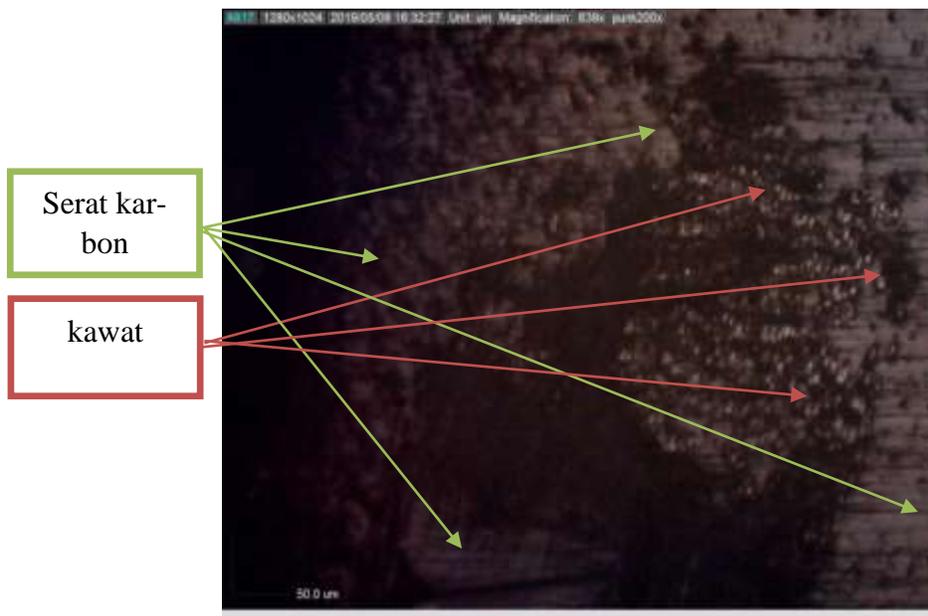
#### 4.1.2 Hasil Uji Struktuk Micro-Macro pada komposit Polyester dengan variasi beratserat Karbon dan Kawat

Micro struktur pada variasi berat serat (karbon 30% kawat 30 %)



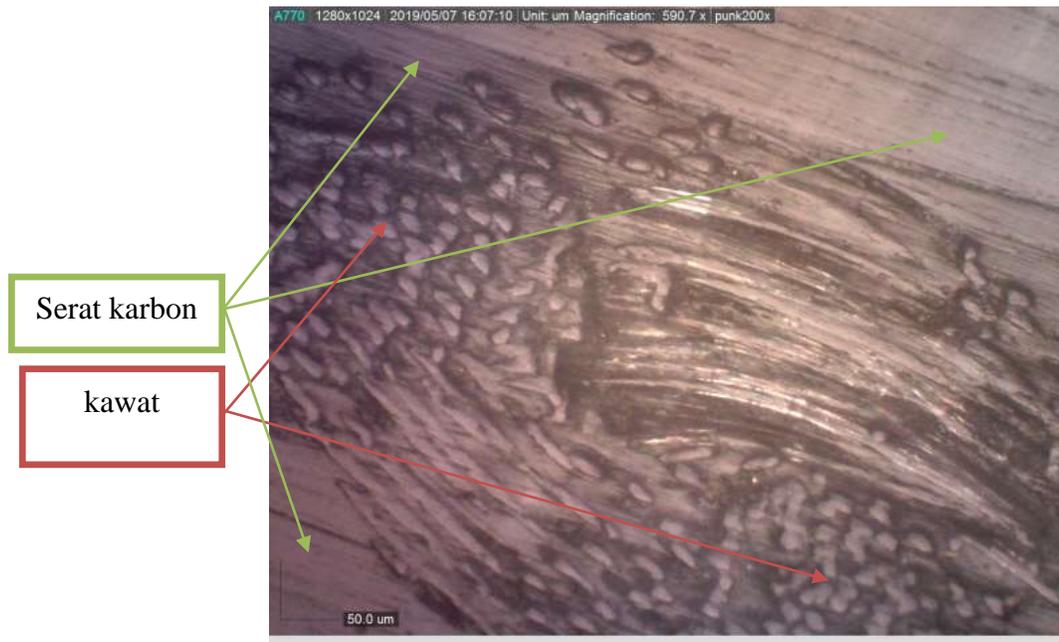
Gambar 4.1 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (karbon 30% kawat 30%)

Micro struktur pada variasi berat serat (kawat 10% dan karbon 20%)



Gambar 4.2 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (kawat 10% dan karbon 20%)

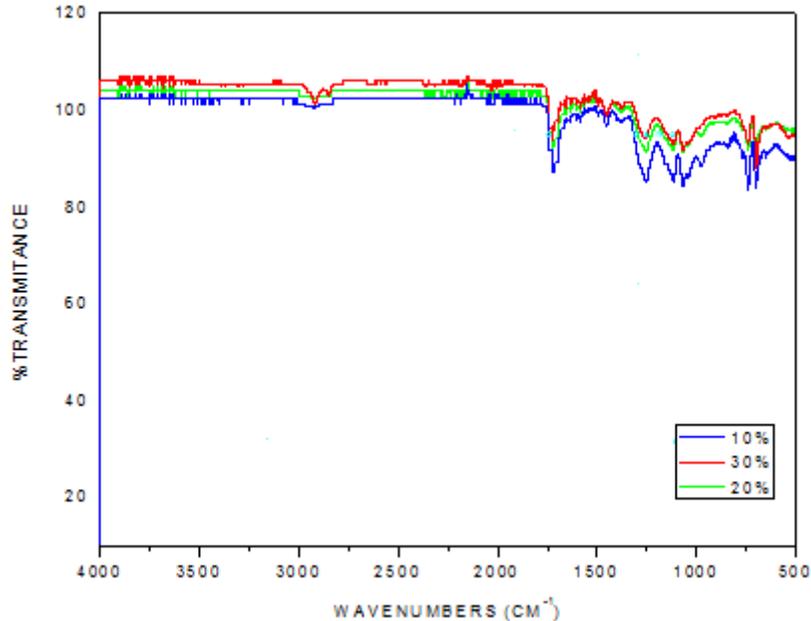
Micro struktur pada variasi berat serat (kawat 20% dan karbon 30%.)



Gambar 4.3 Microscop optik pembesaran 50x pada PatahanKomposit Polyester dengan variasi berat serat (kawat 20% dan karbon 30%.)

## 4.2 Analisa dan Pembahasan

### 4.2.1 Analisis dan Pembahasan FTIR pada komposit polyester dengan variasi berat serat karbon dan kawat



**Grafik 4.4 Analisis hasil uji FTIR pada komposit polyester variasi berat serat kawat 10%,20%,30%**

Pembahasan hasil pengujian FTIR pada komposit polyester variasi berat serat 10%,20%,30% dapat dilihat pada gambar grafik 4.4 memperlihatkan adanya vibrasi dari setiap gugus yang terbentuk. Berbagai jenis panjang gelombang yang dihasilkan pada setiap peak yang terjadi sehingga dapat diketahui berbagai gugus fungsi yang ada dalam komposit polyester pada setiap variasi. Setelah dianalisa hasil grafik dari alat tersebut, maka dilakukan pengindikasian terhadap gugus fungsi. Dari hasil uji FTIR ini akan dianalisa komposit polyester dengan berpenguat serat karbon dan anyaman kawat. Dari gambar 4.1,4.2, dan 4.3 menunjukkan hasil uji FTIR pada tiga variasi berat serat komposit polyester. Tabel 4.1 terlihat bahwa tiga variasi memiliki daerah serapan yang sama yang menunjukkan bahwa material tersebut merupakan komposit polyester berpenguat serat karbon dan anyaman kawat. Hal tersebut dapat

mengindikasikan tidak terjadi reaksi atau gugus baru diantara variasi berat serat tersebut.

Dari grafik 4.1 Daerah serapan yang menunjukkan bahwa terdapat adanya struktur kimia selulosa, hemiselulosa dan lignin pada serat karbon dengan ikatan O-H melebar pada bilangan gelombang  $3327,49 \text{ cm}^{-1}$  pada bilangan gelombang  $2916,52 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan ikatan C-H alkana pada bilangan gelombang  $1719,42 \text{ cm}^{-1}$  ikatan C=O Ester pada bilangan gelombang  $1637,06 \text{ cm}^{-1}$  ikatan N-C=O Ester pada bilangan gelombang  $1508,00 \text{ cm}^{-1}$  C=C cincin aromatik pada bilangan gelombang  $1449,15 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1369,45 \text{ cm}^{-1}$  Alkana CH<sub>2</sub> dan CH<sub>3</sub> pada bilangan gelombang  $1250,68 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1108,70 \text{ cm}^{-1}$  ikatan C-O-C Eter serta bilangan gelombang  $1031,08 \text{ cm}^{-1}$  ikatan C-C alkana dan bilangan gelombang  $739,84 \text{ cm}^{-1}$  sampai  $447,83 \text{ cm}^{-1}$  ikatan C-Cl dan KBr.

Dari grafik 4.2 hasil FTIR pada variasi berat serat 20% terdapat perbedaan intensitas daerah serapan yang signifikan, yaitu pada range sekitar  $3337,10 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2918,66 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1719,44 \text{ cm}^{-1}$ ,  $16,91 \text{ cm}^{-1}$   $1507,96 \text{ cm}^{-1}$ ,  $1449,41 \text{ cm}^{-1}$ ,  $137,20 \text{ cm}^{-1}$   $1249,59 \text{ cm}^{-1}$  dan  $1033,32 \text{ cm}^{-1}$ . Pada daerah serapan  $3337,10 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2918 \text{ cm}^{-1}$  sampai  $1719,44 \text{ cm}^{-1}$  terjadi perbedaan yang diakibatkan karena adanya perbedaan daerah serapan O-H pada filler/fiber. Daerah serapan yang muncul pada komposit polyester berpenguat serat karbon dan anyaman kawat menunjukkan bahwa masih terdapat adanya sisa-sisa struktur kimia hemiselulosa dan lignin pada serat karbon dan anyaman kawat atau zat pengotor lainnya sehingga terdapat penambahan pori dan pecahan pori yang secara tidak merata. Dengan begitu selulosa yang didapatkan belum murni.

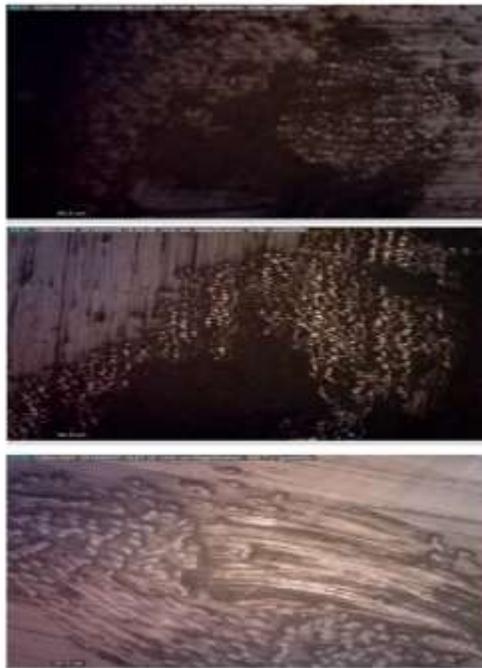
Untuk grafik 4.3 perbandingan spektrum FTIR pada variasi berat serat 30% dimana diperoleh ikatan O-H bebas pada bilangan gelombang  $3327,89 \text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya gugus OH hidroksil pada ikatan C-H alkana bilangan gelombang  $2849,13 \text{ cm}^{-1}$ ,  $2917,70 \text{ cm}^{-1}$  peak yang lebih runcing menunjukkan C-H tak terikat pada O-H atau O-H bebas. Ikatan ini menunjukkan adanya gugus-gugus fungsional oksigen yang terbentuk pada produk Komposit polyester hasil sintesis dengan proses secara manual. Hal ini menandakan adanya molekul asam karboksilat

dan gugus fungsi hidroksil pada sampel. sehingga keberadaan oksigen yang sedikit menyebabkan tidak terdeteksinya gugus fungsional oksigen.

Vibrasi pada sekitar bilangan gelombang  $1724,36 \text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C=O dan bilangan gelombang yang berkaitan dengan gugus karboksil yang terletak pada lapisan komposit polyester dan ikatan C=C cincin aromatik disampinya pada bilangan gelombang  $1508,16 \text{ cm}^{-1}$ .

#### **4.2.2 Analisa dan Pembahasan Struktur Mikro pada komposit polyester dengan variasi berat serat karbon dan kawat**

Analisis hasil uji Micro struktur pada patahan komposit Polyester Berpenguat serat karbon 30% ,kawat 10% dan karbon 20%, kawat 20% dan karbon 30%.



**Gambar 4.7 Microscop optic pembesaran 50x pada komposit polyester dengan variasi berat serat karbon 30% ,kawat 10% dan karbon 20%, kawat 20% dan karbon 30%.**

Pengamatan struktur mikro penampang pada patahan komposit polyester ber-penguat serat karbon 30% ,kawat 10%dan karbon 20% , kawat 20%dan karbon 30%. Dilihat dari hasil gambar 4.7 hasil foto mikroskop dengan pembesaran 50x pada patahan komposit variasi berat serat 10%, terlihat bahwa patahan yang terjadi menyebabkan adanya fiber break dan fiber pull out karena ikatan antara matrik dan serat tidak melekat sehingga matrik dan serat tidak memiliki ikatan atau bonding strength yang tidak kuat maka terdapat celah atau jarak di bagian interface komposit .

Pada gambar 4.8 variasi berat serat 20% terlihat bahwa Ikatan antara matriks dan serat dapat dilihat pada fenomena *fiber break* dan *fiber pull out* setelah spesimen di uji *impact* seperti pada pengamatan di atas menggunakan struktur makro bahwa variasi serat karbon 30% ,kawat 10%dan karbon 20% , kawat 20%dan karbon 30% adalah patahan jenis campuran dari patahan getas dan patahan liat. Serat yang memiliki kekuatan lebih besar dan mempunyai ikatan lebih baik akan terjadi *fiber breaking* dan serat yang memiliki kekuatan tekan dan ikatan dengan matrik lebih kecil akan terjadi *pull out* atau terlepasnya serat dari matrik. Terlihat juga terdapat adanya *void* atau porositas yang banyak dan berukuran besar pada interface komposit, void yang terjadi mengakibatkan penurunan kekuatan sifat mekanik yang dimiliki oleh material tersebut karena void merupakan cacat pada material terlihat pada gambar 4.8.

Pada gambar 4.9 pengamatan struktur mikro pada variasi berat serat 30% terlihat Nampak bahwa adanya void yang berukuran besar dan dalam yang mengakibatkan berkurangnya kemampuan sifat mekanik serta menyebabkan kurangnya ikatan interface antara serat dan matriks sehingga mengurangi kekuatan komposit.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan yaitu tentang komposit serat karbon, anyaman kawat dan matrik polyester sebagai pengikatnya dengan variasi fraksi volume serat dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil uji FTIR yang dilakukan di patahan sampel didapat bahwa tidak terbentuk gugus baru pada komposit polyester variasi serat karbon 30% ,kawat 10% dan karbon 20%, kawat 20% dan karbon 30% Hal tersebut dapat mengindikasikan bahwa pada variasi 10% serapan O-H yang melebar pada bilangan gelombang menunjukkan bahwa hanya terdapat adanya struktur kimia selulosa, hemiselulosa dan lignin. pada variasi 20% terdapat perbedaan intensitas daerah serapan yang signifikan, yaitu pada daerah serapan adanya perbedaan daerah serapan O-H pada filler/fiber menunjukkan bahwa masih terdapat adanya sisa-sisa struktur kimia hemiselulosa dan lignin pada serat, atau zat pengotor lainnya sehingga terdapat penambahan pori dan pecahan pori yang secara tidak merata dengan begitu selulosa yang didapatkan belum murni belum murni sehingga sifat elastis serat yang belum sempurna untuk menerima beban maupun menahan beban dan variasi 30% ikatan O-H bebas pada peak yang lebih runcing menunjukkan C-H tak terikat pada O-H adanya gugus-gugus fungsional oksigen yang terbentuk pada produk komposit polyester hasil sintesis.

2. Dari pengamatan struktur mikro dan makro pada patahan komposit polyester berpenguat serat karbon dan anyaman kawat dengan variasi serat karbon 30% ,kawat 10% dan karbon 20%, kawat 20% dan karbon 30% terdapat patahan jenis campuran dari patahan getas dan patahan liat dikarenakan serat yang masih mengandung kotoran pada struktur kimianya yang akan membentuk void pada bagian interface komposit. void tersebut akan mengurangi kemampuan spesimen dalam menerima beban tarik maupun impak. Selain terdapatnya void, fiber break juga terbentuk karena ikatan antara penguat dan matrik tidak kuat karena adanya celah atau jarak pada bagian in-

terface dan mekanisme fiber pull out juga menunjukkan bahwa ujung patahan terlihat ada pemutusan serat bahkan kondisi serat tercabut dari matriknya.

3. Dari hasil uji FTIR dan micro-macro terdapat void yang nampak pada hasil proses hand lay up dengan secara manual. Void tersebut terjadi akibat adanya udara yang terjebak karena fleksibilitas serat yang kurang sehingga pengaplikasian resin yang dilakukan secara manual menjadi sulit menyusup kesemua bagian serat.

## **5.2 Saran**

Dengan memperhatikan hasil penelitian yang saya lakukan, saya mengusulkan beberapa saran yang di harapkan dapat dipertimbangkan dalam penelitian dan pengembangan komposit carbon dan wire mesh sebagai berikut:

1. Untuk penelitian selanjutnya menggunakan serat alam sebagai penguat komposit polyester di sarankan harus memperhatikan distribusi dari serat.
2. Untuk penelitian selanjutnya harus melakukan proses alkalisasi, bleaching, dan hidrolis untuk menghilangkan sisa-sisa lignin dan hemiselulosa sehingga selulosa yang didapatkan benar-benar murni untuk diaplikasikan.
3. Untuk proses pembuatan komposit di sarankan memilih sistem molding injection sehingga mengurangi void/lubang pada komposit. Karena void akan menyebabkan kerusakan serta mengurangi kemampuan komposit.

## DAFTAR PUSTAKA

- a) Cahyo, Mohammad T. D. dan Moch. Arif I. 2015. *Studi tebal core komposit sandwich berpenguat serat e-glass dan serat carbon terhadap kekuatan bending dengan matrik polyester*. Jurnal S1 Pend Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- b) Fadhil, Muhammad Andira Mulia Siregar, Sugeng Supriadi, Yulianto Sulisty Nugroho, 2014. Penelitian Sifat Termal dan Mekanik Komposit Serat Karbon
- c) Gibson, R.F. 1994. *Principles of Composites Material Mechanics*. Singapore: Mc.Graw Hill.
- d) Hendarto. 2011. *Uji karakteristik fisis dan mekanis komposit serat acak ceiba pentandra (kapuk randu) dengan fraksi berat serat 10%, 20% dan 30%*. Jurnal Skripsi Thesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- e) Ichsan, Rusman N. dan Moch Arif I. 2015. *Pengaruh susunan lamina komposit berpenguat serat e-glass dan serat carbon terhadap kekuatan tarik dengan matrik polyester*. Jurnal S1 Pend Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Surabaya.
- f) Jones, R.M. 1975. *Mechanics of Composite Materials*. Washington DC: Scripta Book Company.
- g) Lawrence H. Van Vlack, *Ilmu dan Teknologi Bahan*, Edisi kelima, Erlangga, Jakarta
- h) Rihayat, Teuku dan Suryani. 2012. *Pembuatan polimer komposit ramah lingkungan untuk aplikasi industri otomotif dan elektronik*. Jurnal Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhoksumawe.
- i) Jurnal Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- j) Mohammad Sellab Hamza. 2008. *Study the effect of carbon fiber volume fraction and their orientations on the thermal conductivity of the polymer composite material*

- k) Nadim Abushawashi, Vanissorn Vimonsatit. 2014. *Influence of mixture, wire mesh and thickness on the flexural performance of hybrid PVA fibre ferroce-ment panels.*
- l) Schwartz, M.M. 1984. *Composite Material Handbook.* New York: Mc. Graw Hill.
- m) Subagia, I.D.G Ary. 2015. *Study eksperimental sifat mekanis hybrid komposit epoxy dengan penguat serat karbon dan serat basalt pada beban tarik.* Jurnal Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana (UNUD), Kampus Bukit Jimbaran, Badung, Bali.

## LAMPIRAN





PT. BNI (PERSERO) MALANG  
BANK NIAGA MALANG

PERKUMPULAN PENGELOLA PENDIDIKAN UMUM DAN TEKNOLOGI NASIONAL MALANG  
INSTITUT TEKNOLOGI NASIONAL MALANG

FAKULTAS TEKNOLOGI INDUSTRI  
FAKULTAS TEKNIK SIPIL DAN PERENCANAAN  
PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER TEKNIK

Kampus I : Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Telp. (0341) 551431 (Hunting), Fax. (0341) 553015 Malang 65145  
Kampus II : Jl. Raya Karanglo, Km 2 Telp. (0341) 417636 Fax. (0341) 417634 Malang

Malang , 05 Maret 2019

Nomor : ITN-261 /I.TA/2019  
Lampiran : .....  
Perihal : BIMBINGAN SKRIPSI

Kepada : Yth Sdr. Ir. Wayan Sujana, MT  
Dosen Institut Teknologi Nasional  
di MALANG

Sesuai dengan permohonan dan persetujuan dalam Skripsi untuk saudara mahasiswa :

Nama : Dicky Tectona Sidha

Nim : 1511024

Jurusan : Teknik Mesin

Program studi : Teknik Mesin (S1)

Maka dengan ini pembimbingan Skripsi tersebut kami serahkan sepenuhnya kepada saudara selama 6 (enam) bulan terhitung mulai tanggal :

Maret 2019 S/d Agustus 2019

Adapun tugas tersebut untuk menempuh Ujian Akhir Program Sarjana S1. Demikian agar maklum dan atas perhatian serta bantuannya kami ucapkan banyak terima kasih.

Jurusan Teknik Mesin S-I  
Ketua Jurusan  
  
Sibut ST MT  
NIP : Y. 1030300379

*Tembusan Kepada Yth :*

1. Bapak Dekan FTI ITN Malang
2. Mahasiswa yang bersangkutan
3. Arsip

