

PENGUJIAN KEAUSAN MATERIAL KOMPOSIT SERAT KARBON PADA FUSELAGE UAV SKYWALKER 1900

¹Elang Wira Samudra, ²Ferry Setiawan, ³Dhimas Wicaksono

^{1,2,3}Teknik Dirgantara, Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan

Abstrak

Penelitian ini menguji pengaruh resin sebagai lapisan pelindung terhadap keausan pada komposit serat karbon. Pengujian dilakukan dengan menggunakan dua metode, yaitu vacuum infusion dan vacuum bagging. Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode Vacuum Infusion menghasilkan keausan yang lebih rendah dibandingkan Vacuum Bagging. Spesimen Vacuum Infusion memiliki keausan rata-rata sebesar $1.37015 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sementara Vacuum Bagging memiliki keausan rata-rata sebesar $4.87425 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Dan hasil rata-rata laju keausan komposit serat karbon dengan menggunakan variasi vacuum bagging dan vacuum infusion. Pada spesimen serat karbon variasi vacuum infusion mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $3.26921 \times 10^{-7} \text{ s. mm}^2/\text{kg}$. Sedangkan pada spesimen serat karbon variasi vacuum bagging mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $5.22659 \times 10^{-7} \text{ s. mm}^2/\text{kg}$. Oleh karena itu, metode Vacuum Infusion lebih cocok digunakan untuk pembuatan fuselage UAV Skywalker 1900. Selain itu, metode ini juga menjadi referensi bagi peneliti selanjutnya dalam mengembangkan teknologi komposit serat karbon untuk mendapatkan hasil yang optimal.

Kata kunci: Komposit Serat Karbon, Vacuum Infusion, Vacuum Bagging, Keausan, UAV

Abstract

This study examines the effect of resin as a protective layer against wear on carbon fiber composites. Tests were carried out using two methods, namely vacuum infusion and vacuum bagging. The research results show that the Vacuum Infusion method produces lower wear than Vacuum Bagging. Vacuum Infusion specimens have an average wear of $1.37015 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, while Vacuum Bagging has an average wear of $4.87425 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Furthermore, the study also examined the average wear rate of carbon fiber composites using variations of vacuum bagging and vacuum infusion. In the carbon fiber specimens, the vacuum infusion variation obtained an average wear rate of $3.26921 \times 10^{-7} \text{ s. mm}^2/\text{kg}$. Meanwhile, on the carbon fiber specimens, the vacuum bagging variation obtained an average wear rate of $5.22659 \times 10^{-7} \text{ s. mm}^2/\text{kg}$. Therefore, the Vacuum Infusion method is more suitable for making the UAV Skywalker 1900 fuselage. Additionally, this method serves as a reference for future researchers in developing carbon fiber composite technology to obtain optimal results.

Keywords: Carbon fiber composite, Vacuum Infusion, Vacuum Bagging, Wear and tear, UAV

Pendahuluan

Salah satu teknologi yang saat ini banyak digunakan untuk pembuatan peta foto adalah dengan memanfaatkan wahana UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*). Pemanfaatan UAV dalam fotogrametri pada umumnya dilengkapi dengan kamera digital non metrik. Kamera non metrik adalah kamera yang tidak memiliki *fiducial*. Adapun syarat kamera non metrik yang dapat dipergunakan dalam pengumpulan data geospasial dasar untuk peta skala besar adalah menggunakan kamera dengan sensor digital yang dilengkapi dengan lensa *fixed*.

Penggunaan UAV dengan ukuran yang relative kecil digunakan untuk mendapatkan data dengan tingkat resolusi tinggi termasuk didalamnya data 3D. Saat ini penggunaan teknologi UAV telah merubah sudut pandang dunia survei, industri dan penelitian dikarenakan semakin banyaknya penyediaan layanan teknologi UAV di bidang tersebut, biaya operasional UAV yang semakin murah, teknologi yang relative mudah dioperasikan, serta fleksibilitas dari UAV itu sendiri, dimana

¹Email Address: 190102010@students.sttkd.ac.id

Received 10 Agustus 2023, Available Online 30 Desember 2023

 <https://doi.org/10.56521/teknika.v9i2.948>

kemampuan UAV untuk terbang.

Teknologi UAV terbaru yang cukup mutakhir saat ini dan mulai banyak dipergunakan adalah *teknologi hybrid* UAV atau biasa disebut UAV *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL). UAV VTOL merupakan jenis UAV yang mengkombinasikan dua macam mode terbang pesawat, yaitu mode *rotary wing* dan juga *mode fixed wing*. Adapun mode *rotary wing* difungsikan untuk mengurangi kesulitan pada saat take off dan landing atau ketika tidak terdapat area pendaratan yang ideal untuk UAV, sedangkan untuk mode *fixed wing* difungsikan untuk pesawat dalam mode terbang jelajah dikarenakan pada mode ini pesawat bisa menggunakan mode *glider* untuk menghemat energy dimana kecepatan putaran motor pesawat menjadi berkurang sehingga durasi terbang pesawat menjadi lebih lama (Junarto, *et al.*, 2020).

komposit adalah suatu material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tidak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda. Dari campuran tersebut akan dihasilkan material komposit yang mempunyai sifat mekanik dan karakteristik yang berbeda dari material pembentuknya. Material komposit mempunyai sifat dari material konvensional pada umumnya dari proses pembuatannya melalui pencampuran yang tidak homogen, sehingga kita bebas merencanakan kekuatan material komposit yang kita inginkan dengan jalan mengatur komposisi dari material pembentuknya. Klasifikasi komposit berdasarkan penyusunnya dibedakan menjadi tiga, yang pertama adalah *fibrous composites materials* (komposit serat) terdiri dari dua komponen penyusun yaitu matriks dan serat, kedua adalah *Particulate composite materials* (komposit partikel) merupakan jenis komposit yang menggunakan partikel/butiran sebagai pengisi dan yang ketiga adalah *laminated composites materials* atau *structural composite materials* (komposit berlapis) terdiri dari sekurang kurangnya dua material berbeda yang direkatkan bersama sama (Firmansyah *et al.*, 2018).

Serat Karbon adalah serat sintesis dengan kekuatan tarik dan konduktivitas listrik yang tinggi, massa jenis serta koefisien ekspansitermal yang rendah membuatnya sangat populer di bidang Industri. Dalam industri otomotif perkembangan dari bahan yang akan digunakan sebagai komponen kendaraan bermotor sudah sangat maju, hal ini dibuktikan dengan berbagai macam variasi bahan yang lebih ringan dan kuat namun tetap memenuhi aspek keamanan untuk komponen kendaraan tersebut. Rekayasa dibidang material tidak bisa dihindarkan di zaman yang modern ini bahkan sudah sangat maju. Hal itu menyebabkan kebutuhan akan komponen berbahan ringan namun kuat akan terus meningkat. Salah satu bahan yang biasa digunakan untuk melakukan rekayasa material adalah serat karbon (Sari *et al.*, 2020).

Resin *lycal* ini juga sangat kuat terhadap matahari, sifat dari *resin lycal* ini mempunyai sifat yang lebih kental dan penggunaannya menggunakan perbandingan hardener dengan perbandingan Pada pembuatan komposit serat karbon dengan matriks *resin lycal* 1011 menggunakan proses *hand lay up* yang merupakan proses laminasi serat secara manual, dimana merupakan metode pertama dalam pembuatan komposit metode *hand lay up* lebih ditekankan untuk pembuatan produk sederhana dan hanya untuk satu sisi saja yang memiliki permukaan yang halus (Suugondo *et al.*, 2022).

Penulis mengangkat permasalahan seputar nilai keausan spesifik dan laju keausan pada material komposit serat karbon campuran Resin *Lycal* dengan metode *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Batasan masalah meliputi penggunaan campuran Resin *Lycal* dengan hardener, serat karbon sebagai bahan komposit, serta metode pembuatan material. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui nilai keausan komposit serat karbon dengan campuran Resin *Lycal* dan *hardener*, serta mengidentifikasi karakteristik sifat keausannya. Manfaat dari penelitian ini meliputi referensi tambahan bagi Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan (STTKD), bahan materi belajar bagi penulis selanjutnya, referensi bagi peneliti mendatang, dan pengetahuan bagi pembaca tentang karakteristik keausan material Serat

Karbon Resin *Lycal* dengan *hardener* yang diuji.

Tinjauan Pustaka dan Pengembangan Hipotesis

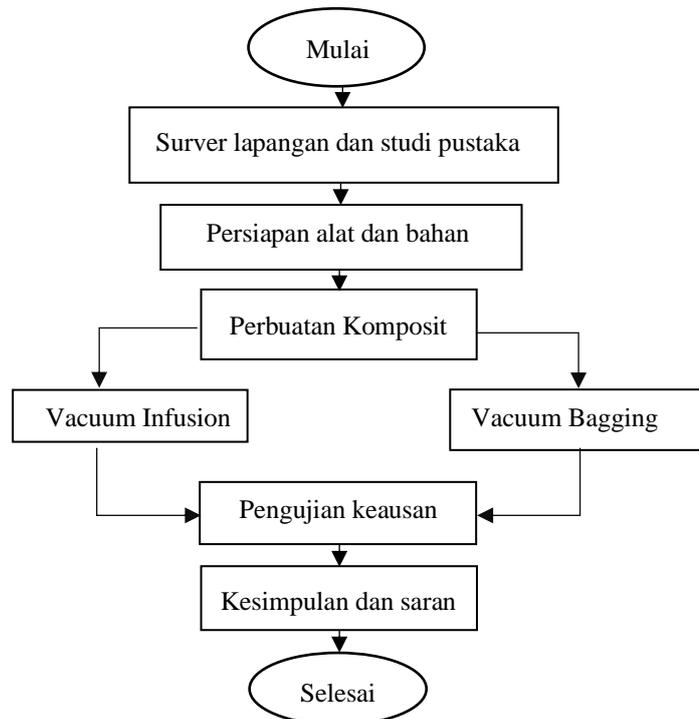
Unmanned Aerial Vehicle

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah salah satu jenis robot penjelajah udara tanpa awak. UAV harus dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remote control dari luar kendaraan atau biasa disebut *Remotely Piloted Vehicle* (RPV). Yang paling sering digunakan adalah *Drone* jenis *rotary wing* dan *fixed wing*, *Drone rotary wing* adalah jenis *Drone* yang mempunyai penggerak (motor) lebih dari satu. *Drone rotary wing* memanfaatkan gaya angkat yang dihasilkan dari putaran motor yang terpasang *propeller*. Sedangkan *Drone Fixed Wing* adalah *Drone* yang mempunyai sayap tetap yang dapat menghasilkan gaya angkat, dan putaran *propeller* yang menghasilkan gaya dorong. *Drone Fixed Wing* biasanya digunakan untuk Melakukan penginderaan jarak jauh, seperti memantau jaringan listrik, melakukan pemetaan suatu daerah, melihat keadaan geologi suatu daerah, dan memantau lahan pertanian. Terdapat beberapa jenis *Fixed Wing* salah satunya adalah jenis *Vertical Take Off Landing*, yang merupakan gabungan *rotary wing* dengan *Fixed Wing* sehingga tidak memerlukan landasan untuk *landing* dan *take off*. (Hartono & Dermawan, 2018).

Karbon

Serat Karbon adalah serat sintesis dengan kekuatan tarik dan konduktivitas listrik yang tinggi, massa jenis serta koefisien ekspansitermal yang rendah membuatnya sangat populer di bidang Industri. Dalam industri otomotif perkembangan dari bahan yang akan digunakan sebagai komponen kendaraan bermotor sudah sangat maju, hal ini dibuktikan dengan berbagai macam variasi bahan yang lebih ringan dan kuat namun tetap memenuhi aspek keamanan untuk komponen kendaraan tersebut. Rekayasa dibidang material tidak bisa dihindarkan di zaman yang modern ini bahkan sudah sangat maju. Hal itu menyebabkan kebutuhan akan komponen berbahan ringan namun kuat akan terus meningkat. Salah satu bahan yang biasa digunakan untuk melakukan rekayasa material adalah serat karbon (Sari, *et. al.* 2020).

Metode Penelitian

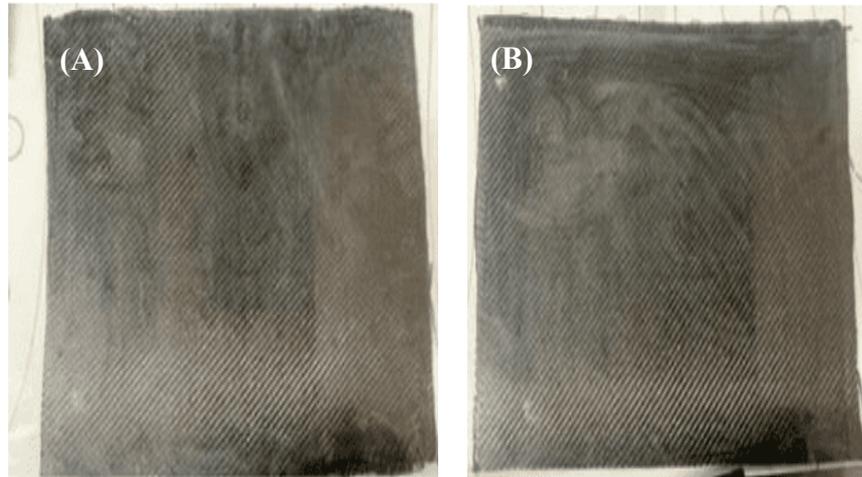


Gambar 1. Diagram Alir

Hasil dan Pembahasan

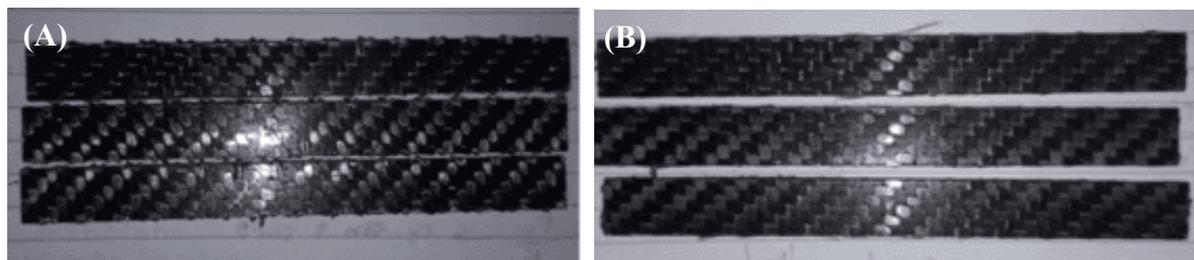
Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan 6 spesimen maka dapat diketahui hasil dari masing-masing variasi spesimen yang diuji keausannya. Untuk analisis data maka mengambil nilai rata-rata dari setiap variasi yang digunakan.



Gambar 2. spesimen (A) vacuum infusion (B) vacuum bagging

Dilanjutkan dengan melakukan pemotongan menggunakan alat CNC router agar hasilnya presisi.



Gambar 3. Sampel spesimen (A) vacuum infusion (B) vacuum bagging

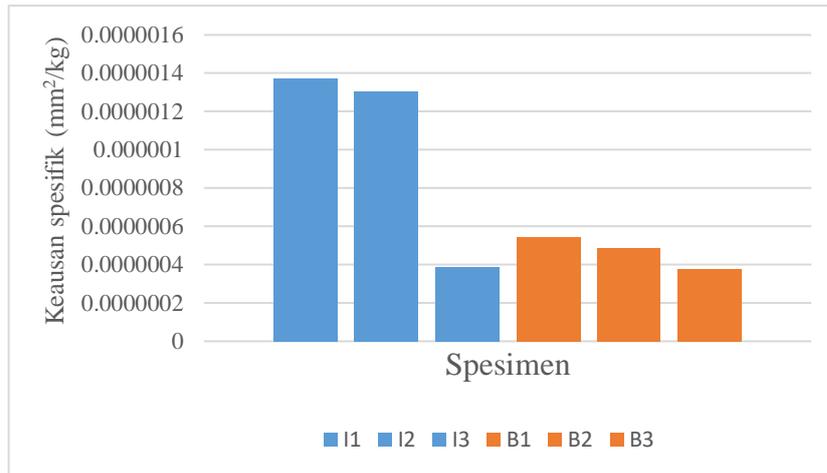
Pada gambar diatas adalah potongan spesimen berupa sampel yang menyerupai bentuk persegi panjang, dengan panjang berukuran 10cm dan tinggi 1cm.

Tabel 1. Hasil Variasi

No	Kode Spesimen	Waktu (menit)	Nilai rata-rata (m μ)			Nilai b0 (mm)	B (mm)	r (mm)	P0 (Kg)	Lo (m)	Keausan Spesifik (Ws) (mm ² /Kg)
1	I1	4	1802.36	1935.47	1909.8	1.8825	3	13.05	2.12	66	1.3701 ⁻⁶
2	I2	4	1902.29	1968.65	1689.6	1.8535	3	13.05	2.12	66	1.3078 ⁻⁶
3	I3	4	1249.28	1210.88	1241.6	1.2339	3	13.05	2.12	66	3.8584 ⁻⁷
4	B1	4	1462.95	1508.26	1177.4	1.3829	3	13.05	2.12	66	5.431 ⁻⁰⁷
5	B2	4	1328.65	1387.61	1285.4	1.3339	3	13.05	2.12	66	4.8742 ⁻⁰⁷
6	B3	4	1077.79	1387.54	1213.5	1.2263	3	13.05	2.12	66	3.787 ⁻⁰⁷

Grafik Hasil Uji Keausan

Hasil Grafik Perbandingan Keausan Spesifik Menggunakan *Bagging* dan *Infusion*

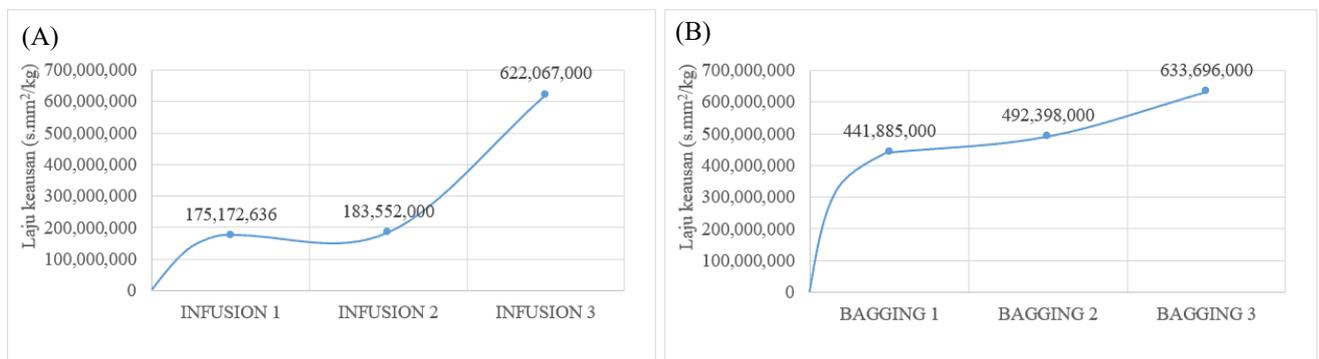


Gambar 4. Grafik perbandingan *infusion* dan *bagging*

Pada grafik diatas merupakan penjelasan tentang perbandingan nilai keausan spesifik antara *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*. Lalu dilanjutkan dengan mencari nilai laju keausan.

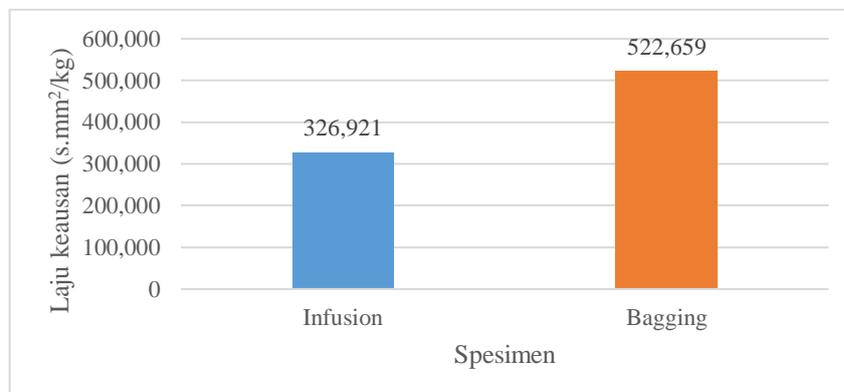
Grafik Laju Keausan *infusion* dan *bagging*

Hasil grafik laju Keausan *infusion* dan *bagging*



Gambar 5. Grafik laju keausan (A) *infusion* (B) *bagging*

Dari grafik-grafik diatas kita membuat grafik rata-rata laju keausan dapat dilihat pada Gambar 6. sebagai berikut.



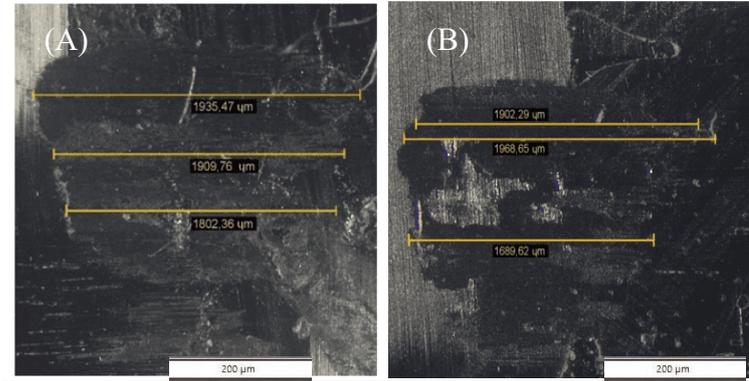
Gambar 6. Grafik rata-rata laju keausan

Pada grafik merupakan hasil rata-rata laju keausan komposit serat karbon dengan menggunakan variasi *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Pada spesimen serat karbon variasi *vacuum infusion* mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $3.26921 \times 10^{-7} \text{ s.mm}^2/\text{kg}$. Pada spesimen

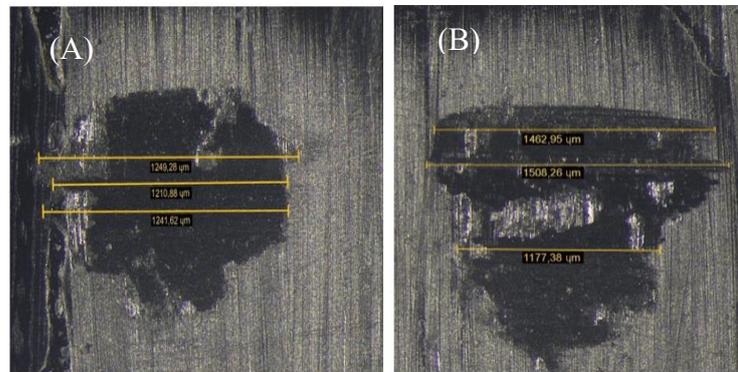
serat karbon variasi *vacuum bagging* mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $5.22659 \times 10^{-7} \text{ s. mm}^2/\text{kg}$.

Foto Mikro Keausan

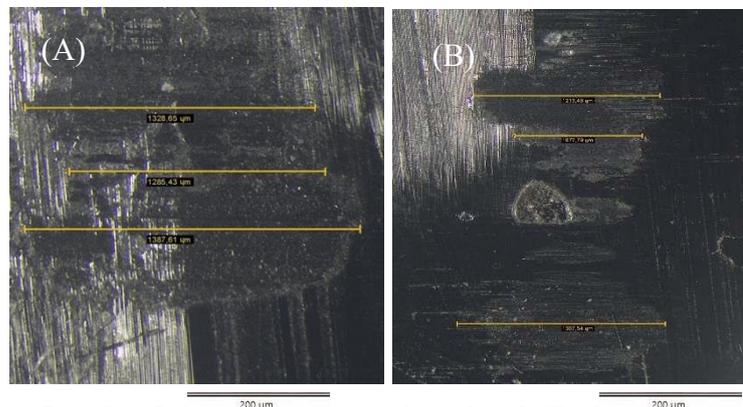
Berikut adalah hasil dari foto mikro dari sampel spesimen *vacuum infusion* dan *vacuum bagging*.



Gambar 7. Foto mikro (A) *infusion 1* (B) *infusion 2*



Gambar 8. Foto mikro (A) *infusion 3* (B) *bagging 1*



Gambar 9. Foto mikro (A) *bagging 2* (B) *bagging 3*

Pembahasan Hasil

Pada hasil uji keausan ini menunjukkan bahwa metode paling baik untuk di aplikasikan pada *fuselage* UAV *skywalker 1900* adalah *vacuum infusion*, hasil dari *vacuum infusion* yang berbentuk sampel lalu diuji keausannya menggunakan ASTM G 99-04 menunjukkan nilai keausan spesifik dan laju keausannya lebih rendah, selain itu juga dibalik rendahnya nilai keausan spesifik dan nilai laju keausan rendah karena metode *vacuum infusion* mengalami ketidak merataan pada saat proses

pemvakuman hal ini dapat dilihat pada Gambar 13.



**Gambar 10. Pengaplikasian resin vacuum infusion
(Febrianto, 2022)**

Dapat dilihat bahwa pengaliran resin lebih dominan mengalir kebawah, sehingga pada bagian atas tidak merata dengan baik saat resin mengalir ke serat karbon. Untuk pembuatan pada metode *vacuum infusion* selanjutnya penempatan posisi selang spiral itu mempengaruhi kerataan resin terhadap serat karbon, pada selang spiral bisa diposisikan dibagian sisi samping seperti huruf U agar proses metode *vacuum infusion* merata dengan baik. Dapat disimpulkan besarnya keausan spesifik dan laju keausan dipengaruhi oleh resin sebagai lapisan untuk melindungi serat karbon dari keausan.

Kesimpulan

Penelitian ini telah menguji spesimen komposit serat karbon untuk melihat pengaruh resin sebagai lapisan pelindung terhadap keausan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa spesimen yang menggunakan metode Vacuum Infusion memiliki keausan yang lebih rendah daripada yang menggunakan metode Vacuum Bagging. Spesimen dengan keausan terendah adalah dari variasi Vacuum Infusion dengan nilai rata-rata $1,37015 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$, sedangkan nilai keausan rata-rata variasi Vacuum Bagging adalah $4,87425 \times 10^{-6} \text{ mm}^2/\text{kg}$. Dengan demikian, metode Vacuum Infusion lebih cocok digunakan untuk pembuatan fuselage UAV skywalker 1900. Selain itu, disimpulkan bahwa metode Vacuum Infusion juga memberikan hasil yang memiliki area keausan spesifik yang lebih kecil dan laju keausan yang lebih rendah. Penulis berharap hasil penelitian ini dapat menjadi referensi bagi penelitian selanjutnya dalam mengembangkan teknologi komposit serat karbon dan menghasilkan hasil yang lebih optimal melalui penelitian yang berkelanjutan. Hasil rata-rata laju keausan komposit serat karbon dengan menggunakan variasi *vacuum bagging* dan *vacuum infusion*. Pada spesimen serat karbon variasi *vacuum infusion* mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $326921 \times 10^{-7} \text{ s.mm}^2/\text{kg}$. Sedangkan pada spesimen serat karbon variasi *vacuum bagging* mendapatkan nilai rata-rata laju keausan dengan nilai $522659 \times 10^{-7} \text{ s.mm}^2/\text{kg}$.

Daftar Pustaka

- Dadang Setiyawan, Sri Mulyo Bondan Respati, & Muhammad Dzulfikar. (2020). Analisa Kekuatan Komposit Sandwich Karbon Fiber Dengan Core Styrofoam Sebagai Material Pada Model Pesawat Tanpa Awak (Uji Tarik & Uji Bending). Teknik Mesin. Universitas Wahid Hasyim, Semarang. *Momentum*, 16, 1–5.
- Dhiky Hartono, & Soni Darmawan. (2018). Pemanfaatan Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Jenis Quadcopter untuk Percepatan Pemetaan Bidang Tanah. FTSP. Institut Teknologi Bandung. *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, 1, 30–40.
- Eka Dwi Ratna Sari, Bondan Respati, & Agung Nugroho. (2020). Analisis Kekuatan Tarik dan Bending Komposit Serat Karbon-Resin dengan Variasi Waktu Curing dan Suhu Penahan 80°C. Teknik Mesin. FT. Universitas Wahid Hasyim, Semarang. *Momentum*, 16, 150–155.
- Ferry Setiawan, & Haris Ardianto. (2018). Karakteristik Sifat Mekanis Kekuatan Tarik Komposit Nano Partikel Daur Ulang Pet Dengan Limbah Abu Bagase Boiler. Teknik Dirgantara. Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan,

- Yogyakarta. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 5, 30–44.
- Hilmi Iman Firmansyah, Anindito Purnowidodo, & Sofyan Arief Setyabudi. (2018). Pengaruh Mechanical Bonding Pada Aluminium Dengan Serat Karbon Terhadap Kekuatan Tarik Fiber Metal Laminates. Teknik Mesin. Universitas Brawijaya, Malang. *Jurnal Rekayasa Mesin*, 9, 127–134.
- Lasinta Ari Nendra Wibawa. (2019). Pengaruh Diameter Baut Terhadap Kekuatan Rangka Main Landing Gear Pesawat Uav Menggunakan Metode Elemen Hingga. Balai Uji Teknologi dan Pengamatan Antariksa dan Atmosfir, Garut. Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional. *Jurnal Polimesin*, 17, 26–32.
- M Yani, & Faisal Lubis. (2018). Pembuatan Dan Penyelidikan Perilaku Mekanik Komposit Diperkuat Serat Limbah Plastik Akibat Beban Lendutan. Teknik Mesin. FT. *University of Muhammadiyah Sumatera Utara. Jurnal Ilmiah "MEKANIK,"* 4, : 77-84.
- Mochamad Arid Irfa'i, Andita N.F Ganda, Dzulkiflih, Rifky Ismail, Diah Wulandari, & Athanasius P. Bayuseno. (2019). Study of the orientation of Palm Sugar E-Glass hybrid fiber – Polyester composite for Running Prostheses Application. Teknik Mesin, Teknik Fisika, CBIOM3S. Universitas Negeri Surabaya dan Universitas Diponegoro, Semarang. *Auckland University of Technology*, 3, 108–135.
- Muhamad Miftakhul Fahri, Ir. Muhammad Ryanto., M., & Heri Sismoro, ST. , M. (2019). Pengaruh Pemanfaatan Sabut Kelapa Sebagai Material Serat Terhadap Kuat Tekan Beton Polimer. Teknik Sipil. FT. Universitas Sangga Buana, YPKP, Bandung. *Jurnal Teknik Sipil*, 1, 1–92.
- Muhammad Lutful Hakim, Nazrul Zein, & Paul David Rey. (2020). Pengaruh Kekuatan Bahan Pada Carrier Roller Menggunakan Pengujian Kekerasan Dan Keausan Ogoshi. Departemen Teknik Mesin. Universitas Islam Assyafi'iyah, Jakarta. *Jurnal Baut Dan Manufaktur*, 2, 39–45.
- Muhammad Nurul Ihsan, Dhimas Wicaksono, & Sehonon. (2022). Uji Keausan Kampas Rem Berbahan Limbah Organik Menggunakan Metode Ogoshi. Teknik Dirgantara. Sekolah Tinggi Teknologi Kedirgantaraan. *Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, 8, 92–96.
- Riyan Maulana Yusuf, Ego Widodo, & Djoko Herwanto. (2019). Rancangan Sistem Vakum Untuk Proses Pengerasan Komposit Dengan Metode Wet Lay Up di Program Studi Teknik Pesawat Udara. Teknik Pesawat Udara. Sekolah Tinggi Penerbangan Indonesia, Curug, Tangerang. *Jurnal Ilmiah Aviasi Langit Biru*, 12, 1–148.
- Rohmat Junarto, Djurjani Djurjani, Fajar Buyung Permadi, Doni Ferdiansyah, Pandu Kuncoro Admaja, Ahmad Rasis Sholikin, & Rahardian Rahmansani. (2020). Pemanfaatan Teknologi Ummaned Aerial Vehicle (UAV) Untuk Pemetaan Kadaster. Departemen Teknik Geodesi. FT. Universitas Gadjah Mada. Sekolah Tinggi Pertanian Nasional. *Jurnal Agraria Dan Pertahanan*, 6, 105–118.
- Stefanus Billy Suugondo, Agustinus Purna Irawan, & Erwin Siahaan. (2022). Analisis Kekuatan Komposit Berpenguat Serat Karbon Dengan Matriks Resin Lycal 1011 Terhadap Sifat Mekanis. FT. Universitas Tarumanagara, Jakarta. *Jurnal Syntax Admiration*, 3, 906–913.
- Syarif Hidayat. (2020). Aplikasi Perangkat Vacuum Infusion Untuk Pembuatan Komponen Berbahan Komposit. Aeronautika. Teknik Mesin. Politeknik Negeri Bandung. *Seminar Teknik Mesin*, 1–9.
- Tri Surawan, Nani Kurniawati, Aji Digdoyo, Hanif Sujatmika, & Harini Agusta. (2021). Analisa Pengaruh Pola Operasi Terhadap Laju Keausan Carbon Strip pada Pantograf. Teknik Mesin. FTI. Universitas Jayabaya, Jakarta. *Jurnal Teknologi*, 1, 52–59.