

LAPORAN AKHIR
PENELITIAN INTERNAL DOSEN
Progam Studi Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik



KARAKTERISASI BUAH GAMBAS KERING SEBAGAI
MATERIAL KOMPOSIT UNTUK WINGSPAN PESAWAT
TANPA AWAK

Tim Peneliti:

Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
Putri Puja Pratiwi
Ocha Silvia Kencana

Dibiayai oleh:

Universitas Bojonegoro

Periode 1 Tahun Anggaran 2024/2025

Nomor Kontrak:

045/LPPM-LIT/UB/XI/2024

UNIVERSITAS BOJONEGORO

2025

HALAMAN PENGESAHAN

LAPORAN PENELITIAN PENDANAAN PERGURUAN TINGGI

- 1 **Judul Penelitian** : Karakterisasi Buah Gambas Kering sebagai Material Komposit untuk Wingspan Pesawat Tanpa Awak
- 2 **Tema** : Sistem Manufaktur dan Jasa
- 3 **Ketua Peneliti**
 - a. Nama Peneliti : Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
 - b. NIDN : 0716119201
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : amalia@unigoro.ac.id
 - e. Bidang Keilmuan : Rekayasa Material
- 4 **Anggota Peneliti 1**
 - a. Nama : Putri Puja Pratiwi
(Dosen/Mahasiswa)
 - b. NIDN/NIM : 23262011046
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : ppuja8839@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 5 **Anggota Peneliti 2**
 - a. Nama : Ocha Silvia Kencana
(Dosen/Mahasiswa)
 - b. NIDN/NIM : 23262011043
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : silviaocha5@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 6 **Anggota Peneliti 3**
 - a. Nama : Nayla Farikha Zahra
(Dosen/Mahasiswa)
 - b. NIDN/NIM : 23262011040
 - c. Program Studi : Teknik Industri
 - d. E-mail : nayfarik937@gmail.com
 - e. Bidang Keilmuan : Teknik Industri
- 7 **Jangka Waktu Penelitian** : 6 Bulan
- 8 **Lokasi Penelitian** : Universitas Bojonegoro
- 9 **Dana Diusulkan** : Rp 3.500.000,-

Mengetahui,

Ketua LPPM Universitas Bojonegoro



Dr. Laily Agustina Rahmawati, S.Si., M.Sc.
NIDN. 0721088601

Bojonegoro, 25 Februari 2025

Ketua Penelitian

Amalia Ma'rifatul Maghfiroh, S.Si., M.T.
NIDN. 0716119201

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur senantiasa saya panjatkan kehadiran Allah SWT karena dengan berkat dan rahmat-Nya, saya dapat menyelesaikan laporan penelitian ini sebaik-baiknya. Laporan penelitian ini berjudul **“Karakterisasi Buah Gambas Kering sebagai Material Komposit untuk Wingspan Pesawat Tanpa Awak”** ini disusun untuk memenuhi salah satu tridharma perguruan tinggi yaitu penelitian. Saya menyadari bahwa, tanpa bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, dari masa penelitian sampai pembuatan laporan ini, sangatlah sulit bagi saya untuk menyelesaikannya. Oleh karena itu saya mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah terlibat dalam pembuatan laporan penelitian ini.

Akhir kata, saya berharap Allah SWT berkenan membalas segala kebaikan semua pihak yang telah membantu. Semoga penelitian ini membawa manfaat bagi pengembangan ilmu tentang karakterisasi material ke depannya.

Bojonegoro, 25 Februari 2025

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN	i
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	v
DAFTAR GAMBAR	vi
ABSTRAK	vii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
2.1 Tujuan Penelitian	2
2.1 Manfaat Penelitian	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Landasan Teori.....	3
2.2 Penelitian Terdahulu	6
2.2 Kerangka Konsep Penelitian	8
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian.....	9
3.2 Lokasi Penelitian	9
3.3 Alat dan Bahan Penelitian	9
3.4 Rancangan Alat	9
3.5 Variabel Penelitian	10
3.6 Diagram Alir Penelitian	11
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	12
4.1 Hasil Penelitian	12
4.2 Pembahasan	19
BAB V PENUTUP	25
5.1 Kesimpulan	25
5.2 Saran.....	25
DAFTAR PUSTAKA	26

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu	7
Tabel 4. 1 Hasil Uji Tarik	22
Tabel 4. 2 Kekuatan Impak Hasil Pengujian (J/mm ²).....	24

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Kerangka konsep penelitian	8
Gambar 3. 1 Desain Wingspan.....	9
Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik.....	19
Gambar 4. 2 94% resin dan 6% fiberglass	19
Gambar 4. 3 94% resin dan 6% serat gambas	20
Gambar 4. 4 94% resin, 3% fiber glass dan 3% serat gambas	20
Gambar 4. 5 94% resin, 4% fiber glass, dan 2% serat gambas	21
Gambar 4. 6 94% resin, 2% fiber glass dan 4% serat gambas	21
Gambar 4. 7 Ukuran spesimen uji impak standar iso 179-1	23

ABSTRAK

Dalam industri penerbangan, material komposit yang ringan dan kuat menjadi komponen penting dalam desain pesawat, terutama pada bagian wingspan (rentang sayap) yang berfungsi untuk menghasilkan gaya angkat. Saat ini, berbagai bahan digunakan untuk pembuatan wingspan seperti aluminium, serat karbon, dan bahan komposit lainnya. Namun, harga bahan-bahan tersebut relatif mahal dan proses produksinya membutuhkan energi yang besar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pemanfaatan bahan yang lebih murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan. Buah gambas (*Luffa cylindrica*), yang dikenal di Indonesia sebagai sayuran, memiliki potensi sebagai bahan alternatif dalam pembuatan wingspan pesawat. Struktur dalam buah gambas yang berbentuk serat alami dengan densitas rendah, namun cukup kuat, menjadikannya menarik untuk diteliti lebih lanjut. Selain itu, gambas adalah tanaman yang mudah tumbuh di berbagai wilayah Indonesia, sehingga dapat dijadikan bahan baku yang berkelanjutan dan ekonomis. Dari hasil penelitian, didapatkan karakteristik mekanik dari uji tarik dan uji impak. Uji tarik yang paling tinggi adalah dengan fraksi volume 94% resin, 3% fiberglass dan 3% serat gambas yaitu sebesar 11,31 kg/mm² begitu juga dengan uji impak yang paling tinggi sama yaitu fraksi volume 94% resin, 3% fiberglass dan 3% serat gambas sebesar 0,43 J/mm². Proses pembuatan dan pengujian buah gambas kering menunjukkan bahwa material ini dapat diintegrasikan ke dalam desain wingspan pesawat. Pengujian mekanik yang dilakukan membuktikan bahwa material ini memiliki potensi alternatif penguat dalam komposit.

Kata Kunci: Gambas, Komposit, UAV, Uji Impak, Uji Tarik.

BAB I PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Dalam industri penerbangan, material komposit yang ringan dan kuat menjadi komponen penting dalam desain pesawat, terutama pada bagian wingspan (rentang sayap) yang berfungsi untuk menghasilkan gaya angkat. Saat ini, berbagai bahan digunakan untuk pembuatan wingspan seperti aluminium, serat karbon, dan bahan komposit lainnya. Namun, harga bahan-bahan tersebut relatif mahal dan proses produksinya membutuhkan energi yang besar. Oleh karena itu, diperlukan inovasi dalam pemanfaatan bahan yang lebih murah, mudah diperoleh, dan ramah lingkungan.

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah sebuah pesawat yang dapat menjalankan misi penerbangan tanpa seorang pilot di dalam pesawat atau pesawat tanpa awak (Kusuma, n.d.). Pesawat tanpa awak ini, dulu dikembangkan untuk memenuhi kebutuhan militer, namun sekarang juga banyak dikembangkan untuk memenuhi keperluan sipil. Pada era kemajuan teknologi pada masa kini banyak industri berlomba-lomba untuk mengembangkan serta meningkatkan teknologi UAV (Samudra et al., 2023). Salah satu pengembangan teknologi UAV yang dikembangkan adalah dari segi materialnya untuk memenuhi kekuatan struktur. Saat ini, dengan adanya dukungan alat-alat modern yang ada, manusia bisa mengembangkan material yang diinginkan atau yang dibutuhkan. Pada proses pembuatan pesawat UAV, pemilihan material didasarkan pada jenis material yang kuat namun memiliki bobot yang ringan (Fahmi Saleh et al., n.d.). Salah satu ciri-ciri material tersebut bisa didapatkan dengan material komposit.

Material komposit merupakan material multi fasa yang tersusun dari kombinasi dua atau lebih material dengan sifat yang berbeda kemudian menghasilkan material baru (Ramadoni et al., 2022). Komposit tersusun dari serat dan matriks, dimana serat berfungsi sebagai material penyusun, penguat atau reinforcement, sedangkan matriks berfungsi sebagai perekat serat agar tidak berubah posisi, sehingga tumpukkan serat dapat merekat dengan kuat. Pada umumnya

material komposit terdiri dari resin dan serat, yang dibentuk secara makroskopik dan menyatu secara fisika.

Buah gambas (*Luffa cylindrica*), yang dikenal di Indonesia sebagai sayuran, serat buah gambas memiliki potensi sebagai material komposit untuk alternatif dalam pembuatan wingspan pesawat. Struktur dalam buah gambas yang berbentuk serat alami dengan densitas rendah, namun cukup kuat, menjadikannya menarik untuk diteliti lebih lanjut. Selain itu, gambas adalah tanaman yang mudah tumbuh di berbagai wilayah Indonesia, sehingga dapat dijadikan bahan baku yang berkelanjutan dan ekonomis.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dari penelitian ini adalah:

- 1 Bagaimana karakteristik buah gambas kering yang akan digunakan untuk bahan wingspan pesawat?
- 2 Bagaimana proses pembuatan dan pengujian buah gambas kering untuk diintegrasikan ke dalam desain wingspan pesawat?

2.1 Tujuan Penelitian

Tujuan yang diharapkan dari penelitian ini adalah:

- 1 Mengetahui karakteristik buah gambas kering yang akan digunakan untuk bahan wingspan pesawat.
- 2 Mengetahui proses pembuatan dan pengujian buah gambas kering untuk diintegrasikan ke dalam desain wingspan pesawat.

2.1 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini antara lain: memberikan data terkait karakteristik buah gambas kering, dan proses pembuatan buah gambas untuk digunakan sebagai bahan wingspan pesawat.

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Landasan Teori

Material Komposit

Material komposit adalah gabungan dua atau lebih material yang memiliki sifat berbeda untuk menghasilkan material baru dengan karakteristik unggul dibandingkan komponen penyusunnya. Dalam industri penerbangan, komposit sering digunakan karena kemampuannya menggabungkan kekuatan tinggi dengan bobot yang ringan. Penggunaan serat alami sebagai komponen komposit telah menjadi tren untuk menggantikan serat sintetis seperti serat karbon dan serat kaca, yang mahal dan berkontribusi terhadap dampak lingkungan yang tinggi.

Serat alami memiliki keunggulan berupa kepadatan rendah, biaya rendah, dan sifat biodegradable (dapat terurai secara alami). Dalam penelitian oleh Ramesh et al. (2014), penggunaan serat alami dalam komposit telah terbukti memberikan performa mekanis yang baik, meskipun kelemahan utamanya adalah sensitivitas terhadap kelembaban. Oleh karena itu, pengolahan serat alami dengan matriks polimer diperlukan untuk meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan lingkungan.

Buah Gambas (*Luffa Cylindrica*)

Buah gambas atau luffa adalah tanaman yang dikenal dengan strukturnya yang berserat. Ketika buah gambas dikeringkan, serat-serat yang ada di dalamnya membentuk struktur yang kuat namun ringan. Potensi pemanfaatan serat gambas dalam teknologi material, terutama sebagai bahan komposit, telah diteliti dalam berbagai studi. Menurut **Arun et al. (2017)**, serat gambas memiliki kekuatan tarik yang cukup baik sehingga bisa digunakan sebagai penguat dalam matriks komposit. Selain itu, struktur sarang lebah alami dari serat gambas memberikan daya dukung yang ideal untuk aplikasi yang memerlukan material ringan namun kuat, seperti sayap pesawat (wingspan).

Aerodinamika pada Wingspan Pesawat

Wingspan pesawat memainkan peran krusial dalam menciptakan gaya angkat (lift) yang diperlukan untuk penerbangan. Gaya angkat terbentuk ketika sayap pesawat memotong aliran udara, menciptakan perbedaan tekanan antara bagian atas dan bawah sayap. Agar wingspan berfungsi optimal, material yang digunakan harus ringan untuk mengurangi beban total pesawat, tetapi juga cukup kuat untuk menahan beban aerodinamis selama penerbangan.

Menurut Anderson (2011) dalam bukunya *Introduction to Flight*, material komposit yang kuat namun ringan ideal untuk sayap pesawat karena mampu menahan gaya angkat dan beban lainnya tanpa meningkatkan massa keseluruhan pesawat. Pemanfaatan serat gembas yang memiliki kepadatan rendah diharapkan dapat memberikan keuntungan dalam hal pengurangan berat total sayap pesawat, yang akan berkontribusi pada efisiensi bahan bakar dan kinerja aerodinamis pesawat.

Pemanfaatan serat alami seperti rami, kenaf, dan bambu dalam industri penerbangan semakin populer karena pertimbangan biaya produksi dan dampak lingkungan yang lebih rendah dibandingkan dengan serat sintetis. Wambua et al. (2003) membahas potensi serat alami sebagai pengganti serat sintetis dalam aplikasi struktural, khususnya di bidang otomotif dan penerbangan. Mereka menemukan bahwa serat alami memiliki kemampuan untuk mengurangi berat material, meskipun perlu dilakukan pengolahan tambahan untuk meningkatkan ketahanan terhadap kondisi lingkungan yang ekstrim.

Serat gembas, sebagai salah satu jenis serat alami, memiliki potensi untuk dikembangkan lebih lanjut sebagai material wingspan pesawat. Romli et al. (2016) menemukan bahwa serat gembas bisa menjadi bahan struktural ringan dengan pengolahan yang tepat, terutama ketika dikombinasikan dengan resin atau polimer.

Menurut **Mohanty et al. (2005)**, proses penggabungan serat alami dengan resin atau matriks polimer dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan ketahanan material komposit secara signifikan. Dengan demikian, pemrosesan serat gembas menjadi komposit melalui teknologi resin dapat menghasilkan material yang memenuhi standar kekuatan untuk aplikasi dalam wingspan pesawat.

Uji Tarik

Uji tarik adalah salah satu metode uji mekanik yang bertujuan untuk mengetahui kekuatan material terhadap gaya tarik yang diberikan. Pengujian ini dilakukan dengan cara menarik spesimen uji hingga material tersebut mengalami deformasi atau patah. Parameter penting yang diperoleh dari uji tarik antara lain adalah tegangan tarik maksimum, modulus elastisitas, perpanjangan, dan batas luluh (yield strength).

Tahapan Uji Tarik:

- **Persiapan spesimen:** Spesimen dipersiapkan sesuai dengan standar yang berlaku, biasanya dengan bentuk batang panjang dan ukuran yang ditentukan.
- **Penerapan gaya:** Gaya tarik diberikan pada kedua ujung spesimen secara perlahan menggunakan mesin uji tarik.
- **Pencatatan data:** Data gaya dan deformasi direkam hingga spesimen putus, kemudian digunakan untuk menghitung tegangan dan regangan.

Parameter yang Diperoleh:

- **Tegangan (σ):** Gaya per satuan luas ($\sigma = F/A$).
- **Regangan (ϵ):** Perubahan panjang relatif terhadap panjang awal ($\epsilon = \Delta L/L_0$).
- **Modulus elastisitas (E):** Rasio tegangan terhadap regangan dalam daerah elastisitas material.
- **Batas Luluh:** Tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh material tanpa deformasi plastis.

Uji tarik sering digunakan untuk menentukan sifat mekanis material seperti baja, aluminium, plastik, dan material komposit. Hasil dari uji ini penting untuk desain komponen teknik agar dapat menentukan batas kekuatan yang aman saat material tersebut digunakan dalam kondisi nyata.

Uji Impak

Uji impact adalah pengujian yang dilakukan untuk menentukan kemampuan suatu material menahan beban kejut atau tumbukan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui energi yang diserap material hingga terjadi patahan, serta menentukan sifat material tersebut apakah bersifat ulet atau getas.

Ada dua metode yang umum digunakan dalam uji impact:

- **Uji Charpy:** Dalam uji ini, spesimen berbentuk balok dengan notch (lekukan) di tengahnya, dan tumbukan diberikan pada sisi yang berlawanan dari notch.
- **Uji Izod:** Spesimen juga diberi notch, namun posisinya tegak lurus dengan arah tumbukan.

Parameter yang Diperoleh:

- **Energi Impact (J):** Energi yang diserap oleh spesimen saat tumbukan terjadi, yang dihitung berdasarkan selisih energi potensial sebelum dan setelah tumbukan.
- **Modus Patahan:** Material yang ulet akan menyerap energi yang lebih besar sebelum patah, sementara material yang getas akan menyerap lebih sedikit energi sebelum patah.

Uji impact sangat berguna dalam mengukur ketahanan material terhadap kegagalan mendadak, terutama pada kondisi suhu rendah atau lingkungan yang berat.

2.2 Penelitian Terdahulu

Berikut adalah penelitian terdahulu yang sesuai dengan penelitian yang akan dilakukan:

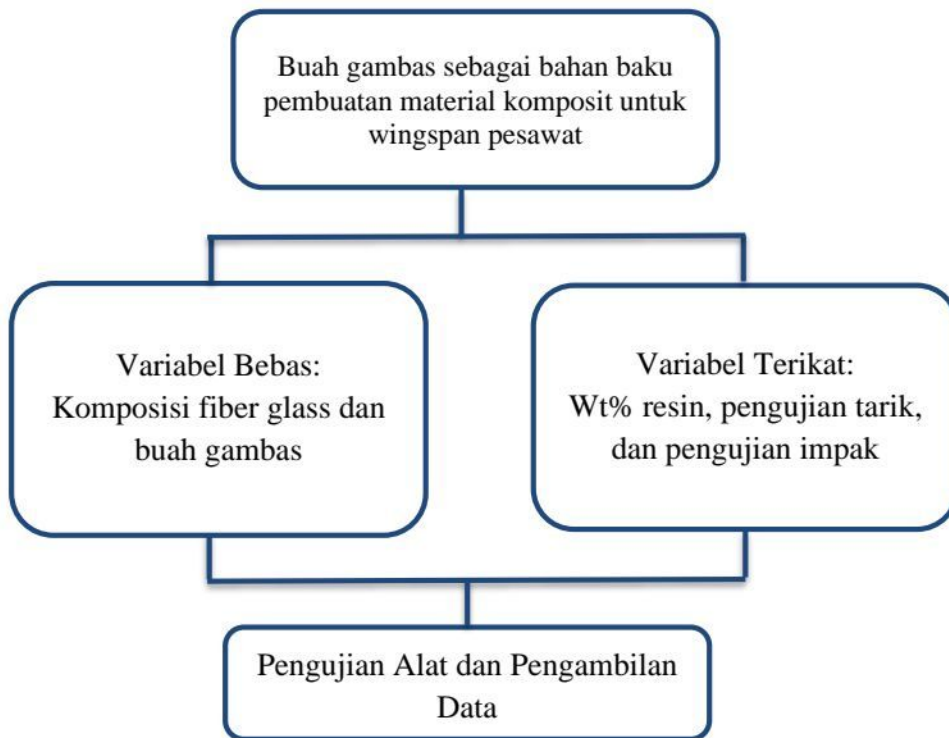
Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No	Nama dan Tahun Penelitian	Metode Penelitian	Variabel atau Instrumen	Hasil Penelitian
1.	Arun et al, 2017	Eksperimen mekanik pada komposit	Variabel bebas: komposisi serat gambas, jenis resin. Variabel terikat: kekuatan tarik dan kekuatan lentur	Serat gambas memiliki kekuatan tarik yang cukup baik dan dapat digunakan dalam komposit untuk memperkuat material; kombinasi dengan resin meningkatkan kekuatan.
2.	Ramesh et al. (2014)	Uji mekanik dan termal pada komposit serat alami	Variabel bebas: jenis serat alami (gambas, jute, kenaf), matriks polimer. Variabel terikat: kekuatan mekanis, stabilitas termal	Serat alami seperti gambas dapat meningkatkan kekuatan mekanis komposit, namun perlu pengolahan untuk ketahanan terhadap kelembaban dan suhu ekstrem.
3.	Romli et al. (2016)	Uji tarik, lentur, dan impak	Variabel bebas: komposisi serat gambas dan resin; Variabel terikat: kekuatan lentur, kekuatan tarik, ketahanan impak	Serat gambas yang diproses menjadi komposit menunjukkan ketahanan impak yang baik dan mampu menahan beban tarik; pengujian menunjukkan potensi untuk komposit struktural.
4.	Wambua et al. (2003)	Analisis komparatif serat alami dan sintetis	Variabel bebas: serat alami (gambas, rami, kenaf) dan serat sintetis; Variabel terikat: densitas, kekuatan tarik, daya serap air	Serat alami memiliki keunggulan densitas rendah dan biodegradable dibanding serat sintetis, namun perlu penanganan untuk mencegah penyerapan air yang tinggi.
5.	Suryawan et al. (2020)	Uji adhesi dan ketahanan terhadap kelembapan	Variabel bebas: jenis resin yang digunakan dalam komposit serat gambas; Variabel terikat: kekuatan adhesi, daya serap kelembapan	Komposit serat gambas memiliki daya serap air yang cukup tinggi, tetapi dengan resin tertentu dapat mengurangi daya serap dan meningkatkan kekuatan adhesi.

Sumber: Hasil penelitian sebelumnya diolah (2024)

2.2 Kerangka Konsep Penelitian

Berikut adalah kerangka konsep penelitian:



Gambar 2. 1 Kerangka konsep penelitian

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Jenis dan Pendekatan Penelitian

Penelitian ini merupakan salah satu jenis penelitian metode eksperimen, dimana variabel penelitian dan metode pengukurannya telah ditentukan. dengan tujuan untuk mengetahui cara pembuatan dan karakteristik komposit dari buah gambas. Variasi yang digunakan dalam penelitian adalah variasi komposisi berat buah gambas.

3.2 Lokasi Penelitian

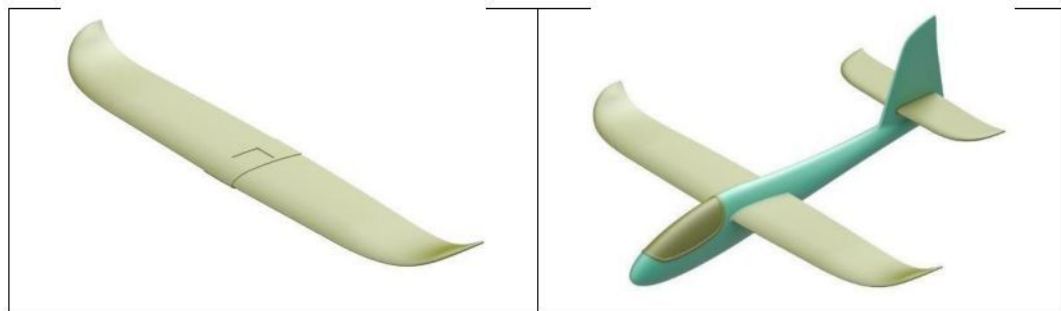
Lokasi penelitian ini akan dilakukan di laboratorium Teknik Industri Fakultas Sains dan Teknik Universitas Bojonegoro.

3.3 Alat dan Bahan Penelitian

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain:

1. Buah Gambas
2. Fiber glass
3. Resin epoxy
4. Katalis
5. NaOH
6. Aquades
7. Cetakan
8. Kaca
9. Gunting dan Cutter
10. Gelas ukur
11. Timbangan digital

3.4 Rancangan Alat



Gambar 3. 1 Desain Wingspan

Pendesainan wingspan ini menggunakan aplikasi autocad, serta melakukan proses pendesainan dengan melibatkan Langkah penting untuk menentukan ukuran dan konfigurasi sayap yang tepat yaitu:

1. Perhitungan awal

Dalam perhitungan awal ini kami menentukan lebar sayap yang sesuai dengan ketentuannya yaitu 98,5 cm. Witing area yaitu langkah menentukan luas sayap yang sesuai dengan pesawatnya, selanjutnya wing loading yaitu menentukan beban sayap yang sesuai dengan kebutuhan pesawat, dan yang terakhir aspect ratio dimana kita menentukan perbandingan antara span dengan chord sayap.

2. Analisis dan Simulasi

Menggunakan pengujian, uji tarik, uji impak, dan uji densitas untuk melakukan analisis dan simulasi pada sayap. Hal ini melibatkan perhitungan kekuatan, ketangguhan, dan kerapatan material sayap. Serta pemodelan dengan membuat model 3D dari sayap untuk memperkirakan karakteristik aliran dan gaya angkat yang dihasilkan.

3. Produksi dan Rakit

Pembuatan sayap berdasarkan desain yang sudah ditentukan dan melakukan pengujian serta pemantauan pada sayap untuk memastikan bahwa desain yang dipilih sesuai dengan kebutuhan pesawat.

4. Optimasi dan Perbaikan

Melakukan optimasi pada desain sayap berdasarkan data yang diperoleh dari analisis dan simulasi. Misalnya, menyesuaikan aspect ratio atau wing loading untuk meningkatkan kinerja pesawat. Membuat perbaikan pada desain sayap berdasarkan hasil pengujian dan pemantauan.

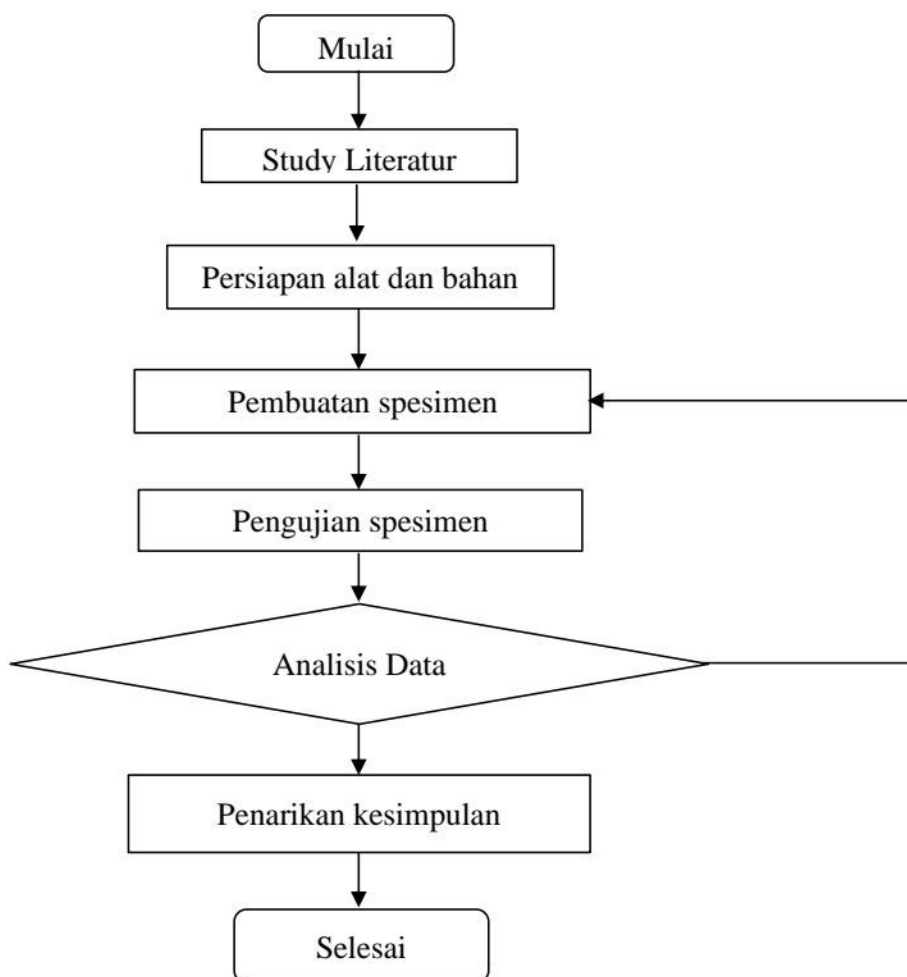
3.5 Variabel Penelitian

Variabel penelitian dalam pengambilan data penelitian ini adalah variasi komposisi serat yang akan digunakan untuk material komposit. Komposisi yang digunakan adalah sebagai berikut:

- a. 94% Resin, 6% Fiber glass
- b. 94% Resin, 6% serat gambas
- c. 94% Resin, 3% fiber glass 3% gambas
- d. 94% Resin, 4% fiber glass 2% gambas
- e. 94% Resin, 2% fiber glass 4% gambas

3.6 Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan pengerjaan seperti yang dapat dilihat pada diagram alir di bawah ini:



Gambar 3.2 Flowchart

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Penelitian

1. Perhitungan Komposisi Komposit

Perhitungan komposit ini berdasarkan perhitungan volume total cetakan. Ukuran cetakan yang digunakan adalah $16,5 \times 12 \times 0,5 \text{ cm}^3$. Dengan fraksi volume serat sebagai berikut:

1. 94% Resin, 6% Fiber glass
2. 94% Resin, 6% serat gambas
3. 94% Resin, 3% fiber glass 3% gambas
4. 94% Resin, 4% fiber glass 2% gambas
5. 94% Resin, 2% fiber glass 4% gambas

Untuk mengetahui massa jenis serat gambas dilakukan penelitian yaitu diambil serat dengan panjang 240 cm (dengan perlakuan NaOH 5%). Setelah itu serat dipotong dengan ukuran 3 cm, sehingga serat terpotong menjadi 40 potongan serat. Serat ditimbang dengan timbangan digital diperoleh berat serat 0,22 gram. Selanjutnya serat dimasukkan ke dalam gelas ukur 5 ml didapat volume serat 0,2 ml. sehingga massa jenis serat gambas sebagai berikut:

$$\text{Massa serat (m)} = 0,22$$

$$\text{Volume serat (v)} = 0,2 \text{ ml} = 0,2 \text{ cm}^3$$

$$\begin{aligned}\text{Massa jenis serat } (\rho) &= \frac{m}{v} \\ &= \frac{0,22}{0,2} \\ &= 1,1 \text{ gr/cm}^3\end{aligned}$$

Berikut adalah perhitungan yang dilakukan, menghitung volume cetakan dengan asumsi yang dipakai volume cetakan = volume komposit, sehingga perhitungannya adalah:

Volume cetakan (V_{cet}) = Volume komposit (V_{komp})

$$\text{Sehingga, } V_{komp} = 16,5 \times 12 \times 0,5 \text{ cm}^3$$

$$= 99 \text{ cm}^3 = 99 \text{ ml}$$

Untuk perhitungan fraksi volume serat sebagai berikut:

1. 94% Resin, 6% Fiber glass

a. Menghitung volume serat:

$$\text{Volume serat (} V_s \text{)} = 6\% \times V_{komp}$$

$$= \frac{6}{100} \times 99 \text{ cm}^3$$

$$= 5,94 \text{ cm}^3 = 5,94 \text{ ml}$$

b. Massa serat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan volume serat

$$\rho = \frac{m}{v}, \text{ dengan massa jenis fiber glass} = 2,54 \text{ gr/ cm}^3$$

Sehingga massa serat (m_s) :

$$m_s = \rho \times V_s$$

$$= 2,54 \text{ gr/ cm}^3 \times 5,94 \text{ cm}^3$$

$$= 15,08 \text{ gr}$$

c. Menghitung volume resin:

$$\text{Volume matrik (} V_m \text{)} = 94\% \times V_{komp}$$

$$= \frac{94}{100} \times 99 \text{ cm}^3$$

$$= 93,06 \text{ cm}^3 = 93,06 \text{ ml}$$

2. 94% Resin, 6% serat gambas

a. Menghitung volume serat:

$$\text{Volume serat (} V_s \text{)} = 6\% \times V_{komp}$$

$$= \frac{6}{100} \times 99 \text{ cm}^3$$

$$= 5,94 \text{ cm}^3 = 5,94 \text{ ml}$$

- b. Massa serat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan volume serat

$$\rho = \frac{m}{v}, \text{ dengan massa jenis serat gambas} = 1,1 \text{ gr/ cm}^3$$

Sehingga massa serat (ms) :

$$\begin{aligned} ms &= \rho \times Vs \\ &= 1,1 \text{ gr/ cm}^3 \times 5,94 \text{ cm}^3 \\ &= 6,53 \text{ gr} \end{aligned}$$

- c. Menghitung volume resin:

$$\begin{aligned} \text{Volume matrik (Vm)} &= 94\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{94}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 93,06 \text{ cm}^3 = 93,06 \text{ ml} \end{aligned}$$

3. 94% Resin, 3% fiber glass 3% gambas

- a. Menghitung volume serat gambas dan *fiber glass*

$$\begin{aligned} \text{Volume fiber glass (Vs)} &= 3\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{3}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 2,97 \text{ cm}^3 = 2,97 \text{ ml} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Volume serat gambas (Vs)} &= 3\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{3}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 2,97 \text{ cm}^3 = 2,97 \text{ ml} \end{aligned}$$

- b. Massa serat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan volume serat

$$\begin{aligned} \text{Massa fiber glass, } m_s &= \rho \times Vs \\ &= 2,54 \text{ gr/ cm}^3 \times 2,97 \text{ cm}^3 \\ &= 7,54 \text{ gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Massa gambas, } m_s &= \rho \times Vs \\ &= 1,1 \text{ gr/ cm}^3 \times 2,97 \text{ cm}^3 \\ &= 3,27 \text{ gr} \end{aligned}$$

- c. Menghitung volume resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume matrik (Vm)} &= 94\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{94}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 93,06 \text{ cm}^3 = 93,06 \text{ ml}\end{aligned}$$

4. 94% Resin, 4% fiber glass 2% gambas

- a. Menghitung volume serat:

$$\begin{aligned}\text{Volume fiber glass (Vs)} &= 4\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{4}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 3,96 \text{ cm}^3 = 3,96 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume serat gambas (Vs)} &= 2\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{2}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 1,98 \text{ cm}^3 = 1,98 \text{ ml}\end{aligned}$$

- b. Massa serat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan volume serat

$$\begin{aligned}\text{Massa fiber glass, ms} &= \rho \times V_s \\ &= 2,54 \text{ gr/cm}^3 \times 3,96 \text{ cm}^3 \\ &= 10,06 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa gambas, ms} &= \rho \times V_s \\ &= 1,1 \text{ gr/cm}^3 \times 1,98 \text{ cm}^3 \\ &= 2,18 \text{ gr}\end{aligned}$$

- c. Menghitung volume resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume matrik (Vm)} &= 94\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{94}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 93,06 \text{ cm}^3 = 93,06 \text{ ml}\end{aligned}$$

5. 94% Resin, 2% fiber glass 4% gambas

a. Menghitung volume serat:

$$\begin{aligned}\text{Volume fiber glass (Vs)} &= 2\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{2}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 1,99 \text{ cm}^3 = 1,98 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Volume serat gambas (Vs)} &= 4\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{4}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 3,96 \text{ cm}^3 = 3,96 \text{ ml}\end{aligned}$$

b. Massa serat dapat dihitung dengan menggunakan perhitungan volume serat

$$\begin{aligned}\text{Massa fiber glass, ms} &= \rho \times V_s \\ &= 2,54 \text{ gr/cm}^3 \times 1,98 \text{ cm}^3 \\ &= 5,03 \text{ gr}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Massa gambas, ms} &= \rho \times V_s \\ &= 1,1 \text{ gr/cm}^3 \times 3,96 \text{ cm}^3 \\ &= 4,36 \text{ gr}\end{aligned}$$

c. Menghitung volume resin:

$$\begin{aligned}\text{Volume matrik (Vm)} &= 94\% \times V_{\text{komp}} \\ &= \frac{94}{100} \times 99 \text{ cm}^3 \\ &= 93,06 \text{ cm}^3 = 93,06 \text{ ml}\end{aligned}$$

2. Perhitungan Modulus Elastis (E)

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon}$$

$$\sigma = \text{Kekuatan tarik (Mpa)}$$

$$\epsilon = \text{Regangan (\%)}$$

1. Modulus Elastisitas rata-rata matrik tanpa serat

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{28,19 \text{ MPa}}{34,66 \%} \\ &= 81,33 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

2. Modulus Elastisitas rata-rata komposit fraksi volume 94% resin dan 6% fiber glass:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{28,70 \text{ MPa}}{6,61 \%} \\ &= 434,19 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Modulus Elastisitas rata-rata komposit fraksi volume 94% resin dan 6% serat gembas:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{11,08 \text{ MPa}}{5,18 \%} \\ &= 213,90 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

4. Modulus Elastisitas rata-rata komposit fraksi volume 94% resin, 3% fiber glass dan 3% serat gambas:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{14,90 \text{ MPa}}{4,84 \%} \\ &= 307,85 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

5. Modulus Elastisitas rata-rata komposit fraksi volume 94% resin, 2% fiber glass dan 4% serat gambas:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{13,87 \text{ MPa}}{7,96 \%} \\ &= 174,25 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

6. Modulus Elastisitas rata-rata komposit fraksi volume 94% resin, 4% fiber glass dan 2% serat gambas:

$$\begin{aligned} E &= \frac{\sigma}{\epsilon} \\ &= \frac{16,38 \text{ MPa}}{4,53 \%} \\ &= 361,59 \text{ Mpa} \end{aligned}$$

3. Proses Pencetakan

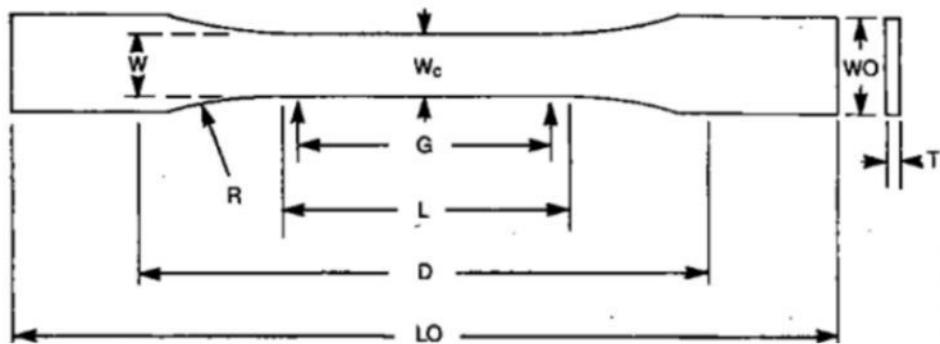
Berikut adalah proses pembuatan spesimen:

- a). Persiapkan alat cetakan kaca dengan volume ukuran 16,5 c 12 x 0,5 cm³.
- b). Selanjutnya pada permukaan cetakan pada pembuatan spesimen diberi cairan kit terlebih dahulu dengan menggunakan kuas untuk memudahkan pengambilan spesimen dari cetakan. Setelah itu dilapisi alumunium foil, fungsinya sama yaitu untuk mempermudah pengambilan spesimen ketika spesimen sudah kering.
- c). Setelah itu menyampur resin, serat dan katalis, sesuai dengan ukuran fraksi volume yang telah ditentukan. Selanjutnya ditung kedalam cetakan kaca.
- d). Sesudah dituang kedalam cetakan selanjutnya ditutup dengan alumunium foil yang sudah dioles dengan Kit. Setelah itu ditutup dengan cetakan kaca yang sudah dibuat.
- e). Setelah itu setakan dikeringkan di dalam ruangan kurang lebih 12 jam, sampai cetakan mengeras dan kering. Selanjutnya cetakan diambil secara pelan-pelan agar kaca tidak pecah.
- f). Selanjutnya dari hasil cetakan yang telah dibuat, dibuatkan pola sesuai dengan standar ukuran ASTM D 638 M-84.
- g). Setelah pola digambar, lalu dipotong menggunakan gerinda tangan. Pembuatan spesimen untuk setiap fraksi volume dibuat tigas. Selanjutnya dihaluskan menggunakan amplas dan agar sesuai ukuran, diukur dengan jangka sorong.

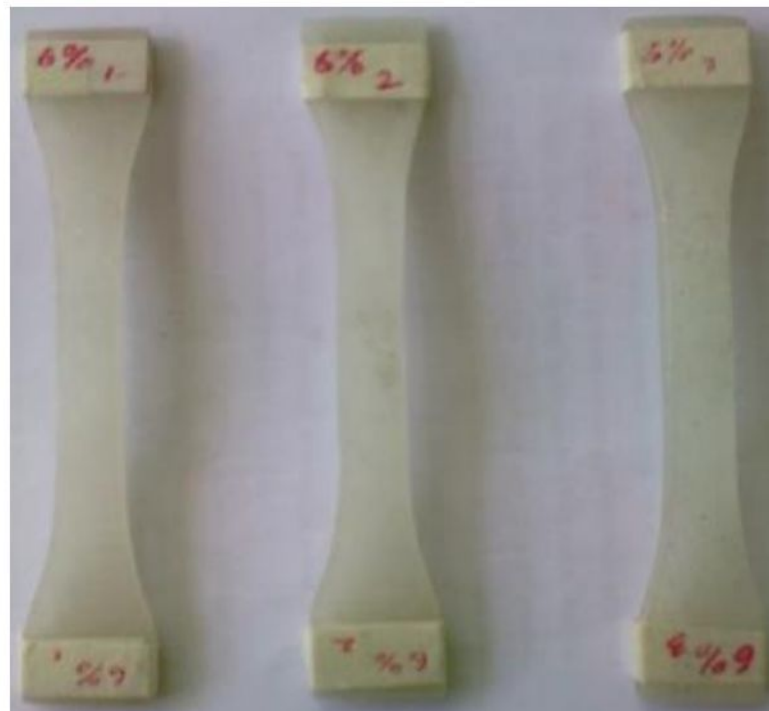
4.2 Pembahasan

1. Pengujian Tarik

Pengujian tarik merupakan jenis pengujian merusak. Pengujian ini untuk mengetahui modulus elastis, kekuatan tarik, tegangan tarik, dan tegangan transisi dari suatu material.. Pengujian tarik dalam penelitian ini menggunakan standart ASTM D638.



Gambar 4. 1 Spesimen Uji Tarik



Gambar 4. 2 94% resin dan 6% fiberglass



Gambar 4. 3 94% resin dan 6% serat gambas



Gambar 4. 4 94% resin, 3% fiber glass dan 3% serat gambas



Gambar 4. 5 94% resin, 4% fiber glass, dan 2% serat gambas



Gambar 4. 6 94% resin, 2% fiber glass dan 4% serat gambas

Dari hasil pengujian tarik didapatkan sifat mekanik yaitu kekuatan tarik. Telah dilakukan pengujian tarik terhadap spesimen sebanyak 3 kali di setiap variasi fraksi volume yang telah ditentukan. Data yang dihasilkan dari pengujian tarik dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 4. 1 Hasil Uji Tarik

No	Fraksi Volume			Spesimen	Kekuatan Tarik (kg/mm ²)	Rata-rata
	Resin	Fiber glass	Serat gambas			
1	94%	6%	0	1	10,98	10,89
				2	10,87	
				3	10,83	
2	94%	0	6%	1	10,15	10,19
				2	10,20	
				3	10,23	
3	94%	3%	3%	1	11,34	11,31
				2	11,28	
				3	11,31	
4	94%	4%	2%	1	10,76	10,76
				2	10,78	
				3	10,75	
5	94%	2%	4%	1	10,44	10,42
				2	10,42	
				3	10,39	

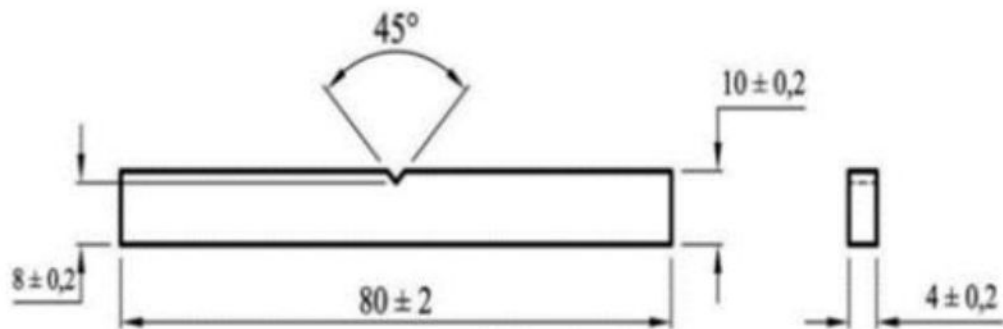
Dari hasil uji tarik pada tabel 4.1 dapat diketahui bahwa hasil variasi masing-masing spesimen uji memiliki hasil yang berbeda. Pada tiap fraksi volume dilakukan pengujian sebanyak 3 sampel kemudian hasilnya akan dirata-rata. Kekuatan tarik rata-rata tertinggi didapatkan dengan fraksi volume 94% resin, 3% fiber glass dan 3% serat gambas yaitu sebesar 11,31 kg/mm², Sedangkan kekuatan tarik terendah yaitu pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat gambas yaitu sebesar 10,19 kg/mm².

Nilai kekuatan tarik yang berbeda dipengaruhi dari jenis fraksi volume. Semakin baik kemampuan serat dan matrik untuk saling mengikat tentu kekuatan komposit akan meningkat. Kemampuan mengikat antar serat dan matrik ini dipengaruhi oleh kekuatan dan panjang serat. Semakin panjang serat semakin baik kemampuan komposit, dan semakin merata penyebaran serat maka semakin baik juga kemampuan komposit.

2. Pengujian Impact

Pengujian impact merupakan proses pengujian spesimen dengan cara memberikan benturan dengan energi tertentu untuk mendapatkan data kekuatan benturan bahan yang diuji. Metode yang digunakan charpy. Pada

pengujian impak yang menggunakan metode charpy spesimen uji akan diletakan mendatar atau horizontal kemudian kedua ujung spesimen diletakan pada suatu landasan. Letak takikan harus berada tepat ditengah dan arah pemukulan dari belakang takikan. Kemudian pendulum akan di ayunkan dari ketinggian tertentu dan dilepaskan sehingga akan memukul spesimen dari belakang takik. Pada penelitian ini spesimen pengujian impak komposit serat gamba dibuat sesuai ketentuan standar uji ISO 179-1 dan pengujian ini menggunakan alat uji impak bertipe GOTECH model GT-7045.



Gambar 4. 7 Ukuran spesimen uji impak standar iso 179-1

Persamaan yang digunakan untuk perhitungan energi diserap material dapat dilihat pada persamaan energi potensial berikut ini.

Harga impak atau kekuatan impak dapat dicari dengan menggunakan rumus :

Dimana :

HI = Kekuatan Impak (J/mm^2)

E = Usaha atau energi pendulum untuk mematahkan spesimen (J)

A = Luas penampang spesimen (mm^2)

Uji impak yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan mesin uji impak charpy, kemudian data yang didapatkan disajikan dalam bentuk tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Kekuatan Impak Hasil Pengujian (J/mm^2)

No	Fraksi Volume			Spesimen	Kekuatan Impak (J/mm^2)	Rata-rata
	Resin	Fiber glass	Serat gambas			
1	94%	6%	0	1	0,38	0,38
				2	0,40	
				3	0,37	
2	94%	0	6%	1	0,25	0,27
				2	0,29	
				3	0,28	
3	94%	3%	3%	1	0,45	0,43
				2	0,43	
				3	0,41	
4	94%	4%	2%	1	0,30	0,32
				2	0,32	
				3	0,36	
5	94%	2%	4%	1	0,32	0,31
				2	0,31	
				3	0,30	

Pada tabel 4.2 dapat diperoleh hasil pengujian impak bahwa masing-masing variasi memiliki hasil yang berbeda. Kekuatan impak tertinggi terdapat pada jenis fraksi volume 94% resin, 3% fiber glass dan 3% serat gambas yaitu sebesar $0,43 \text{ J/mm}^2$, sedangkan kekuatan impak terendah diperoleh pada fraksi volume 94% resin dan 6% serat gambas yaitu sebesar $0,27 \text{ J/mm}^2$.

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari penelitian ini antara lain:

1. Dari hasil penelitian, didapatkan karakteristik mekanik dari uji tarik dan uji impak. Uji tarik yang paling tinggi adalah dengan fraksi volume 94% resin, 3% fiberglass dan 3% serat gambas yaitu sebesar $11,31 \text{ kg/mm}^2$ begitu juga dengan uji impak yang paling tinggi sama yaitu fraksi volume 94% resin, 3% fiberglass dan 3% serat gambas sebesar $0,43 \text{ J/mm}^2$.
2. Proses pembuatan dan pengujian buah gambas kering menunjukkan bahwa material ini dapat diintegrasikan ke dalam desain wingspan pesawat. Pengujian mekanik yang dilakukan membuktikan bahwa material ini memiliki potensi alternatif penguat dalam komposit.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian ini antara lain:

1. Perlu adanya pengujian lebih lanjut terhadap ketahanan terhadap lingkungan ekstrem.
2. Studi lanjutan diperlukan untuk meningkatkan kualitas adhesi antara serat gambas dan resin.
3. Pengujian aerodinamika pada UAV perlu dilakukan untuk menilai performa secara langsung.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, J. D. (2011). *Introduction to Flight*. McGraw-Hill.
- Arun, S., Midhun, D., & Jomon, P. (2017). "Mechanical properties of Luffa cylindrica fiber reinforced composite." *Materials Today: Proceedings*, 453-459.
- ASM International. (1990). *Tensile Testing*. ASM International.
- ASTM E8/E8M-16a. (2016). *Standard Test Methods for Tension Testing of Metallic Materials*.
- ASTM E23-18. (2018). *Standard Test Methods for Notched Bar Impact Testing of Metallic Materials*.
- Budinski, K.G., & Budinski, M.K. (2008). *Engineering Materials: Properties and Selection* (9th ed.). Pearson Education.
- Callister, W.D. (2007). *Materials Science and Engineering: An Introduction* (7th ed.). John Wiley & Sons.
- Davis, J.R. (Ed.). (1997). *Tensile Testing*. ASM International.
- Dieter, G.E. (1986). *Mechanical Metallurgy* (3rd ed.). McGraw-Hill.
- ISO 6892-1:2009. *Metallic materials — Tensile testing — Part 1: Method of test at room temperature*.
- Meyers, M.A., & Chawla, K.K. (2008). *Mechanical Behavior of Materials*. Cambridge University Press.
- Mohanty, A. K., Misra, M., & Drzal, L. T. (2005). *Natural Fibers, Biopolymers, and Biocomposites*. CRC Press.
- Ramesh, M., Palanikumar, K., & Hemachandra Reddy, K. (2014). "Plant fibre-based bio-composites: Sustainable and renewable green materials." *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 79-93.
- Romli, A. Z., Sapuan, S. M., Ahmad, M. M. H. M., Khalina, A., & Leman, Z. (2016). "Physical properties of woven hybrid yarn kenaf/PET fibre composites." *Journal of Materials Research and Technology*, 123-128.
- Wambua, P., Ivens, J., & Verpoest, I. (2003). "Natural fibres: can they replace glass in fibre reinforced plastics?" *Composites Science and Technology*, 63(9), 1259-1264.