

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JUMLAH LAPISAN *FIBERGLASS* TERHADAP SIFAT
MEKANIK *BODY* PESAWAT *REMOTE CONTROL***



OLEH :

TEDDO FAIZAL RACHMAN
NPM : 15.331.0031

**PROGRAM STUDI MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS ISLAM RIAU
PEKANBARU**

2022

**Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau**

HALAMAN PERSETUJUAN

TUGAS AKHIR

**PENGARUH JUMLAH LAPISAN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT
MEKANIK BODY PESAWAT REMOTE CONTROL**



Disusun Oleh :

TEDDO FAIZAL RACHMAN
NPM : 153310031

Diperiksa Dan Disetujui Oleh :

PEKANBARU

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized initials and a long horizontal stroke extending to the right.

Jhonni Rahman, B. Eng.,M. Eng.,PhD

Dosen Pembimbing

Tanggal : 12 Agustus 2022

HALAMAN PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

PENGARUH JUMLAH LAPISAN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT
MEKANIK BODY PESAWAT REMOTE CONTROL

Disusun Oleh :

TEDDO FAIZAL RACHMAN

NPM : 153310031

Disetujui Oleh :

PEMBIMBING

Jhonni Rahman, B. Eng., M. Eng., PhD

NIDN : 1009038504

Disahkan Oleh :

PENGUJI I

PENGUJI II

Dr. Dedikarni, S.T., M.Sc
NIDN : 1005047603

Ir. Irwan Anwar, M.T
NIDN : 0027075901

Disahkan Oleh :

KETUA PROGRAM STUDI TEKNIK MESIN

Jhonni Rahman, B. Eng., M. Eng., PhD
NIDN : 1009038504

PERNYATAAN KEASLIAN PENELITIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

NAMA : TEDDO FAIZAL RACHMAN

NPM : 15.331.0031

PRODI : TEKNIK MESIN

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa penelitian yang saya lakukan untuk Tugas Akhir dengan judul "PENGARUH JUMLAH LAPISAN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT MEKANIK BODY PESAWAT REMOTE CONTROL" yang diajukan guna melengkapi syarat untuk mendapatkan gelar sarjana Teknik Mesin pada Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Adalah merupakan hasil penelitian dan karya ilmiah saya sendiri dengan bantuan dosen pembimbing dan bukan merupakan tiruan atau dari Tugas Akhir yang telah dipublikasikan dan atau pernah digunakan untuk mendapatkan gelar sarjana di Universitas Islam Riau (UIR) maupun Perguruan Tinggi atau Instansi manapun, kecuali pada bagian yang sumber informasinya telah dicantumkan sebagaimana mestinya.

Pekanbaru, 12 Agustus 2022



TEDDO FAIZAL RACHMAN

NPM : 153310031

KATA PENGANTAR



Assalamualaikum, Wr. Wb.

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat, karunia dan anugerah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah untuk memenuhi persyaratan guna mencapai gelar sarjana teknik di Prodi Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau.

Dibalik keberhasilan penulis dalam menyusun skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak, maka sudah sepantasnya penulis mengucapkan terima kasih yang sangat mendalam kepada semua pihak yang telah berpartisipasi dalam penelitian dan penulisan skripsi ini khususnya kepada :

1. Kedua Orang tua tercinta yakni Bapak dan Ibu yang telah memberikan motivasi, semangat, dan dukungan kepada penulis, baik dukungan secara moril maupun materil.
2. Bapak Jhonni Rahman,. B.Eng. M.Eng.,. Ph.D, selaku Dosen Pembimbing Skripsi dan selaku Ketua Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau yang telah membantu dan membimbing dalam penyusunan skripsi.
3. Rafil Arizona, S.T., M.Eng selaku Sekretaris Prodi Teknik Mesin Universitas Islam Riau.
4. Kepada seluruh dosen Program Studi Teknik Mesin yang telah menuangkan ilmunya kepada saya.

5. Rekan - rekan seperjuangan yang telah membantu memberikan dorongan moral dalam pembuatan skripsi.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang tidak terhingga kepada semua pihak yang berperan dalam penyelesaian skripsi. Semoga skripsi ini dapat berguna dan bermanfaat bagi penulis dan pembaca untuk menambah ilmu pengetahuan dan wawasan.

Pekanbaru, 25 Juli 2022

Penulis,



Dokumen ini adalah Arsip Miik :

Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	iii
DARTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR NOTASI	ix
ABSTRAK	x
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	5
1.4 Batasan Masalah.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	6
1.6 Sistematika Penulisan	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Pengertian Komposit	8
2.1.1 Bahan Penyusun Komposit	9
2.1.2 Klasifikasi Komposit	10
2.2 Karakteristik Material Komposit	10
2.2.1 Sifat-sifat Material Komposit	10
2.2.2 Jenis-jenis Material Komposit	11
2.3 Tipe Komposit Serat (<i>Fibrous Composites</i>)	13
2.3.1 <i>Continuous Fiber Composite</i>	13
2.3.2 <i>Discontinuos Fiber Composite</i>	13
2.3.3 <i>Wofen Fiber Composite (Bi-dirrectional)</i>	14
2.3.4 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	14

2.4	Jenis-jenis Serat	15
2.4.1	Serat Gelas (<i>Fiberglass</i>).....	15
2.5	Resin Epoksi	18
2.6	<i>Polyfoam Hybrid</i>	19
2.7	Proses Produksi Material Komposit	21
2.7.1	Proses <i>Hand Lay-Up</i>	21
2.8	Komposit Sandwich	22
2.9	Kulit (<i>skin</i>) Dan Inti (<i>core</i>) Komposit <i>Sandwich</i>	23
2.9.1	Skin Komposit <i>Glass Fiber Reinforced Plastic</i> ...	25
2.10	Uji Ketangguhan (<i>Impact</i>)	25
2.11	Pengujian Bending	27
 BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Diagram Alir Penelitian	29
3.2	Alat Penelitian	31
3.3	Bahan Penelitian	35
3.4	Prosedur Penelitian.....	36
3.4.1	Persiapan Sebelum Pencetakan	37
3.4.2	Proses Pencetakan	37
3.5	Prosedur Pengujian Impak <i>Charpy</i>	38
3.6	Prosedur Pengujian Bending	39
3.7	Tabel Data Penelitian	40
3.8	Jadwal Kegiatan Penelitian	41
 BAB IV HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN		
4.1	Hasil Penelitian	42
4.2	Hasil Uji Impact	43
4.3	Hasil Uji Bending	45
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	47

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



Dokumen ini adalah Arsip Miik :
Perpustakaan Universitas Islam Riau

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1. Karakteristik <i>Styrofoam</i>	20
Tabel 3.1. Data hasil pengujian ketangguhan (Impact)	40
Tabel 3.2. Data hasil pengujian struktur mikro	40
Tabel 3.3. Jadwal Kegiatan Penelitian	41
Tabel 4.1. Hasil pengujian Impact (<i>Charpy</i>)	47
Tabel 4.2. Hasil Uji Bending	49



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Bahan Penyusun Komposit	9
2.2 Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Dari Matriks.....	10
2.3 <i>Fibrous Composites</i>	11
2.4 <i>Laminated Composites</i>	12
2.5 <i>Particulate Composites</i>	12
2.6 <i>Continous Fiber Composite</i>	13
2.7 <i>Woven Fiber Composite</i>	14
2.8 <i>Hybrid Fiber Composite</i>	14
2.9 Struktur Dasar Resin Epoksi	19
2.10 Proses <i>Hand Lay-Up</i>	22
2.11 Komposit Sandwich	23
2.12 Pengujian Impack	26
2.13 Alat Uji Bending	28
3.1 Diagram Alir Penelitian	29
3.2 Gerinda	31
3.3 Gunting	31
3.4 Penggaris	32
3.5 Kuas	32
3.6 Gelas Ukur	32
3.7 Jangka Sorong	33

3.8	Timbangan Digital	33
3.9	<i>Stopwatch</i>	33
3.10	Cetakan	34
3.11	Alat Uji Impact	34
3.12	<i>Polyfoam Hybrid</i>	35
3.13	<i>Fiberglass</i>	35
3.15	Resin dan <i>Hardener</i>	36
3.16	Ukuran Spesimen Uji Bending Standar ASTM-D 790	39
4.1	Hasil komposit sandwich pada <i>body pesawat remote control</i>	42
4.2	Grafik hasil uji <i>impact</i> pada komposit <i>sandwich</i>	47
4.3	Hasil patahan spesimen uji impact (<i>charpy</i>)	48
4.4	Hasil uji <i>bending</i> pada komposit <i>sandwich</i>	49
4.5	Hasil patahan pada uji <i>bending</i>	50

DAFTAR NOTASI

<u>Simbol</u>	<u>Notasi</u>	<u>Satuan</u>
ρ	Massa Jenis	(g/cm ³)
V	Volume	(cm ³)
p	Panjang	(mm)
l	Lebar	(mm)
t	Tinggi	(mm)
w	berat	(gram)
A	Luas penampang	(mm ²)
T	Temperatur/Suhu	(°C)
τ_a	<i>Yield Strength</i>	(N/mm ²)
E _s	Energi Serap	(Joule)
I _s	Kekuatan Impact	(kJ/m ²)



PENGARUH JUMLAH LAPISAN FIBERGLASS TERHADAP SIFAT MEKANIK BODY PESAWAT REMOTE CONTROL

Teddo Faizal Rachman, Jhonni Rahman

Program Studi Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Islam Riau
Jl.Kaharuddin Nasution Km 11 No.113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Telp. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834

ABSTRAK

Pesawat remote control merupakan pesawat aeromodelling yang pada umumnya berukuran kecil yang mana di kendalikan dengan menggunakan remote control gelombang radio oleh pilot di darat. Salah satu material yang biasa digunakan untuk body pesawat remote control adalah material komposit. Penelitian ini bertujuan untuk jumlah lapisan berbahan fiberglass pada body pesawat remote control terhadap sifat mekanis. Pada penelitian ini, bahan yang digunakan untuk body pesawat rc yaitu polyfoam hybrid sebagai skin dan fiberglass sebagai core dengan matriks yaitu resin epoxy. Pada penelitian ini, variasi yang dilakukan pada fiberglass (core) yaitu 1 lapisan 2 lapisan dan 3 lapisan. Hasil uji impact pada komposit *sandwich* 1 lapisan yaitu $0,5 \text{ J/mm}^2$, harga *impact* terjadi penurunan pada sampel 2 dan sampel 3 secara linier atau berbanding lurus yaitu $0,47 \text{ J/mm}^2$ dan $0,4 \text{ J/mm}^2$. Seiring dengan adanya penambahan lapisan fiberglass pada setiap komposit *sandwich*, maka kekuatan impact akan semakin mudah patah (getas) dan sebaliknya semakin rendah kekuatan impact akan semakin ulet body pesawat *remote control*. Hasil uji *bending* nilai kekuatan *bending* terendah pada komposit *sandwich* 1 lapisan yaitu 1,58 MPa, sedangkan nilai kekuatan *bending* tertinggi pada 3 lapisan yaitu 13,26 MPa. Hal ini disebabkan karena bahan *fiberglass* memiliki sifat yang kuat dimana saat ditekan akan kembali kebentuk semula karena fiberglass tersusun dari jalinan benang serat kaca

Kata kunci : *Body Pesawat RC, Fiberglass, Polyfoam, Sifat Mekanik*

THE EFFECT OF THE NUMBER OF FIBERGLASS LAYERS ON REMOTE CONTROL AIRCRAFT BODY MECHANICAL PROPERTIES

*Teddo Faizal Rachman, Jhonni Rahman
Mechanical Engineering Study Program, Faculty of Engineering,
Islamic University of Riau
Jl. Kaharuddin Nasution Km 11 No. 113 Perhentian Marpoyan, Pekanbaru
Tel. 0761 – 674635 Fax. (0761) 674834*

ABSTRAK

Remote control aircraft are aeromodelling aircraft which are generally small in size which are controlled using radio wave remote control by pilots on the ground. One of the materials commonly used for remote control aircraft body is composite material. This study aims to determine the number of layers made of fiberglass on the body of a remote control aircraft on the mechanical properties. In this study, the material used for the body of the rc airplane is polyfoam hybrid as the skin and fiberglass as the core with an epoxy resin matrix. In this study, the variations made on fiberglass (core) are 1 layer, 2 layers and 3 layers. The results of the impact test on a 1-layer sandwich composite are 0.5 J/mm², the impact value decreases in sample 2 and sample 3 linearly or directly proportionally, namely 0.47 J/mm² and 0.4 J/mm². Along with the addition of a layer of fiberglass on each sandwich composite, the impact strength will be more easily broken (brittle) and conversely the lower the impact strength, the more resilient the remote control aircraft body will be. The results of the bending test showed that the lowest bending strength value was in the 1 layer sandwich composite, namely 1.58 MPa, while the highest bending strength value was in the 3 layers, namely 13.26 MPa. This is because the fiberglass material has strong properties which when pressed will return to its original shape because fiberglass is composed of glass fiber yarn.

Keywords: RC Aircraft Body, Fiberglass, Polyfoam, Mechanical Properties

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan teknologi di era modern kini telah sangat banyak memberikan keuntungan dalam segala kebutuhan, keperluan dan penelitian, baik dalam bidang informasi, komunikasi, pendidikan, dan lain lain. Radio *aeromodeling* merupakan salah satu bentuk kegiatan *aeromodeling* yang pada awalnya dimunculkan sebagai bagian dari kegiatan militer namun kemudian banyak diminati oleh masyarakat luas sehingga memunculkan sebuah bentuk hobi baru (Ardiansyah, 2019). Hobi ini pun berkembang sedemikian pesat seiring berkembangnya teknologi dan dengan juga manufer aerobatik, diupayakan agar seluruh strukturnya tetap ringan.

Salah satunya adalah pesawat tanpa awak merupakan jenis pesawat terbang yang dapat melakukan misi-misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh melalui gelombang radio, dikendalikan oleh pilot, dan menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya sendiri.

Penggunaan material struktur pesawat terbang yang ringan sangatlah penting. Pada penggunaan material sendiri memiliki peranan lebih dimana telah banyak di jumpai material-material terbaru yang dapat diaplikasikan pada penggunaan pembuatan pesawat terbang, penambahan berat pada material pesawat terbang sendiri jelas merugikan dalam segi operasional maupun *financial*

dimana maraknya penelitian tersebut dalam industri pesawat udara sedang berlangsung hingga saat ini.

Industri pesawat terbang dalam negeri masih harus mengimpor bahan baku dari negara-negara lain seperti Amerika Serikat dan Eropa. Indonesia memiliki banyak kekayaan material dari material logam hingga non-logam, hal tersebut yang harus menjadi topik utama dalam mengurangi impor bahan baku dari negara lain dimana prospek yang dimiliki Negara Indonesia sendiri sangat besar bahkan melebihi standar yang ada sekarang ini.

Semakin berkembangnya teknologi yang ada saat ini mengakibatkan meningkatnya jumlah permintaan terhadap material yang digunakan baik pada dunia industri besar maupun pada penggunaan sehari-hari. Berbagai jenis material-material baru dibuat hingga saat ini guna memenuhi permintaan tersebut salah satunya adalah komposit. Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi antara dua atau lebih material pembentuk dan memiliki sifat yang berbeda dari komponen pembentuknya.

Penggunaan komposit telah berkembang pesat karena komposit memiliki keunggulan tersendiri dibandingkan bahan teknik alternatif lainnya seperti bahan komposit yang lebih kuat, tahan terhadap korosi, lebih ekonomis dan sebagainya. Komposit terdiri dari matriks yang berfungsi sebagai perekat atau pengikat dan *reinforcement* (penguat/serat) dari kerusakan eksternal dan berfungsi sebagai penguat.

Jenis komposit berdasarkan matriks penyusunnya antara lain PMC (*Polymer Matrix Composite*), MMC (*Metal Matrix Composite*), dan CMC

(*Ceramic Matrix Composite*). PMC merupakan komposit yang tersusun dari matrik dan serat penguat. Matrik PMC terdiri dari resin *polymer* seperti *thermoset* resin atau *thermoplastik* resin. Sedangkan serat PMC terdiri dari serat sintetis berupa *glass fibre* ataupun *carbon fibre*. Komposit diproduksi dengan cara memadukan serat penguat dengan resin *polymer* (Nurun, 2013).

Pada umumnya serat alami memiliki beberapa keuntungan yaitu jumlahnya melimpah, memiliki *specific cost* yang rendah, dapat diperbaharui (*renewable*) dan didaur ulang serta tidak mencemari lingkungan. *Agave Sisalana Perrine* (*Agave SP*) merupakan salah satu jenis tanaman penghasil serat dari daunnya sehingga tergolong tanaman serat daun. Serat ini banyak digunakan untuk tali-temali dan juga untuk pembuatan karung, tali ikan, jala, sapu, keset serta produk kerajinan komersial yang lain karena sifatnya yang kuat, tidak mulur dan tahan terhadap air laut (Sastrosupadi, 2006).

Dengan demikian penggunaan bahan sintetis dan serat alam sangat berperan sangat penting untuk menunjang penggunaan bahan yang ramah lingkungan dan memiliki nilai kekuatan tinggi. Pemanfaatan bahan-bahan alami ini terutama serat untuk media penguatan belum banyak diaplikasikan pada bagian struktur yang mampu menerima beban dari luar khususnya untuk aplikasi-aplikasi khusus.

Penggunaan serat alam sebagai penguat pada material komposit polimer memberikan beberapa keuntungan karena serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mudah didaur ulang, harga murah serta memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam (Wang, 2003).

Serat kaca (*fiber glass*) adalah salah satu jenis bahan komposit yang memiliki keunggulan yaitu kuat dan ringan. Istilah tidak sekaku dan seringan bahan karbon, *fiber glass* lebih ulet dan relatif murah. *Fiberglass* biasa digunakan untuk bahan pembuatan pesawat terbang, kapal dan industri otomotif (Aeroengineering, 2016).

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan oleh (Ardiyanto, 2014). Penambahan tebal inti *polyurethane* pada komposit *sandwich* mengalami peningkatan nilai kekakuan seiring dengan penambahan inti *polyurethane*, untuk menghasilkan kekakuan *bending* maksimal adalah pada tebal inti 8 mm sebesar $145,449 \times 106 \text{ Nmm}^2$. Sedangkan kegagalan yang nampak pada ketebalan inti *polyurethane* 2 mm dan 5 mm adalah *micro buckling* dan pada ketebalan inti *polyurethane* 8 mm kegagalan komposit *sandwich* didominasi oleh *facesheet debonding*.

Beranjak dari latar belakang diatas penulis bermaksud mengadakan penelitian dengan judul “Pengaruh Jumlah Lapisan Fiberglass Terhadap Sifat Mekanik *Body* Pesawat *Remote Control*”.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian adalah :

1. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan berbahan *fiberglass* pada *body* pesawat *remote control* terhadap beban *impact*?
2. Bagaimana pengaruh jumlah lapisan berbahan *fiberglass* pada *body* pesawat *remote control* terhadap kekuatan *bending*?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari pelaksanaan penelitian tugas akhir ini adalah:

1. Untuk mendapatkan pengaruh jumlah lapisan berbahan *fiberglass* pada *body* pesawat *remote control* terhadap beban *impact*.
2. Untuk mendapatkan pengaruh jumlah lapisan berbahan *fiberglass* pada *body* pesawat *remote control* terhadap kekuatan *bending*.

1.4 Batasan Masalah

Didalam analisa beban *impact body* pesawat rc berbahan komposit *fiberglass*, perlu diberikan batasan dengan tujuan batas lingkup penelitian.

Adapun batasan permasalahan dari analisis ini adalah :

- a. Bahan komposit yang digunakan adalah campuran *polyfoam hybrid* dengan *fiberglass*.
- b. Bahan perekat yang digunakan adalah matriks resin dan *hardener* dengan perbandingan 2 : 1.
- c. Variasi lapisan komposit *sandwich* pada *fiberglass* : 1 lapisan, 2 lapisan dan 3 lapisan
- d. Ketebalan *fiberglass* adalah 1 mm dan massa *fiberglass* adalah 185 gram.
- e. Pengujian yang dilakukan yaitu Uji Impact sesuai standar ASTM D 6110-18 dan Uji Bending sesuai standar ASTM D 790.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Mengetahui hasil pengujian spesimen material lapisan komposit sandwich *fiberglas* pada pembuatan *body* pesawat *remote control*.
2. Mengetahui besarnya kekuatan uji impak dan kekuatan bending dari lapisan komposit sandwich *fiberglass*.
3. Sebagai pengaplikasian *body* pesawat *remote control* dibidang teknologi otomotif.

1.6 Sistematika Penulisan

Untuk mempermudah pembaca dalam memahami tulisan ini, maka dilakukan pembagian bab berdasarkan isinya. Adapun penulisan ini akan disusun dalam lima bab, pembagian setiap bab adalah sebagai berikut :

BAB I : PENDAHULUAN

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

BAB II : LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang tinjauan pustaka yang diperoleh dari literatur untuk mendukung penelitian.

BAB III : METODOLOGI

Menguraikan metodologi penelitian sebagai kerangka pemecah masalah baik dalam mengumpulkan data ataupun dalam menganalisis data yang diperoleh.

BAB IV : HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini menampilkan pengolahan data dari hasil pengujian yang telah dilakukan dan analisa data serta diskusi yang menampilkan pembahasan dari data yang didapatkan saat pengujian.

BAB V : PENUTUP

Bab ini berisikan tentang kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari penulis.

DAFTAR PUSTAKA



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Komposit

Komposit merupakan perpaduan dari dua material atau lebih yang memiliki fasa yang berbeda menjadi suatu material yang baru dan memiliki properties lebih baik dari keduanya. Komposit menjadi bahan alternatif pengganti bahan logam, hal ini disebabkan sifat dari komposit serat yang kuat dan mempunyai berat yang lebih ringan dibandingkan logam (Fahmi, 2011).

Karakteristik komposit sangat kuat dipengaruhi oleh penyusunnya, distribusinya dan interaksinya. Lebih spesifik, juga dipengaruhi oleh geometri dari penguatnya, dimana geometri itu merupakan bentuk, ukuran dan distribusi ukurannya. Semua hal ini kemudian dikembangkan untuk menaikkan karakteristik mekaniknya seperti kekuatan, kekakuan, ketangguhan, performa terhadap panas dan lainnya (Sirait, 2010).

Keuntungan dari penggunaan komposit sendiri adalah bobotnya yang ringan serta mempunyai kekuatan dan kekakuan yang baik, biaya produksi lebih murah, umur pemakaian yang lama dan tahan terhadap korosi. Hal demikian harus diperhatikan karena pada komposit yang diperkuat agar dapat membentuk produk yang efektif, disamping itu juga harus ada ikatan permukaan yang lebih kuat antara komponen penguat dan matriks (Djaprie, 1993).

2.1.1 Bahan Penyusun Komposit

Seperti yang kita ketahui komposit adalah penggabungan antara dua macam jenis material atau lebih dengan fase yang berbeda. Dari penggabungan ini, maka akan menghasilkan suatu bahan dengan unjuk kerja (*performance*) yang dapat lebih baik dari fase-fase awal sebagai penyusunnya, dan dapat dilihat pada Gambar 2.1.

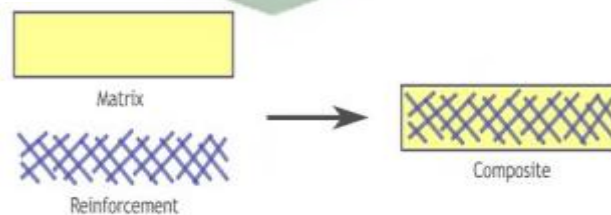
Adapun bahan-bahan penyusun komposit, yaitu:

1. Phase pertama (*Matriks*)

Matriks adalah bahan utama dalam penyusunan komposit yang berfungsi sebagai pengikat secara bersama-sama, selain itu matrik juga berfungsi sebagai pelindung serat dari kerusakan eksternal, pelindung terhadap keausan, goresan dan zat kimia ganas, penerus gaya (*principle load-carrying agent*) dari satu serat ke serat lain.

2. Phase kedua (*Reinforcement*)

Phase kedua ini sangat penting dalam penyusunan bahan komposit yaitu sebagai penguat (*Reinforcing Agent*), phase ini dapat berupa *fiber*, partikel dan serat. Serat (*fiber*) adalah suatu jenis bahan berupa potongan-potongan komponen yang membentuk jaringan memanjang yang utuh.

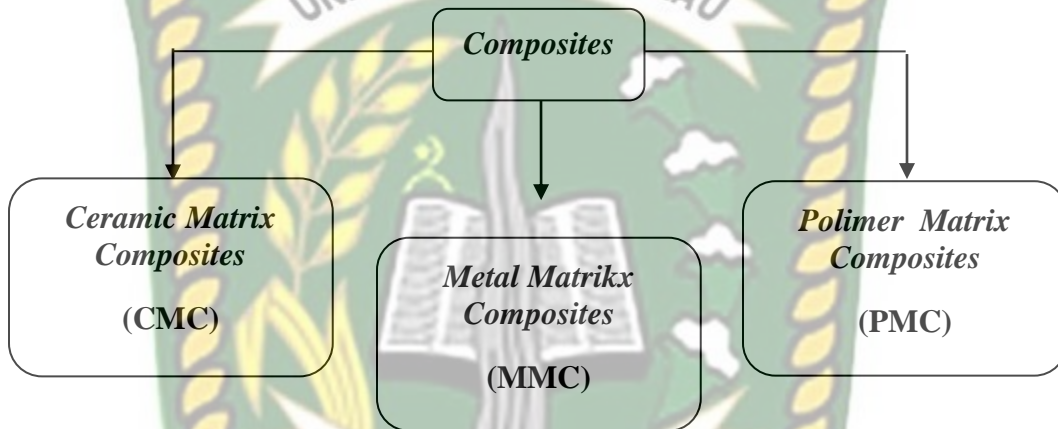


Gambar 2.1. Bahan Penyusun Komposit
(Sumber : Aldit, 2020)

2.1.2 Klasifikasi Komposit

Berdasarkan matriks, komposit dapat diklasifikasikan kedalam tiga kelompok besar, yaitu:

- a. Komposit Matrik Polimer (KMP), Polimer sebagai matrik
- b. Komposit Matrik Logam (KML), Logam sebagai matrik
- c. Komposit Matrik Keramik (KMK), Keramik sebagai matrik



Gambar 2.2. Klasifikasi Komposit Berdasarkan Bentuk Dari Matriks.

(Sumber : Schwartz, 1984)

2.2 Karakteristik Material Komposit

2.2.1 Sifat-Sifat Material Komposit

Dalam pembuatan sebuah material komposit dimana sifat dari material komposit dipengaruhi oleh beberapa factor yaitu, material yang digunakan sebagai bentuk komponen dalam komposit, bentuk geometri dari unsur-unsur pokok dan akibat struktur dari sistem komposit, cara dimana bentuk satu mempengaruhi bentuk lainnya. Menurut Agarwal dan Broutman, yaitu dimana bahan komposit mempunyai

ciri-ciri yang berbeda dan komposit untuk menghasilkan suatu bahab yang mempunyai sifat dan cirri-ciri tertentu yang berbeda dan cirri konstituen asalnya.

Dengan kata lain, bahan komposit adalah bahan yang heterogen yang terdiri dari fase yang tersebar dan fase yang berterusan. Fase tersebut terdiri dari serat atau bahan pengukuh

2.2.2 Jenis-Jenis Material Komposit

a. Material Komposit Serat (*Fibrous composites*)

Material komposit serat yaitu yang terdiri dari serat dan bahan dasar yang diproduksi secara fabrikasi, misalnya serat + resin sebagai bahan perekat, sebagai contoh adalah FRP (*Fiber Reinforce Plastic*) plastic diperkuat dengan serat dan banyak digunakan, yang sering disebut fiber glass.



Gambar 2.3. *Fibrous Composites*

(Sumber : Nurun, 2013)

b. Material Komposit Lapis (*Laminated Composites*)

Komposit lapis yaitu komposit yang terdiri dari lapisan dan bahan penguat, contohnya polywood, laminated glass yang sering digunakan sebagai bahan bangunan dan kelengkapannya.



Gambar 2.4. *Laminated Composites*

(Sumber : Nurun, 2013)

c. Material Komposit Partikel (*Particulate Composites*)

Komposit partikel yaitu komposit yang terdiri partikel dan bahan penguat seperti butiran (batu dan pasir) yang diperkuat dengan semen yang sering kita jumpai sebagai beton.

Gambar 2.5. *Particulate Composites*

(Sumber : Nurun, 2013)

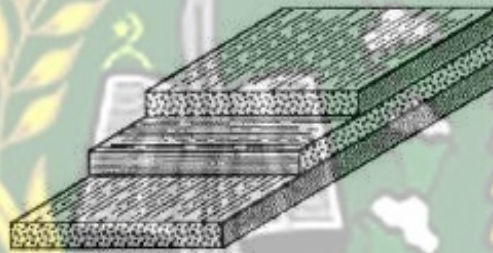
2.3 Tipe Komposit Serat (*Fibrous Composites*)

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus menempatkan serat yang benar.

Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

2.3.1 *Continuous Fiber Composite*

Continuous atau *Uni-directional*, mempunyai serat panjang dan halus, membentuk lamina diantara matriknya. Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan.



Gambar 2.6. *Continous Fiber Composite*

(Sumber : Ardiyanto, 2014)

2.3.2 *Discontinuos Fiber Composite*

Discontinuos fiber composite adalah tipe komposit dengan serat pendek. Tipe ini dibedakan menjadi 3:

- a. *Aligned disontinuos fiber*
- b. *Off-axis aligned discontinuos fiber*
- c. *Randomly oriented discontinuos fiber*

2.3.3 *Wofen Fiber Composite (Bi-dirtectional)*

Komposit jenis ini tidak mudah dipengaruhi pemisah antara lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan seratnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.

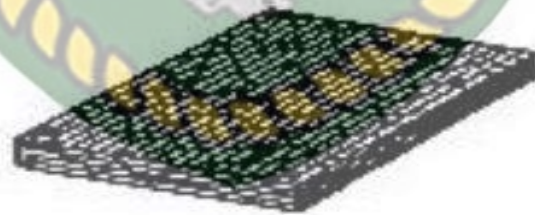


Gambar 2.7. *Woven Fiber Composite*

(Sumber : Ardiyanto, 2014)

2.3.4 *Hybrid Fiber Composite*

Hybrid Fiber Composite merupakan komposit gabungan antara serat tipe lurus dan serat acak. Tipe ini supaya dapat mengganti kekuatan sifat dari kedua tipe dan dapat menggabungkan kelebihan keduanya.



Gambar 2.8. *Hybrid Fiber Composite*

(Sumber : Ardiyanto, 2014)

2.4 Jenis-Jenis Serat

Jenis-jenis serat yang banyak tersedia untuk menggunakan komposit dan jumlahnya hampir meningkat. Kekakuan spesifik yang tinggi (kekakuan dibagi oleh berat jenisnya) dan kekuata spesifik yang tinggi (kekuatan dibagi oleh berat jenisnya) serat-serat tersebut yang disebut *Advanced Composite*.

2.4.1 Serat Gelas (*Fiberglass*)

Serat gelas (*Fiberglass*) adalah bahan yang tidak mudah terbakar. Serat jenis ini biasanya digunakan sebagai penguat matrik jenis *polymer*. Komposisi kimia serat gelas sebagian besar adalah SiO_2 dan sisanya adalah *oksidaoksida alumunium* (Al), *kalsium* (Ca), *magnesium* (Mg), *natrium* (Na), dan unsur unsur lainnya. Berdasarkan bentuknya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

1. *Chopped Strand Mat (CSM)*

Jenis serat kaca dengan anyaman yang diproduksi secara acak keberbagai arah dan tidak beraturan. Serat kaca inilah yang paling banyak digunakan oleh pengrajin *fiberglass* karena harga yang relatif murah dan mudah digunakan. *Chopped strand mat* artinya adalah helaihan handuk cincang. Dikarenakan jenis serat kaca ini memang seperti kumpulan serat-serat yang dicincang dan dibentuk menjadi satu helai atau lembaran baru. Jenis serat ini sangat cocok sebagai penguat resin *type polyester* dan *epoxy* karena sudah mengandung bubuk pengikat yang akan bereaksi apabila terkena *resin*. Kapasitas serap yang bisa mencapai $1\frac{1}{2}$ ukuran beratnya membuat jenis serat kaca ini cukup kuat digunakan untuk menopang beban besar. Ketebalan serat ini pun

diproduksi berbeda-beda dari yang tipis hingga yang tebal dan kadang dipadukan dengan serat yang lebih baik yaitu *Woven Roving Mat*.

2. *Woven Roving Mat (WRM)*

Jenis serat kaca yang diproduksi dengan anyaman yang rapi dari dua arah yaitu horizontal dan vertikal dengan kekuatan beban yang sama. Jenis serat kaca ini sering juga disebut type (0°/90°) mengikuti sudut horizontal dan sudut vertikal yang dibentuk anyamannya yang berarti kuat menahan beban kedua arah tersebut dan lemah ke arah diagonal atau 45°. Tetapi jenis serat kaca ini tetap banyak digunakan dan telah diuji kekuatannya dalam perkapalan terutama yang banyak disebut dengan WR600 (*Woven Roving 600gram / m²*) yang cukup tebal untuk 1 lapis/ meternya. Kelebihan lain serat ini adalah pemakaian resin yang relatif lebih kecil dibanding CSM yaitu 1:1 dan hal ini menjadi pertimbangan bagi produsen peralatan dan kapal berbahan *fiberglass* untuk tujuan komersial.

3. *Biaxial Mat (BX)*

Disebut juga *biax fiberglass*, jenis serat ini adalah ibarat perpaduan antara *Woven Roving Mat (WRM)* dan *Chopped Strand Mat (CSM)* yang dijahit hingga membentuk kekuatan yang maksimal. Arah untaian serat yang membentuk 45° dan CSM dilapisan bawahnya menjadikan serat ini lebih kuat dari kedua jenis sebelumnya. Kelebihan lain jenis serat ini adalah berkurangnya penggunaan serat yang berlapis-lapis dan lebih hemat dalam penggunaan resin dibanding CSM dan WRM. Jenis serat *Biaxial* ini disebut (+/- 45°) sesuai dengan arah untaian serat yang

dibentuk membuat penggunaan jenis serat *fiber* ini sangat mudah karena mampu mengikuti lekukan permukaan yang dilapisi dengan jauh lebih baik.

4. *Carbon Fiber (CF)*

Serat karbon (*Carbon Fiber*) atau sering disebut, dengan *Fiber* atau *Graphite Fibre*. Sejak tahun 70an serat ini sudah mulai populer dan diproduksi seiring meningkatnya kebutuhan pasar yang menuntut kedua karakteristik tersebut yaitu kuat tetapi ringan. Kelebihan lain serat karbon ini adalah sifat kaku lenturnya, ketahanan terhadap suhu panas dingin yang ekstrim dan ketahanannya terhadap reaksi kimia yang besar. Serat karbon banyak digunakan dalam pembuatan pesawat terbang, pertahanan persenjataan, teknologi tinggi, olah raga profesional seperti mobil balap, sepeda balap, alat pancing, dan lain sebagainya.

Penguat yang digunakan untuk *fiber* pada umumnya dalam bentuk serat atau benang dan dapat dipakai secara terpisah maupun bersama-sama keberadaan penguat yang tinggi memberikan kekuatan tarik yang tinggi. Perbandingan antara resin atau penguat merupakan faktor yang sangat penting untuk menentukan sifat struktur komposit. Material penguat (*reinforcement*) yang paling sering digunakan untuk membentuk komposit pada umumnya berbentuk serat gelas yang mempunyai modulus elastisitas yang cukup tinggi.

Berdasarkan jenisnya serat gelas dapat dibedakan menjadi beberapa macam antara lain:

a. Serat E-Glass

Serat E-Glass adalah salah satu jenis serat yang dikembangkan sebagai penyekat atau bahan isolasi. Jenis ini mempunyai kemampuan bentuk yang baik. Kandungan unsur *alkali* dalam serat gelas tipe ini kurang dari 1 % yang dikombinasikan dengan *sodium* dan *potassium oksida*.

b. Serat C-Glass

Serat C-Glass adalah jenis serat yang mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap korosi, sehingga banyak digunakan untuk melapisi peralatan pabrik kimia.

c. Serat S-Glass

Serat S-Glass adalah jenis serat yang mempunyai kekakuan yang tinggi umumnya untuk konstruksi pesawat terbang dan kapal laut.

2.5 Resin Epoksi

Resin epoksi merupakan senyawa molekuler organik yang mengandung sejumlah grup epoksi (Guneri, 2001). Epoksi sederhana disusun oleh dua atom karbon dan satu atom oksigen, seperti terlihat pada Gambar 2.9. Epoksi termasuk ke dalam material polimer termoset yang dapat mengalami pemutusan rantai polimer apabila mengalami siklus pemanasan berulang.



Gambar 2.9. Struktur Dasar Resin Epoksi
(Sumber : Akovali & Guneri, 2001)

Secara umum polimer termoset terdiri dari dua penyusun, yaitu resin dan *curing agent (hardener)*. *Hardener* adalah suatu senyawa reaktif *aliphatic amine* yang mempunyai sifat *curing time* yang cepat bila direaksikan pada temperatur ruang. Pencampuran resin epoksi dan *hardener* akan menghasilkan reaksi *curing* sehingga didapatkan *hardened polymer (cross-linked structure)*.

2.6 *Polyfoam Hybrid*

Polyfoam Hybrid atau plastik busa masih tergolong keluarga plastik. Bahan dasar *polyfoam* adalah polisterin, suatu jenis plastik yang sangat ringan, kaku, tembus cahaya dan murah tetapi cepat rapuh (Utami, 2020). Karena kelemahannya tersebut, polisterin dicampur dengan seng dan senyawa butadien. Hal ini menyebabkan polisterin kehilangan sifat jernihnya dan berubah warna menjadi putih susu. Kemudian untuk kelenturannya, ditambahkan zat plasticizer seperti *Dioktil Ptalat (DOP)*, *butyl hidroksi toluena* atau *butyl stearate*. Plastik busa yang mudah terurai menjadi struktur sel kecil merupakan hasil proses peniupan dengan menggunakan gas

Cloro Fluoro Carbon (CFC). Hasilnya adalah bentuk seperti yang sering dipergunakan saat ini (Purbasari, 2019).

Tabel 2.1 Karakteristik *Styrofoam* (Purbasari, 2019).

<i>Density (ρ)</i>	1,05 gr/cm ³
<i>Dielectric constant</i>	2,4 – 2,7
<i>Electric conductivity (s)</i>	10-16 S/m
<i>Thermal conductivity (k)</i>	0,036 W/mK
<i>Young modulus (E)</i>	3000 – 3600 MPa
<i>Tensile Strength (S_f)</i>	46 – 60 MPa
<i>Specific heat (C_p)</i>	1,3 kJ/kgK
<i>Elongation</i>	3 – 4%
<i>Glass temperature transition</i>	95°C
<i>Melting point</i>	240°C
<i>Water absorbtion</i>	0,03 – 0,1
<i>Notch test</i>	2 – 2 kJ/m ²
<i>Linear Ekspansion Coef</i>	8×10^{-5}

2.7 Proses Produksi Material Komposit

Proses pengerasan dari resin adalah efek hasil keseimbangan reaksi antara katalis, akselerator serta *inhibitor*. Resin mengeras dengan penambahan katalis sehingga reaksi ikatan polymerisasi terjadi biasanya resin telah dicampur dengan inhibitor yang secara radikal terjebak. Saat katalis ditambahkan, *inhibitor* inilah yang bereaksi sebelum terjadi polymerisasi, pada saat tersebut memberikan waktu bagi resin untuk berkombinasi dengan penguat dan menempati ruang untuk mengeras sebelum polymerisasi terjadi. Kebanyakan katalis peroksida berkomposisi agak lambat saat ditambahkan pada resin. Untuk mendapatkan pengerasan yang cepat, akselerator ditambahkan sehingga mempercepat katalis untuk berkomposisi (Derek H, 1981).

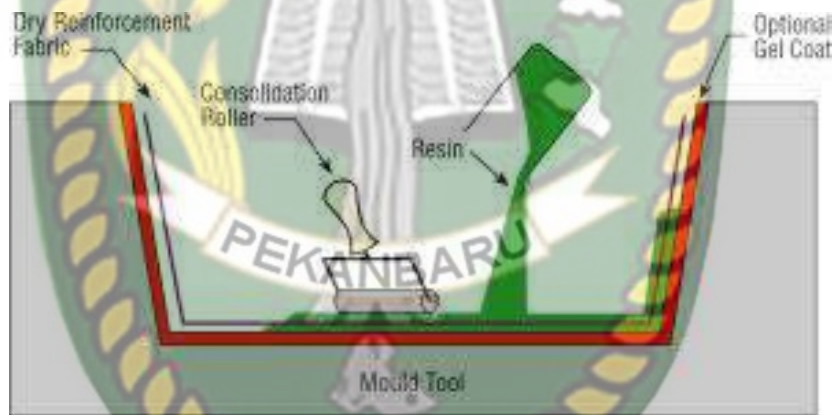
2.7.1 Proses *Hand Lay-Up*

Proses pabrikasi dari material komposit banyak macamnya, proses *hand lay-up* ini adalah proses yang sangat sederhana. Caranya adalah cairan resin yang telah diberikan katalis dan kemudian meletakkan diatas penguat (*fibre*) yang telah diletakkan pada cetakan. Cara ini dipakai dalam pembuatan spesimen pada penelitian ini, tetapi dengan memberikan tambahan material lain sebagai bahan pengisi (*filler*) untuk mendapatkan sifat mekanis yang berbeda. Proses *hand lay-up* juga dipilih karena sesuai untuk pembuatan komposit dengan dimensi standar benda uji, dengan urutan prosesnya sebagai berikut:

1. Pembuatan cetakan benda uji.

2. Mengoleskan *gelcoat* pada permukaan cetakan.
3. Setelah *gelcoat* mengering, mulai mengoleskan lapisan resin pertama.
4. Meletakkan penguat, tekan pada resin serta membuang udara yang terjebak dengan menggunakan *roller*.
5. Mengulangi langkah 3 dan 4 sampai ketebalan yang diinginkan.
6. Menunggu sampai mengering total.
7. Melepas benda uji dari cetakan dan merapikan.

Proses curing merupakan proses pengerasan atau polymerisasi dari matriks resin untuk membentuk ikatan yang permanen antara serat dan laminar.



Gambar 2.10. Proses *Hand Lay-Up*

(Sumber : Derek H, 1981)

2.8 Komposit Sandwich

Komposit sandwich merupakan komposit yang tersusun dari 3 lapisan yang terdiri dari flat composite dan atau metal sheet sebagai skin serta core di bagian

tengahnya. Komposit sandwich dibuat dengan tujuan untuk efisiensi berat yang optimal, namun mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Sehingga untuk mendapatkan karakteristik tersebut, pada bagian tengah diantara kedua skin dipasang core.

Komposit sandwich merupakan jenis komposit yang sangat cocok untuk menahan beban lentur, impact, meredam getaran dan suara. Komposit sandwich dibuat untuk mendapatkan struktur yang ringan tetapi mempunyai kekakuan dan kekuatan yang tinggi. Biasanya pemilihan bahan untuk komposit sandwich, syaratnya adalah ringan, tahan panas dan korosi, serta harga juga dipertimbangkan.



Gambar 2.11. Komposit Sandwich

2.9 Kulit (*skin*) Dan Inti (*core*) Komposit *Sandwich*

Permukaan kulit menerima *tensile* dan tekanan kompresi dalam struktur *sandwich*. Kekakuan dan kelenturan lokal yang nilainya kecil dapat diabaikan. Material yang konvensional seperti besi, *stainless steel* dan aluminium biasanya

digunakan sebagai material permukaan. Secara umum *fiber* dan *glass reinforced plastic* cocok untuk digunakan sebagai bahan permukaan. Material ini sangat mudah diaplikasikan. *Reinforced plastic* dapat dikhususkan untuk memenuhi kebutuhan seperti *anisotropic mechanical properties*, desain yang sulit dan hasil akhir permukaan yang sangat bagus dan lain sebagainya. Permukaan juga menerima local pressure, ketika local pressure ini besar pada permukaan maka akan menjadi gaya geser yang terhubung pada lapisan- lapisan kulit. Fungsi dari int (core) adalah untuk mendukung kulit agar tidak melengkung (deformasi) kedalam ataupun keluar dan untuk menjaga posisi lapisan kulit pada tempatnya dan relatif terhadap satu sama lainnya. Untuk mengatasi hal tersebut, core harus memiliki karekteristik yang penting yaitu harus cukup kaku untuk menjaga jarak antara dua permukaan konstan dan harus sukar tergeser pada permukaan agar tidak terjadi slip antara satu dengan yang lainnya. Kekakuan gaya geser pada permukaan memaksa lapisan yang ada untuk bekerja sama satu dengan yang lainnya. Bila core tidak kuat terhadap gaya geser maka permukaan tidak mau bekerja sama dan struktur sandwich akan kehilangan kekakuannya. Inilah kelebihan dari struktur sandwich. Core harus memenuhi kebutuhan yang sangat kompleks antara lain: mempunyai kekuatan dalam arah yang berbeda dan indentasi yang rendah. Sering kali ada kekhususan seperti untuk buckling, insulasi, penyerapan inersia, dan ketahanan agging. Core dapat dibuat dari berbagai bahan, seperti kayu, aluminium, dan berbagai busa (200).

2.9.1 Skin Komposit Glass Fiber Reinforced Plastic (GFRP)

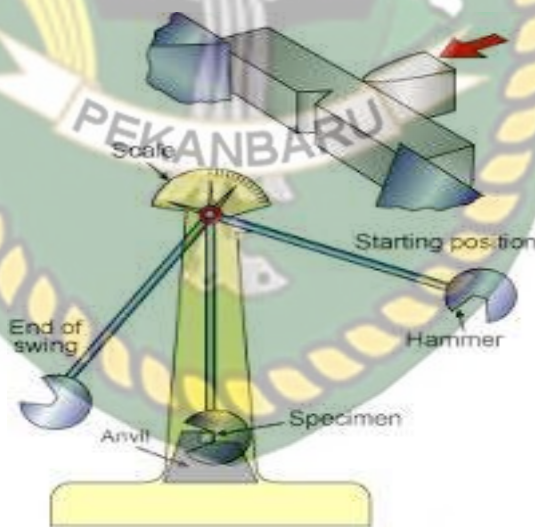
GFRP merupakan jenis komposit penguat serat yang banyak digunakan dan mudah untuk diterapkan. Beberapa keunggulan komposit GFRP menurut Schawrtz (1984) antara lain untuk kestabilan dimensinya, tahan terhadap bahan kimia, isolator listrik yang baik, mampu dibentuk dengan baik, cocok untuk produksi massal dengan berbagai proses produksi, dan rasio kekakuan dan berat yang cukup tinggi. Komposit GFRP biasa digunakan sebagai skin (lapisan permukaan) pada struktur sandwich. Dengan menggunakan beberapa lapis serat glass dan variasi jenis resin yang berbeda, skin GFRP akan mempunyai sifat mekanis yang berbeda pula. Oleh sebab itu paduan antara jumlah lapisan serat glass, bentuk serat glass, density serat glass, dan jenis resin yang digunakan akan berpengaruh pada kekuatan mekanis skin yang dibuat.

2.10 Pengujian Ketangguhan (*Impact*)

Pengujian ketangguhan (*impact*) adalah suatu kriteria penting untuk mengetahui kegetasan bahan polimer. Pengujian *impact charpy* pada Gambar 2.12 sering dipakai untuk melihat pengaruh takikan ada cara pengujian dengan takikan pada batang uji. Umumnya kekuatan (*impact*) bahan polimer lebih kecil dibandingkan bahan logam. Pengujian *impact* ini dilakukan untuk mengetahui ketangguhan sampel terhadap pembebanan dinamis. Sampel uji berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang 150 mm sesuai dengan standart ASTM D-256. Kemudian sampel diletakkan pada alat penumpu dengan jarak 40 mm. Hammer pada posisi awal dengan sudut 160°, kemudian Hammer dilepaskan secara tiba-tiba sehingga menumbuk sampel,

sebelum dilakukan pengujian sampel terlebih dahulu dilakukan percobaan tanpa sampel penguji. Hal ini dilakukan untuk mengetahui besarnya energi yang hilang akibat gesekan pada porosnya dan gesekannya dengan udara. Setelah penumpukan sampel hingga sampel patah/retak maka pengukuran dilakukan dengan membaca skala yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk skala.

Prinsip pengujian impact ini adalah menghitung energi yang diberikan beban dan menghitung energi yang diserap oleh spesimen. Saat beban dinaikkan pada ketinggian tertentu, beban memiliki energi potensial, kemudian saat menumbuk spesimen energi kinetik mencapai maksimum. Energi yang diserap spesimen akan menyebabkan spesimen mengalami kegagalan. Bentuk kegagalan itu tergantung pada jenis materialnya, apakah patah getas atau patah ulet.



Gambar 2.12. Pengujian Impact

(Sumber : Handoyo, 2013)

Kekuatan impact dapat dihitung dengan persamaan:

$$I_s = E_s/A \dots\dots\dots(Pers 2.1)$$

Dimana:

I_s = Kekuatan impact (kJ/m²)

E_s = Energi serap (J)

A = Luas permukaan (mm²)

2.11 Pengujian *Bending*

Pengujian *Bending* dilakukan untuk mengetahui karakteristik mekanik pada material. Karakteristik mekanik suatu papan partikel adalah karakteristik papan partikel untuk menahan muatan jika papan partikel itu dipergunakan untuk penggunaan tertentu. Idealnya spesimen uji akan mengalami kegagalan retak (*fracture*) akibat beban geser (*shear*).

Kekuatan tekan ini merupakan suatu dari metode paling mudah untuk menguji material komposit, namun memberikan banyak informasi mengenai kualitas material komposit. Pengujian ini dilakukan sesuai standar ASTM D790 untuk material komposit, dengan cara memberikan gaya searah papan partikel. Dapat dirumuskan sebagai berikut :

$$\sigma = \frac{F}{A} \text{ (kg/cm}^2\text{)} \dots\dots\dots (2.2)$$

Dimana :

σ = *stress* / tegangan (kg/cm²)

F = gaya tekan (N)

A = luas penampang (cm^2)



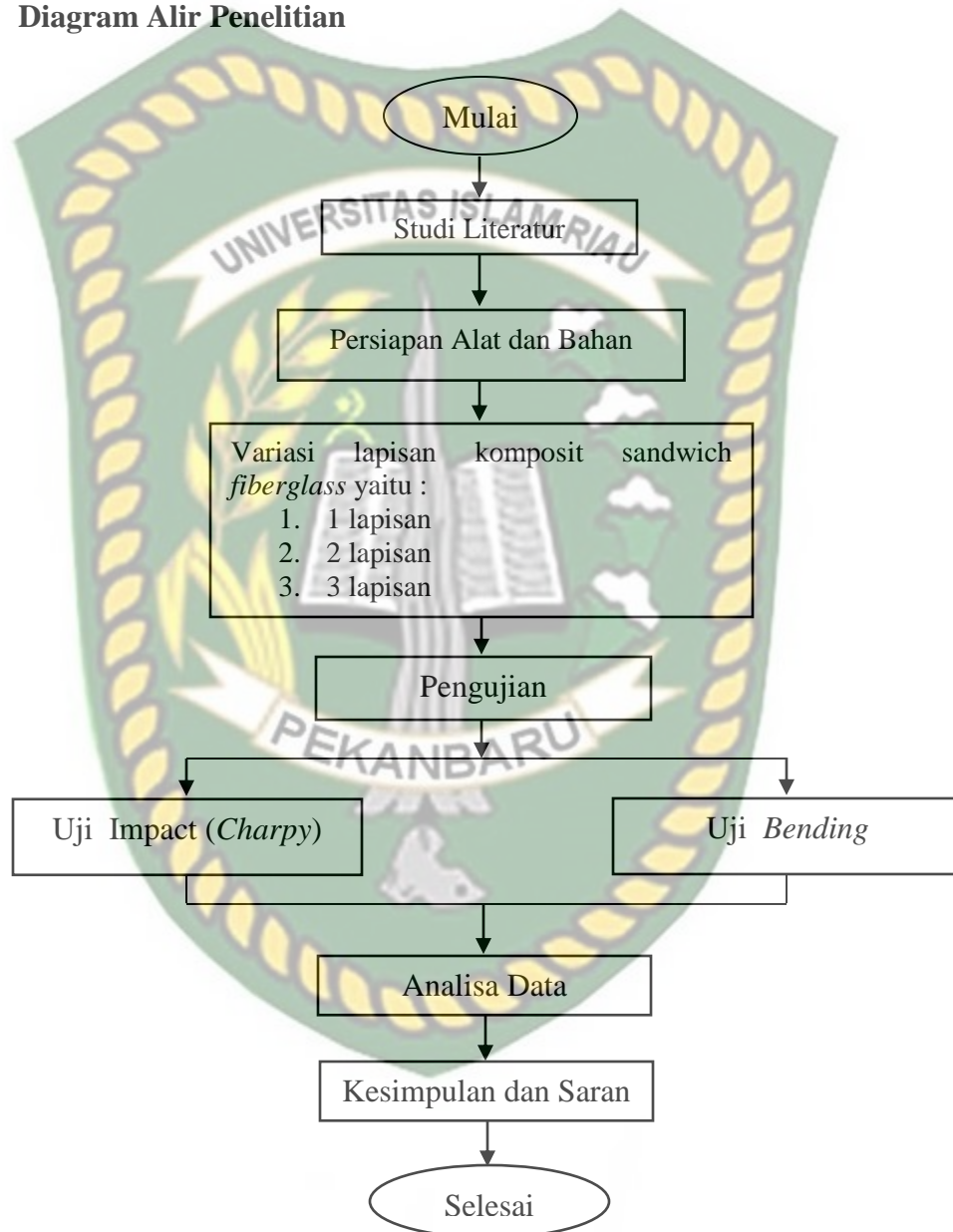
Gambar 2.13. Alat Uji Bending

(Sumber : Ryandra, 2019)

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1. Diagram Alir Penelitian.

Dari diagram alir penelitian diatas, dapat dijelaskan bahwa dalam penelitian skripsi ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan. Hasil yang didapatkan dari penelitian dalam pembuatan material terbaharukan tepat sasaran dan sesuai yang diharapkan, antara lain:

1. Mulai

Yaitu langkah awal dalam pengerjaan sesuai judul.

2. Studi literatur

Melakukan pencarian sumber-sumber dari buku dan jurnal yang terkait dalam judul penelitian.

3. Persiapan Alat dan Bahan

Menyediakan bahan dan alat yang direncanakan dalam proses pengambilan data.

4. Variasi komposisi

Perbandingan lapisan komposit sandwich *fiberglass* yaitu 1 lapisan, 2 lapisan dan 3 lapisan.

5. Pengujian

Melakukan pengujian *impact* di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau.

6. Analisa Data

Berdasarkan dari hasil uji sampel di Laboratorium di analisa dan memberikan pembahasan hasil pengujian.

7. Kesimpulan dan saran

Hasil rangkuman dari Bab 1 sampai Bab 5 dan memrberikan saran untuk penelitian berikutnya.

3.2 Alat Penelitian

Alat penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

1. Gerinda adalah salah satu mesin perkakas yang digunakan untuk mengasah atau memotong benda kerja dengan ukuran panjang 200 mm, lebar 50 mm dan tinggi 15 mm. Seperti dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Gerinda

2. Gunting adalah alat pemotong yang digunakan untuk memotong bahan yang akan di cetak. Dapat dilihat pada Gambar 3.3.



Gambar 3.3. Gunting

3. Penggaris adalah alat pengukur yang digunakan untuk mengukur bahan yang akan di cetak. Dapat dilihat pada Gambar 3.4.



Gambar 3.4. Penggaris

4. Kuas adalah alat pemoles yang digunakan untuk memoleskan resin dan *hardener*. Seperti yang dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5. Kuas

5. Gelas ukur adalah alat pengukur cairan yang digunakan untuk mengukur cairan resin dan *hardener*. Dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6. Gelas ukur

6. Jangka sorong dipakai untuk mengukur dimensi specimen yang telah di cetak. Pembacaan skala pengukuran dimensi spesimen sampai ketelitian 0,1 mm. dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Jangka Sorong

7. Timbangan digital digunakan untuk menimbang berat bahan specimen. Dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8. Timbangan Digital

8. *Stopwatch* digunakan untuk menghitung waktu pencetakan selama 6 jam dengan suhu ruang 28°C. Dapat dilihat pada Gambar 3.9.



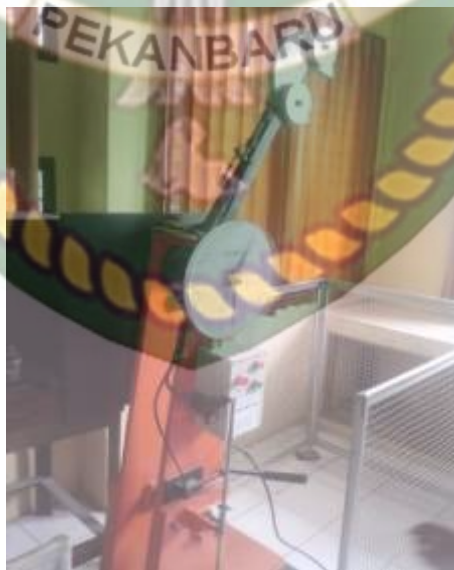
Gambar 3.9. *Stopwatch*

- Cetakan adalah alat cetak yang digunakan untuk tempat atau wadah spesimen body pesawat remote control dengan bahan kaca. Dapat dilihat pada gambar 3.10.



Gambar 3.10. Cetakan

- Alat uji Impact adalah Cetakan adalah alat cetak yang digunakan untuk tempat atau wadah spesimen body pesawat remote control dengan bahan kaca. Dapat dilihat pada gambar 3.11.



Gambar 3.11. Alat Uji Impact

3.3 Bahan Penelitian

Bahan penelitian bertujuan untuk melengkapi perlengkapan data penelitian yang terdiri dari :

1. *Polyfoam Hybrid* adalah suatu jenis plastik yang sangat ringan dan digunakan untuk bahan komposit *body* pesawat rc. Dapat dilihat pada gambar 3.12.



Gambar 3.12. *Polyfoam Hybrid*

2. *Fiberglass* adalah serat kaca dari kaca cair yang sengaja ditarik agar menjadi serat tipis yang kuat dan digunakan untuk bahan komposit sebagai penguat. Dapat dilihat pada gambar 3.13.



Gambar 3.13. *Fiberglass*

3. Resin dan *hardener* adalah bahan yang digunakan sebagai pengikat atau matriks pada spesimen. Perbandingan resin dengan *hardener* yaitu 2:1. Dapat dilihat pada gambar 3.14.



Gambar 3.14. Resin dan *Hardener*

3.4 **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah untuk melakukan sesuatu hal baik melakukan suatu kegiatan yaitu terdiri 2 (dua) proses :

3.4.1 **Persiapan Sebelum Pencetakan**

Perlu adanya persiapan sebelum melakukan pengujian agar proses pengujian tidak ada kekurangan pada peralatan dan bahan yang akan dibutuhkan, diantaranya :

1. Mempersiapkan cetakan dengan ukuran yaitu panjang 200 mm, lebar 50 mm dan tinggi 15 mm.
2. Mempersiapkan alat pendukung berupa gerinda, penggaris, timbangan digital, cetakan, gunting, kuas, gelas ukur dan *stopwatch*.
3. Mempersiapkan *polyfoam hybrid*, *fiberglass* dan resin

4. Mempersiapkan alat tulis untuk mencatat data penelitian.

3.4.2 Proses Pencetakan

Proses pencetakan terdiri dari beberapa langkah yaitu :

1. Penentuan perbandingan fraksi *polyfoam hybrid* : *fiberglass* : resin di timbang menggunakan timbangan digitas.
2. Perbandingan fraksi resin dengan hardener yaitu 2 : 1.
3. Setiap perbandingan fraksi pada *polyfoam hybrid* melapiskan lapisan *fiberglass*.
4. Menimbang berat *fiberglass* dan menakar resin yang akan digunakan.
5. Masukkan resin serta hardener dalam satu wadah lalu aduk sampai homogen.
6. Oleskan resin menggunakan kuas ke setiap lapisan polyfoam lalu di lapis *fiberglass* secara merata sebanyak 1 lapisan, 2 lapisan dan 3 lapisan.
7. Setelah spesimen dilapis, lalu tekan seluruh permukaannya agar menempel dan mengeluarkan udara yang ada pada lapisan fiberglass.
8. Letakan penutup cetakan lalu tambahkan pemberat 5 Kg agar didapatkan permukaan yang rata pada lapisan teratas.
9. Diamkan pada temperatur ruangan untuk proses curing ± 24 jam.
10. Spesimen dapat dilepas dari cetakan dan dilakukan pengujian ketangguhan (impact) sesuai standar ASTM D 6110-18.

3.5 Prosedur Pengujian Impak *Charpy*

Untuk mengetahui nilai ketangguhan bahan komposit *fiberglass* pada body pesawat rc mengikuti langkah langkah pengujian impact sebagai berikut :

1. Siapkan sampel pengujian impact yang telah dibuat sesuai standar ASTM D 6110-04.
2. Siapkan alat uji impact, pada pengujian ini menggunakan metode *charpy*
3. Letakkan sampel uji impact pada tempat pemasangan sampel, pastikan sampel terpasang dengan benar.
4. Tarik bandul sejauh sudut yang telah ditentukan kemudian tahan sejenak dan lepaskan
5. Amati jarum penunjuk setelah bandul menumbuk sampel sampai patah.
6. Catat angka yang ditunjukkan oleh jarum penunjuk
7. Lakukan hal yang sama pada sampel sampel berikutnya.

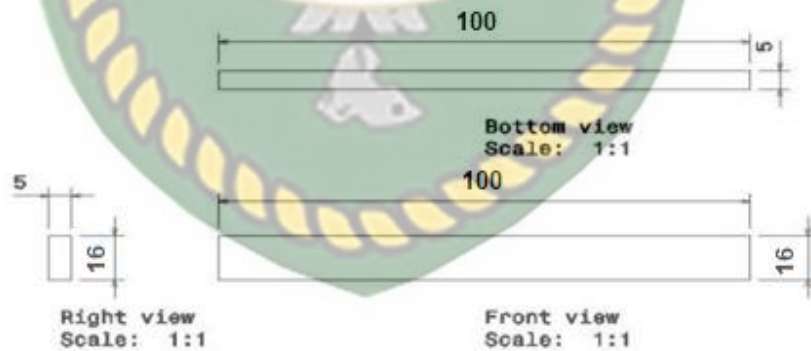
3.6 Prosedur Pengujian Bending

Pengujian *adhesivitas* dilakukan dengan cara pengujian *Bend Test* sesuai dengan mengikuti standat ASTM D 790. Pengujian ini untuk mengetahui kekuatan lapisan pada masing-masing spesimen yang akan diujii, langkah-langkah persiapan dan pengujiannya adalah sebagai berikut :

- 1) Mempersiapkan peralatan yang akan digunakan.
- 2) Hidupkan mesin uji bending dan pastikan mesin dalam keadaan aman saat digunakan.

- 3) Turunkan pencekam pada mesin bending, agar material dapat masuk kedalam pencekam yang sesuai yang telah ditentukan.
- 4) Lalu turunkan pencekan perlahan, sampai ujung pencekam menyentuh material, agar material tidak terlepas pada saat melakukan proses pembendigan/penekukan.
- 5) Pasang dial indicator lalu atus jarum menuju garis nol.
- 6) Pada mesin, setting jarum menunjuk angka nol dan gunakan spesifikasi beban sesuai yang ditentukan.
- 7) Mulai memutar handle pada mesin hingga jarum pada mesin bergerak.
- 8) Setelah jarum pada mesin bergerak, dan dial pun bergarak, catat hasil dari uji bending tersebut.
- 9) Lakukan langkah tersebut dari awal untuk seluruh spesimen yang akan di uji.

Dimensi spesimen uji bending ASTM-D 790.



Gambar 3.16. Ukuran Spesimen Uji Bending Standar ASTM-D 790 (Sumber: ASTM International D790)

3.7 Tabel Data Penelitian

Adapun data hasil pengujian impact dan pengamatan makro dari persentase massa komposit matrik dan reinforment dapat dilihat pada tabel 3.1 dan 3.2 :

Tabel 3.1 Data hasil pengujian ketangguhan (Impact)

Komposit Sandwich	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	A-β	Uji Impact (Joule/mm ²)
1 Lapisan	-	-	-	-	-
2 Lapisan	-	-	-	-	-
3 Lapisan	-	-	-	-	-

Tabel 3.2 Data hasil pengujian *bending*

Sample No.	Area (mm ²)	Weigth (g)	Max. Force	Yield strength (N/mm ²)	Bending strength (MPa)	Elongation (%)
1 Lapisan	-	-	-	-	-	-
2 Lapisan	-	-	-	-	-	-
3 Lapisan	-	-	-	-	-	-

3.8 Jadwal Kegiatan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Islam Riau. Lama penelitian dalam menganalisa beban impact body pesawat remote control berbahan komposit *fiberglass* adalah selama 1 bulan. Dalam suatu kegiatan penelitian akan berjalan dengan baik bila ada jadwal kegiatan. Jadwal kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada tabel 3.3.

Tabel 3.3. Jadwal kegiatan penelitian

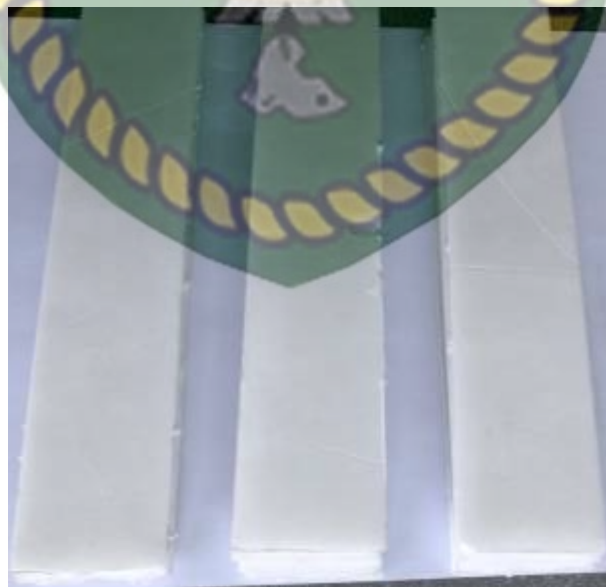
No	Jenis Kegiatan	Bulan									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Studi Literatur	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■
2	Pembuatan Proposal										
3	Seminar Proposal										
4	Persiapan alat dan bahan				■						
5	Pengujian				■						
6	Analisa dan Pembahasan							■			
7	Kesimpulan									■	
8	Sidang Tugas Akhir										■

BAB IV

HASIL ANALISA DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

Hasil penelitian tentang sifat mekanis pada *body* pesawat *remote control* dengan bahan komposit *fiberglass*. Bahan yang dipilih adalah *polyfoam*, *fiberglass* dan resin *epoxy*, pembuatan *body* pesawat *remote control* dilakukan dengan metode komposit *sandwich* yang tersusun oleh 3 bahan/lapisan. Proses pencetakan dengan komposit *sandwich* diberikan beban 5 Kg kemudian ditahan dalam waktu 24jam dalam ruangan suhu 27°C. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan hasil sifat mekanis berupa pengujian Impact dengan standar ASTM D 6110-04 dan pengujian bending dengan ASTM D790. Bahan cetakan yaitu kaca berukuran panjang 200 mm, lebar 50 mm dan tinggi 15 mm. Hasil penelitian dapat dilihat pada gambar 4.1 dibawah ini.



Gambar 4.1. Hasil komposit sandwich pada *body* pesawat *remote control*

4.2 Hasil Uji Impact

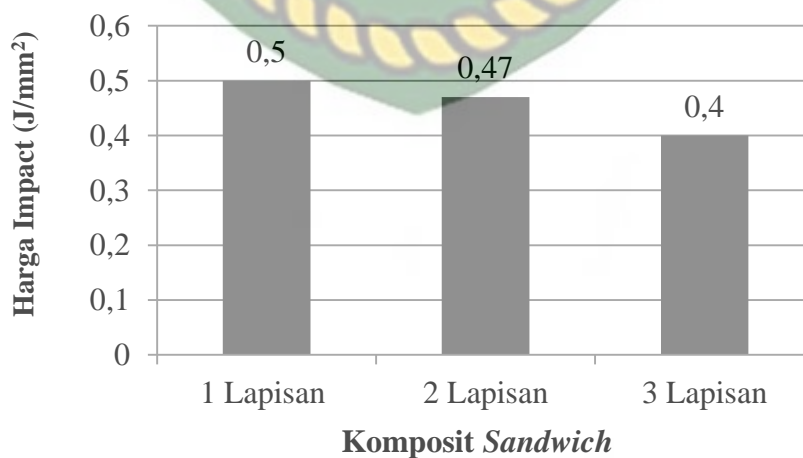
Pengujian Impact dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau dengan berdasarkan pada standar ASTM D 6110. Setelah dilakukan pengujian terhadap setiap spesimen. Dapat dilihat bahwa terjadinya patahan terhadap material komposit *sandwich*, karena komposisi *sandwich* berupa *polyfoam*, *fiberglass* dan resin epoxy.

Hasil uji *impact* dilakukan sebagai pemeriksaan kualitas secara cepat dan mudah dalam menentukan sifat *impact*. Dapat dilihat pada tabel 4.1.

Tabel 4.1. Hasil uji *Impact (Charpy)*

Komposit Sandwich	a (mm)	b (mm)	A (mm ²)	Energi impact (Joule)	Uji Impact (Joule/mm ²)
1 Lapisan	13,25	13,15	174,2	88,21	0,50
2 Lapisan	13,25	13,15	174,2	83,41	0,47
3 Lapisan	13,35	13,15	175,5	70,57	0,40

Hasil pengujian *impact* diatas kemudian dimasukkan kedalam sebuah gambar 4.2 yaitu sebagai berikut :



Gambar 4.2. Grafik hasil uji *impact* pada komposit *sandwich*

Data hasil uji *impact* pada tabel 4.1 dan gambar 4.2 yang dilakukan pada tiga sampel yang memiliki komposisi *sandwich* yang berbeda. Dari data yang didapatkan, hasil uji *impact* pada komposit *sandwich* 1 lapisan yaitu $0,5 \text{ J/mm}^2$, harga *impact* terjadi penurunan pada sampel 2 dan sampel 3 secara linier atau berbanding lurus yaitu $0,47 \text{ J/mm}^2$ dan $0,4 \text{ J/mm}^2$. Seiring dengan adanya penambahan lapisan fiberglass pada setiap komposit *sandwich*, maka kekuatan *impact* akan semakin mudah patah (getas) dan sebaliknya semakin rendah kekuatan *impact* akan semakin ulet body pesawat *remote control*.

Berdasarkan hasil uji *impact* terendah pada sampel 1 dengan komposit *sandwich* 1 lapisan fiberglass yaitu $0,5 \text{ J/mm}^2$, sedangkan harga *impact* tertinggi pada sampel 3 dengan komposit *sandwich* 3 lapisan fiberglass yaitu $0,4 \text{ J/mm}^2$. Hal ini disebabkan karena semakin banyak lapisan fiberglass maka akan semakin sulit terjadinya patahan (ulet), bahan fiberglass memiliki sifat elastis yang kuat dan alot (tidak mudah patah)



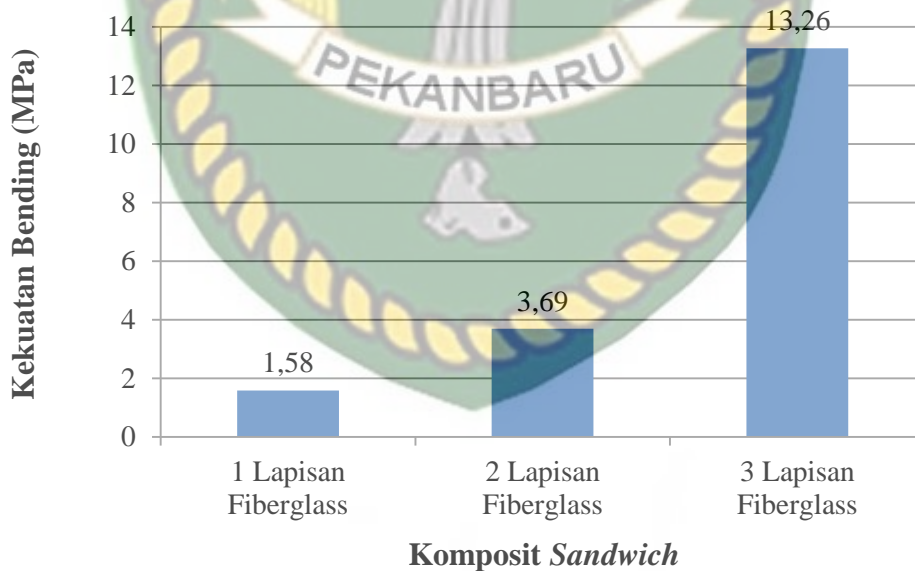
Gambar 4.3. Hasil patahan spesimen uji *impact* (*charpy*)

4.3 Hasil Uji *Bending*

Pengujian bending dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Universitas Islam Riau dengan berdasarkan pada standar ASTM D 790 dan alat yang digunakan GOTECH UTM UN-7001-LC50. Hasil pengujian *bending* terhadap masing-masing 3 (tiga) spesimen uji komposit *sandwich* ditampilkan pada tabel 4.2 berikut:

Tabel 4.2. Hasil Uji *Bending*

Sample No.	Area (mm ²)	Weigth (g)	Max. Force	Yield strength (N/mm ²)	Bending strength (MPa)	Elongation (%)
1	160	10	114.66	0.36	1.58	5
2	200	15	302.59	0.52	3.69	5
3	240	25	1987.56	2.83	13.26	5



Gambar 4.4. Hasil uji *bending* pada komposit *sandwich*

Hasil data tabel 4.1 dan gambar 4.4 didapat nilai kekuatan *bending* pada komposit *sandwich* 1 lapisan fiberglass yaitu 1,58 MPa, terjadi peningkatan pada

2 lapisan sebesar 3,69 MPa dan terus meningkat pada 3 lapisan sebesar 13,26 MPa. Perbandingan *bending* komposit *sandwich* menunjukkan bahwa penambahan tebal *polyfoam* dan *fiberglass* pada komposit *sandwich* mengalami peningkatan nilai *bending* seiring dengan penambahan tebal lapisan *fiberglass*.

Berdasarkan hasil uji *bending* nilai kekuatan *bending* terendah pada komposit *sandwich* 1 lapisan yaitu 1,58 MPa, sedangkan nilai kekuatan *bending* tertinggi pada 3 lapisan yaitu 13,26 MPa. Hal ini disebabkan karena bahan *fiberglass* memiliki sifat yang kuat dimana saat ditekan akan kembali ke bentuk semula karena *fiberglass* tersusun dari jalinan benang serat kaca, sehingga semakin tebal lapisan *fiberglass* akan semakin tinggi nilai kekuatan *bending*.



Gambar 4.5. Hasil patahan pada uji *bending*

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hasil dari penelitian tentang sifat mekanis pada body pesawat remote control berbahan komposit fiberglass dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Hasil penelitian ini menggunakan bahan *polyfoam*, *fiberglass* dan resin *epoxy*, pembuatan *body* pesawat *remote control* dilakukan dengan metode komposit *sandwich* yang tersusun oleh 3 variasi lapisan *fiberglass*.
2. Hasil uji impact terendah pada sampel 3 dengan komposit sandwich 3 lapisan fiberglass, sedangkan harga impact tertinggi pada sampel 1 dengan komposit sandwich 1 lapisan fiberglass. Seiring dengan adanya penambahan lapisan fiberglass pada setiap komposit *sandwich*, maka kekuatan impact akan semakin mudah patah (getas) dan sebaliknya semakin rendah kekuatan impact akan semakin ulet body pesawat *remote control*.
3. Hasil uji *bending* nilai kekuatan *bending* terendah pada komposit sandwich 1 lapisan, sedangkan nilai kekuatan *bending* tertinggi pada 3 lapisan. Hal ini disebabkan karena bahan *fiberglass* memiliki sifat yang kuat dimana saat ditekan akan kembali ke bentuk semula karena fiberglass tersusun dari jalinan benang serat kaca, sehingga semakin tebal lapisan *fiberglass* akan semakin tinggi nilai kekuatan *bending*.

5.2 Saran

Penelitian tentang analisa sifat mekanis pada body pesawat remote control dengan bahan komposit fiberglass ini meski sudah cukup memenuhi harapan, namun masih mempunyai kekurangan. Oleh karena itu, peneliti memberikan saran sebagai berikut :

1. Penelitian komposit jenis sandwich masih sangat terbuka untuk dikembangkan, terutama pada jenis lapisan skin dan jenis corenya.
2. Pada proses pemotongan spesimen usahakan untuk lebih teliti agar tidak cacat dan agar lebih presisi sesuai ASTM yang digunakan.



DAFTAR PUSTAKA

- Aeroengineer, 2016. Bahan Pesawat Aeromodelling Polyfoam. Open website (<http://aeroengineering.co.id/2016/01/bahan-pada-pesawat-aeromodelling/>).
- Akovali, Güneri. 2001. *Handbook of Composite Fabrication*. Rapra Technology Ltd. Shrewsbury. Shropshire SY4 4NR, UK. ISBN: 1-85957-263-4.
- Aldit, 2020. Artikel Teknologi. <https://artikel-teknologi.com/pengertian-material-komposit.pdf>.
- Ardiansyah, M, I. 2019. Pengaruh Styrofoam Bahan Body Pesawat Remote Control Terhadap Aerodinamik. Skripsi. *Program Studi Teknik Mesin Diploma III Institut Teknologi Nasional Malang*. Malang.
- Ardiyanto, P. 2014. Analisa Pengaruh Ketebalan Inti (Core) Polyurethane Terhadap Karakteristik Bending Komposit Sandwich. Skripsi. *Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember*. Surabaya.
- Derek, H. 1981. *An Introduction to Composite Material*. Combrige University Press. New York.
- Djaprie, S. 1993. *Metalurgi Mekanik*. Jilid I. Edisi ketiga. PT. Erlangga, Jakarta.
- Fahmi, H. 2011. Pengaruh Orientasi Serat Pada Komposit Resin Polyester / Serat Daun Nenas Terhadap Kekuatan Tarik. Skripsi. *Teknik Mesin ITP*. Padang.
- Handoyo, Y. 2013. Perancangan Alat Uji Impak Metode Charpy Kapasitas 100 Joule. Skripsi. *Program Studi Teknik Mesin, Universitas Islam 45 Bekasi*. Bekasi.
- Nurun, N. 2013. *Teknologi Material Komposit*. Lecture Material. Universitas Negeri Malang. Malang.

Purbasari, A. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Komposit dari Styrofoam Bekas dan Serat Ijuk Aren. Skripsi. Teknik Kimia Universitas Diponegoro. Semarang.

Sastrosupadi, A. 2006. *Potensi Madura Sebagai Penghasil Serat Agave atau sisal untuk berbagai Agro Industri Khususnya Pembuatan Tali-Temali*. Sinar Tani Edisi 12-18.

Schwartz, 1984. *Composite Materials Handbook*, McGraw-Hill Book Company, New York.

Sirait, D.H., 2010, “*Material Komposit*”, Erlangga, Jakarta

Wang, B. 2013. *Modification Flax Fiber by Chemical Treatment Presentasi di CSAE/SCGR Meeting Montreal Quebec*. Paper no. 03-337.

