



Manufaktur Dan Pemasangan Komponen Avionik Pada UAV *Skywalker* 1900 Dengan Material Komposit Berpenguat Fiber Carbon

Ferry Setiawan¹, Chandra Febriyanto², Elang Wira Samudra³, Dhimas Wichaksono⁴, Muhammad Zulfikar Ramdhan⁵, Dede Satria Maulana⁶

^{1,2,3,4,5}Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan, Yogyakarta

⁶PT. Inovasi Solusi Transportasi Indonesia (Frogs Indonesia), Yogyakarta
email : ferry.setiawan@sttkd.ac.id

Received:16 Januari 2023; Received in revised form:27 September 2023; Accepted:20 Oktober 2023

Abstract

This research is a collaboration between STTKD Yogyakarta and Frogs Indonesia, a startup that manufactures flying vehicles, with the aim of making the UAV Skywalker 1900 flying vehicle with Carbon Fiber reinforced composite materials to produce a structure that is stronger than the material commonly used, namely Styrofoam. The initial stage of making the UAV was to work on the Skywalker 1900 UAV design drawings and printed them with 3D printing using PLA Filament, the 3D printing results were then molded using Epoxy resin. From the resulting molding, the structure of the aircraft parts will be made with fiber glass reinforced composite materials using the Vacuum Bagging method. After the structure of the aircraft parts is completed, the electrical and avionics components are installed. The flight test results of the Skywalker 1900 UAV aircraft have a speed of around 15 m/s to 20 m/s, the weakness of this aircraft design is that it is still difficult to control, from the existing analysis this is caused by the aerofoil on the horizontal stabilizer causing lift in the tail of the aircraft of 1 newtons.

Keywords: UAV, composite, carbon fiber, 3D printing, vacuum bagging.

Abstrak

Penelitian ini adalah kolaborasi antara STTKD Yogyakarta dengan Frogs Indonesia salah satu startup pembuatan wahana terbang, dengan tujuan membuat wahana terbang UAV Skywalker 1900 dengan material komposit berpenguat Fiber Karbon sehingga menghasilkan struktur yang lebih kuat dari material yang biasa di gunakan yaitu *styrofoam*. Tahap awal pembuatan UAV adalah dengan melakukan gambar desain UAV *Skywalker* 1900 dan di cetak dengan 3D printing menggunakan Filamen PLA, hasil cetakan 3D printing kemudian di buat molding menggunakan resin Epoxy. Dari molding yang di dihasilkan akan di buat struktur part wahana terbang dengan material komposit berpenguat fiber glass dengan metode *vacuum bagging*, setelah struktur part pesawat selesai di buat maka di lakukan pemasangan komponen electrical dan avionik. Hasil uji terbang dari pesawat UAV *skywalker* 1900 ini mempunyai kecepatan sekitar 20 m/s, kelemahan dari desain pesawat ini adalah masih sulit di kendalikan, dari analisis yang ada hal ini di sebabkan karena adanya *aerofoil* pada *horizontal stabilizer* sehingga menyebabkan gaya angkat di ekor pesawat sebesar 1 Newton.

Kata kunci: UAV, komposit, serat karbon, 3D printing, vacuum bagging.

1. PENDAHULUAN

Pemanfaatan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah berkembang pesat. UAV, sering dikenal sebagai drone, adalah pesawat tanpa pilot yang dapat dioperasikan dari jarak jauh dari sistem komputer atau kendaraan lain di darat, di laut, atau bahkan di udara. Drone dapat digunakan untuk pemetaan, antara lain. Teknologi drone sangat membantu pemetaan wilayah di Indonesia, negara kepulauan[1].

Komposit adalah bahan yang dibuat dari dua atau lebih komponen, dan setiap komposit memiliki karakteristik mekanis yang unik berdasarkan bahan yang digunakan untuk membuatnya. Tergantung pada

jenis bahan pengikat dan jenis bahan penguat komposit, karakteristik kekuatan mekanik komposit dapat berubah. Ada banyak jenis bahan serat yang digunakan sebagai penguat dalam komposit yang diperkuat serat (bahan penguat)[2]. Serat karbon digunakan dalam *fuselage UAV* untuk mengurangi bobot dengan tetap menjaga kekuatan material. Bahan dengan setidaknya 90% karbon berat dikenal sebagai serat karbon. Serat grafit yang memiliki kandungan karbon di atas 95% merupakan jenis serat karbon yang paling sering digunakan. Aplikasi yang membutuhkan kekuatan, kekakuan, bobot ringan, dan ketahanan lelah cocok untuk serat karbon [3].

Teknologi yang sedang berkembang pada era saat ini yaitu 3D printing dengan mesin pembuat produk dengan metode percetakan tiga dimensi yang memiliki sistem kerja merubah input berupa data dan menghasilkan output berbentuk tiga dimensi. Salah satu material yang paling umum digunakan pada proses 3D printing adalah *poly-lactic acid (PLA)* Dalam proses pembuatan produk bisa lebih sempurna karena dengan mesin tersebut dapat menghasilkan detail dan cepat[4]

Beberapa metode, termasuk *vacuum bagging*, *spray up*, *hand layup*, *pressure bagging*, *infusion*, *continuous pultrusion*, dan *injection moulding*, digunakan untuk membuat bahan komposit. Teknik ini menggunakan *vacuum infusion* dan *vacuum bagging* untuk membuat komposit, yang merupakan proses yang cukup sederhana. Pembuatan material komposit menggunakan *vacuum infusion* melibatkan penekanan laminasi matriks, serat, dan lapisan lainnya ke cetakan sambil menggunakan kantong kedap udara, menyebabkan lapisan-lapisan tersebut bergabung menjadi material komposit [5]. *Vacuum bagging* adalah salah satu yang paling sering digunakan, selain dari metode *hand lay-up*. Metode ini merupakan peningkatan dari metode *hand lay-up* manual yang tidak hanya melibatkan laminasi tetapi juga langkah *vacuum* untuk menghilangkan resin ekstra dan udara yang terperangkap dari laminasi[6].

Dalam beberapa tahun terakhir, pemanfaatan teknologi *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* telah berkembang pesat. UAV, sering dikenal sebagai drone, adalah pesawat tanpa pilot yang dapat dioperasikan dari jarak jauh dari sistem komputer atau kendaraan lain di darat, di laut, atau bahkan di udara. Drone dapat digunakan untuk pemetaan, antara lain. Teknologi drone sangat membantu pemetaan wilayah di Indonesia, negara kepulauan[1]. Material yang banyak di gunakan dalam pembuatan wahana terbang UAV saat ini adalah material komposit dengan *matrix polimer*, Komposit jenis ini adalah komposit yang banyak digunakan karena kemudahan dalam membuatnya. Komposit jenis ini memiliki matriks berupa *plastic polimer*. Contohnya adalah *thermoset epoxy*, *polyester* dan dapat dikombinasikan dengan serat [2].

Penelitian sebelumnya yang berjudul Analisa kekuatan struktur dan pembuatan *fuselage UAV* dengan Metode *Vacuum Bagging*. Hasil penelitian didapatkan tegangan uji tarik terbesar pada komposit 3 layer yaitu 199 N/mm² dan Tegangan uji tarik terbesar pada sambungan terdapat pada 3 layer yaitu 37,49 N/mm². Struktur *fuselage* dinyatakan aman karena hasil simulasi (tegangan simulasi) lebih kecil dari hasil pengujian tarik (tegangan uji tarik). Sedangkan dalam pembuatan *fuselage* diperlukan komposit dengan volume 414,4 cm³ dan berat 583,44 gramPrakoso. A & Amarullah. F (2020). Kemudian pada penelitian yang berjudul Pengaruh orientasi arah serat terhadap kekuatan tarik dan kekuatan bending komposit berpenguat serat karbon dengan matrik epoxy. Hasil kekuatan bending tertinggi yaitu pada arah orientasi serat sudut 0° dengan kekuatan bending rata-rata sebesar 602,08 MPa, komposit yang memiliki nilai kekuatan tarik terendah yaitu pada arah orientasi serat sudut 90° dengan kekuatan bending rata-rata sebesar 79,22 Mpa[7]

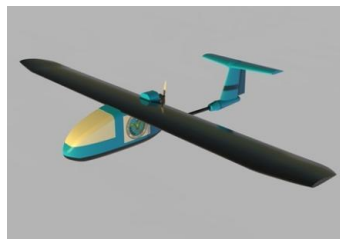
Selanjutnya penelitian yang berjudul Proses manufaktur pesawat tanpa awak (uav) jenis *fixed wingd* engan menggunakan material *styrofoam* dan material komposit *fiber cloth*. Hasil analisa pengujian pesawat tanpa awak dengan menggunakan material *styrofoam* dan komposit terdapat perbedaan flighttime dan kesetabilan, hasil dari analisa pengujian flighttime terdapat perbedaan voltase dimana pada material *styrofoam* dengan beban 1200 gram mendapatkan 0,28 volt dan pada material komposit dengan beban 1500 gram adalah 0,40 volt. Hasil analisa Pengujian kestabilan menggunakan material *styrofoam* dengan beban 1200 gram mendapatkan minimum *pitch axis* rata-rata sebesar -0,13 dan pada material komposit dengan beban 1500 gram mendapatkan minimum *pitch axis* rata-rata sebesar 0.63A[8].

Manufacturing additive atau 3D printing merupakan teknologi modern pembuatan struktur material yang mulai dikembangkan, mesin cetak ini membuat suatu produk dengan hasil dan data yang berupa bentuk tiga dimensi berbasis FFF (*fused filament fabrication*). Keunggulannya sebagai mesin cetak yaitu dapat menghasilkan produk yang dirancang secara kompleks dan lebih detail. Proses kerjanya dengan cara menambahkan material yang telah difabrikasi secara berlapis. Aspek penting yang harus diperhatikan pada saat proses mencetak yaitu, orientasi pembuatan, diameter nozzle, kecepatan

pencetakan, ketebalan lapisan dan suhu meja. *Vacuum bagging* adalah proses pembuatan komposit dengan menggunakan penekanan dari atmosfer untuk menekan lapisan yang digunakan. Lapisan tersebut diisolasi didalam plastik kedap udara, untuk selanjutnya dilakukan proses *vacuum* agar menurunkan tekanan didalam plastik sehingga tekanan atmosfer akan mendorong atau menekan lapisan komposit yang dibuat. Perbedaan tekanan yang terjadi antara luar dan dalam plastik berkisar 6-12.5 Psi. Perbedaan tekanan tersebut yang membuat lapisan komposit didalam plastik dapat tertekan secara merata, karena didorong oleh tekanan atmosfer [9].

2. METODE PENELITIAN

Fokus dari penelitian ini adalah menghasilkan rancangan awal dari sebuah Pesawat Terbang Tanpa Awak dengan model *Skywalker* 1900 dengan material komposit berpenguat serat fiber glass. Pesawat ini nantinya akan memenuhi misi terbang khusus yakni aktifitas pemantauan (*surveillance*) sehingga di lengkapi dengan kamera untuk mendukung misi terbang tersebut. Penelitian ini di mulai dengan melakukan gambar desain, mencetak gambar menggunakan 3D printing merk Eder 5 pro, membuat master molding, mencetak part dengan metode *vacuum bagging*, Integrasi komponen elektronik dan avionic, dan melakukan uji terbang. Gambar visualisasi 3 dimensi pesawatU AV yang akan di buat dapat di lihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Visualisai 3 Dimensi UAV *Skywalker* 1900

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Metode pembuatan fuselage UAV

Dalam pembuatan *fuselage* UAV terdapat beberapa tahap mulai dari proses pencetakan 3D printing dari hasil desain, *assembly* atau penyatuan part-part dari 3D printing yang telah dicetak, pembuatan master molding, pencetakan material body dengan metode *vacuum bagging*. Secara spesifik tahap-tahap nya yaitu:

1. Pencetakan 3D printing

Dalam pembuatan UAV *skywalker* ini diawali dengan 3D printing. Setelah hasil 3D print selesai maka akan dilanjutkan dengan proses amplas kasar dan halus pada part 3D printing hingga permukaan bagian luar part tersebut sampai tidak ada permukaan yang tajam.



Gambar 1. Hasil Pencetakan Part Dengan 3D Printing

2. Assembly atau penyatuan part-part dari 3D printing yang telah dicetak

Part yang sudah dilakukan amplas akan digabungkan dengan cara diberi lem untuk membentuk bagian body sesuai dengan bentuk yang sudah ada. Hasil *assembly part* dari hasil 3D printing dapat di lihat pada Gambar 3.



Gambar 2. Hasil Penggabungan Part

3. Pembuatan master molding

Proses berikutnya adalah pembuatan molding, body hasil 3D print akan dilakukan proses epoxy filter untuk melapisi permukaan dan menutupi pori-pori hasil pendempulan lalu di clear (pelindung cat). Setelah itu body hasil 3D print akan dibuat master molding dengan melapisi seluruh bagian. Pembuatan cetakan body wahana terbang menggunakan powder, Aerosil, dan Hardner. Master molding yang telah dibuat sebelumnya digunakan ukurannya sebagai patokan untuk membentuk cetakan. Master cetakan akan dibuat menjadi 2 bagian yaitu atas dan bawah dikerjakan dengan cara yang sama menggunakan resin PA serta hardner kemudian diberi warna berbeda yaitu merah muda dan biru tua. Hasil cetakan seperti pada Gambar 4.



Gambar 3. Proses Pembuatan Master Molding

4. Percetakan material body dengan metode vacuum bag

Setelah proses pembuatan cetakan telah selesai, cetakan kembali diolesi miracle gloss agar pada saat proses percetakan tidak ada resin yang lengket dan menempel pada cetakan. Pada proses ini cetakan yang sudah diberi miracle gloss akan dilapisi dengan serat karbon yang dipotong menyesuaikan ukuran cetakan dan dioleskan resin secara manual pada carbon di semua sisinya lalu di semprotkan *scotch spray* pada cetakan yang berfungsi sebagai perekat antaran serat carbon dan cetakan, lalu ditambahkan lagi potongan serat carbon untuk lapis kedua. Pada bagian atas serat carbon lapisan kedua kembali dioleskan resin secara manual lalu setelah itu diberi peelply serta dilapisi lagi dengan *breder cloth* dan dilapisi plastik *bagging*, pada lapisan terakhir seluruh bagian permukaan cetakan sudah ditutupi dengan plastic dan pada bagian sisinya ditambahkan lem dodol bertujuan agar tidak ada udara yang masuk saat proses *vacuum*.



Gambar 4. Hasil Material Komposit Dengan Metode *Vacuum Bagging*

Dari part pesawat yang di buat dengan metode *vacuum bagging*, selanjutnya akan di lakukan *assembly* atau penggabungan hasil penggabungan komponen atau part dapat di lihat pada Gambar 6.



Gambar 5. Hasil *Assembly Part* Part Yang Sudah Dicitak Dengan Metode *Vacuum Bagging*

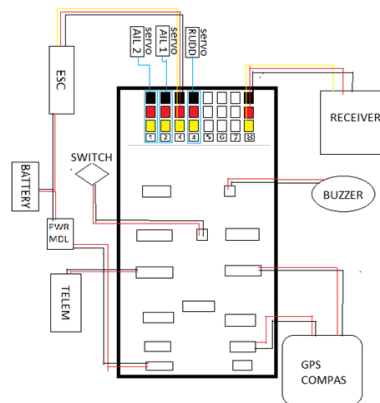
Dari hasil *assembly part* maka di lakukan *finishing* pesawat UAV *skywalker* 1900, gambar struktur pesawat UAV dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 6. Hasil *Finishing Assembly Part* UAV *Skywalker* 1900

3.2. Metode pemasangan komponen avionik dan flight control

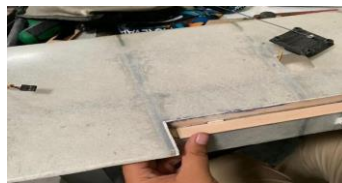
Komponen elektrikal dan avionik akan di pasang pada struktur part pesawat yang sudah di buat, wiring diagram dapat di lihat pada Gambar 8.



Gambar 7. *Wiring Diagram*

1. *Aileron*

Merupakan sumbu gerak *skywalker* yang mengatur pergerakan roll ke kiri dan ke dan pada wiring diagram pada pemasangan komponen avionik aileron sayap kiri dan kanan aileron di tempelkan pada dudukan *servo* yang terbuat dari 3D *printing aileron* dibuat untuk bisa bergerak ke atas dan ke bawah dengan menggunakan engsel yang di rekatkan menggunakan resin PA, sedangkan untuk penggeraknya menggunakan jenis *servo* MD 8 yang diatur oleh hasil proses output dari *pixhawk*, *servo* dihubungkan dengan kabel panjang dibawah sayap kemudian untuk dapat menggerakkan *aileron*, *servo* dihubungkan dengan kawat sebagai penggerak yang dihubungkan ke *aileron*.



Gambar 8. *Surface Control* pada *Aileron*

2. *Rudder*

Merupakan sumbu penggerak pada pesawat *skywalker* yang berfungsi menggerakkan *skywalker* dengan arah gerak *yaw* baik ke sebelah kiri dan kanan pada, sistem penggerak *rudder* berkonsep sama seperti penggerak *aileron* yaitu *rudder* dihubungkan dengan engsel yang direkatkan menggunakan resin PA agar *rudder* bisa bergerak ke kiri dan ke kanan, dan untuk penggeraknya juga dihubungkan oleh *servo* yang di rekatkan pada *rudder* dengan *output* penggerak langsung dari *pixhawk*, kabel terhubung dari *pixhawk* melalui *tail boom* pada *skywalker* yang langsung menuju *tail* kemudian menyambung ke *rudder*, sistem penggerak *servo rudder* juga menggunakan perantara kawat agar bisa menggerakkan *rudder* sesuai *output* dari *flight control Pixhawk*.

Gambar 9. *Surface Control* Pada Rudder

3. Elevator

Merupakan salah satu komponen yang biasanya terdapat di ekor pesawat UAV *Skywalker*. *Elevator* biasanya berwujud sirip *horizontal* yang memiliki fungsi kontrol mengarahkan badan pesawat *pitch up* atau *pitch down* dan yang bagian ekor berfungsi mengangkat atau menurunkan ketinggian pesawat dengan mengubah sudut kontak sayap pesawat. sistem penggerak *elevator* berkonsep sama seperti penggerak *rudder* yaitu dihubungkan dengan engsel yang direkatkan menggunakan resin PA agar *elevator* bisa bergerak ke bawah dan ke atas, penggeraknya juga dihubungkan oleh *servo* yang di rekatkan pada *elevator* dengan *output* penggerak langsung dari *pixhawk*.

Gambar 10. *Surface Control* Pada Elevator

4. Pixhawk

Alat ini ditempelkan padaudukan yang ada didalam *fuselage* menggunakan double tape 3M. Gambar 12 pemasangan *pixhawk*.

Gambar 11. Komponen *Pixhawk*

5. Telemetry module

Komponen ini ditempelkan pada bagian sisi kanan *fuselage* menggunakan *drill* untuk melubangi bagian sisi kanan *fuselage* dan diberi lem tembak atau glue gun untuk menempelkannya. Pemasangan *Telemetry module* dapat di lihat pada Gambar 13.

Gambar 1. 12 *Telemetry Module*

6. Pitot Tube

Pemasangan *pitot tube* dilakukan dengan cara melubangi *fuselage skywalker* menggunakan *drill*, jumlah lubang yang dibuat yaitu 2 lubang untuk memasukkan aliran udara dari pitot tube.



Gambar 13. Komponen *Pitot Tube*

7. Electrical Speed Indicator (ESC)

Komponen ini ditempelkan padaudukan yang telah disediakan pada bagian dalam *fuselage* menggunakan double tape 3M, berfungsi membaca kecepatan pesawat UAV saat terbang.



Gambar 14. Komponen *Electrical Speed Indicator*

8. Module Global Positioning System (GPS)

Komponen ini berfungsi sebagai sistem penerima sinyal dari satelit yang mengelilingi bumi dan memperhitungkan posisi perangkat sesuai data yang diterima dari sateli. *GPS Module* ditempelkan pada bagian dalam nose depan fuselage menggunakan *double tape* dengan ditambahkan *glue gun* agar lebih merekat.



Gambar 15. Module Global Positioning System

9. Komponen Motor

Komponen ini berfungsi untuk menghasilkan gaya *thrust* atau gaya dorong pada pesawat rc tersebut. Motor dipasang pada bagian belakang dengan penambahan plat sebagai dudukannya agar lebih kuat pada saat sudah dipasang.



Gambar 16. Komponen Motor

10. Komponen Servo

Merupakan perangkat yang digunakan untuk mendorong atau memutar objek dengan kontrol yang dengan presisi tinggi dalam hal posisi sudut, akselerasi dan kecepatan, sebuah kemampuan yang tidak dimiliki oleh motor. Servo dipasang pada bagian *flight control* seperti *aileron*, *rudder*, *elevator*. Dan servo ini dipasang menggunakan *glue gun* sebagai perekatnya dan dihubungkan menggunakan kawat agar dapat menggerakkan bagian *flight control*.



Gambar 17. Komponen servo

11. Baterai

Merupakan sumber energy penggerak pesawat yang terdiri dari satu atau lebih sel elektrokimia dengan koneksi eksternal yang disediakan untuk memberi daya pada perangkat UAV tersebut. Baterai ini dipasang pada bagian nose dalam fuselage UAV menggunakan **double tape** dengan ditambah glue gun agar dapat lebih melekat maksimal.



Gambar 18. Baterai

12. Komponen Receiver

Merupakan komponen yang menangkap *signal* yang dikirim oleh transmitter pengendali drone kepada receiver yang melekat pada drone. Setelah sinyal diterima, receiver akan menjalankan tugas untuk menerjemahkan sinyal yang ditangkap, sehingga drone akan bergerak atau melakukan pekerjaan sesuai gerakan remote yang dilakukan oleh pilot.



Gambar 19. Komponen Receiver

3.3 Uji terbang

Uji terbang dilakukan dan pesawat UAV *Skywalker* dengan material komposit *fiberglass* mempunyai kecepatan 20m/s dan untuk start take off nya dengan cara di terbangkan manual seperti pada Gambar 21.



Gambar 20. Pelaksanaan Uji Terbang

Pada pelaksanaan uji terbang UAV *skywalker*, pesawat ini berhasil melaksanakan terbang diudara selama

beberapa saat seperti pada Gambar 22.



Gambar 22. Pesawat Terbang Rendah

Kendala yang di dapat pada saat uji terbang adalah pesawat ini sulit di kendalikan dan cenderung menukik, sehingga beberapa kali mengalami kehilangan gaya angkat, hasil analisis kejadian ini dikarenakan adanya bentuk *aerofoil asimetri* pada *horizontal stabilizer* pada bagian *tail* sehingga mengakibatkan *nose* cenderung turun, nilai daya angkat pada *tail* ini sekitar 1 Newton.



Gambar 21. Aerofoil Pada Horizontal Stabilizer

Permasalahan yang ada dari *manufaktur* UAV *skywalker* 1900 yaitu karena adanya bentuk *aerofoil asimetri* di *horizontal stabilizer*, hal ini mengakibatkan gaya angkat pada ekor pesawat sebesar 1 newton. Untuk memperbaiki kehilangan pada gaya angkat tersebut maka akan di lakukan *manufaktur* ulang dengan mengubah bentuk *horizontal stabilizer* dengan bentuk tanpa *aerofoil*.

4. SIMPULAN

Kesimpulan

Material Komposit dengan penguat fiber Carbon dapat membuat struktur pesawat UAV *skywalker* semakin kuat, sehingga *deformasi* struktur pada saat *hard landing* maupun *crush* tidak terjadi, hal ini berbeda dengan pesawat yang menggunakan material *Styrofoam*. Kendala yang terjadi pada manufaktur dari *skywalker* 1900 yaitu sulitnya pesawat di kendalikan hal ini di karenakan adanya bentuk *aerofoil asimetri* di *horizontal stabilizer*, yang mengakibatkan *nose* pesawat cenderung turun akhirnya pesawat mengalami kehilangan daya angkat dan *crush*. Kecepatan pada hasil uji terbang pesawat UAV *skywalker* 1900 berkisar pada 15 m/s sd 20 m/s. Hasil perhitungan analisis *aerofoil* pada ekor pesawat mempunyai gaya angkat dengan nilai lift 1 newton.

Saran

Peneliti selanjutnya diharapkan untuk memperbaiki kehilangan pada gaya angkat yaitu dengan mengubah bentuk *horizontal stabilizer* dengan bentuk yang tanpa *aerofoil*. Peneliti selanjutnya juga bisa menggunakan jenis serat yang lain yang lebih ringan dari serat karbon.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. M. A. Negara, I. G. Y. Wisnawa, and I. W. K. E. Putra, "Perbandingan Hasil Pemotretan Foto Udara Menggunakan Drone Industrial Dengan Drone Basic," *ENMAP*, vol. 2, pp. 29–36, 2021.
- [2]. E. M. Siagian, "Sifat Komposit Berpenguat Serat Buah Pinang," *Sifat Komposit*, vol. 3, no. Fiber Composite, pp. 1–98, 2017.
- [3]. L. A. N. Wibawa, "Pengaruh Pemilihan Material Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Untuk Pesawat Uav: Effect of Material Selection on the Strength of the Main Landing Gear Frame for Uav Aircraft," *J. Teknol. dan Terap. Bisnis*, vol. 2, no. 1, pp. 48–52, 2019.
- [4]. K. Sadana Putra, S.Ds, M.A. and U. R. Sari, S.Ds., "Pemanfaatan Teknologi 3D Printing Dalam Proses Desain Produk Gaya Hidup," *SENSITEK*, pp. 1–6, 2018, doi: <http://www.stmikpontianak.ac.id/>.
- [5]. F. Hazhari, "Pengaruh kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Hybrit Dan Non-Hybrit Menggunakan Metode Vacuum Bagging," *INJECTION*, vol. 2, pp. 1–6, 2022.
- [6]. R. Dinur, "Proses Pembuatan Produk Komposit Sandwich Serat Karbon Menggunakan Metode Vacuum Infusion," Institut Islam Indonesia, 2019.
- [7]. K. Robiansyah and M. A. Irfai, "Pengaruh Orientasi Arah Serat Terhadap Kekuatan Tarik Dan Kekuatan Bending Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matrik Epoxy," *Jtm*, vol. 9, pp. 47–51, 2021.
- [8]. D. A. Ramadhan, "Proses Manufaktur Pesawat Tanpa Awak (Uav) Jenis Fixed Wingdengan Menggunakan Material Styrofoam Dan Material Komposit Fiber Cloth," *ITN malang*, pp. 1–11, 2022, [Online]. Available: <http://eprints.itn.ac.id/id/eprint/7640>.
- [9]. F. Lufti, "Pembuatan Model Papan Selancar Komposit Vacuum Bagging," 2018.
- [10]. D. E. B. Nugraha, Ferry Setiawan, dan Sehonu, " EKSPERIMEN PEMBUATAN KOMPOSIT BERBAHAN DASAR TANAMAN MENDONG MENGGUNAKAN METODE VACUUM BAGGING," *Jurnal JAMERE*, Vol. 2 No. 2 Agustus 2022.