

PENGEMBANGAN KOMPOSIT SERAT SABUT KELAPA SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN RANGKA SURVEILLANCE DRONE

¹Muhammad Ikhsan, ²Indra Permana, ³Riza Arif Pratama, ⁴Sahid Bayu Setiajit

¹ *Teknologi Pemeliharaan Pesawat*
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
mr.ikhsanmuhammad@lecture.utp.ac.id

² *Teknologi Pemeliharaan Pesawat*
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
indrapermana@lecture.utp.ac.id

³ *Jurusan Teknologi Pemeliharaan Pesawat*
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
rizaarifp@lecture.utp.ac.id

⁴ *Teknologi Pemeliharaan Pesawat*
Universitas Tunas Pembangunan Surakarta
sahidbayu.setiajit@lecture.utp.ac.id

Article history:

Received 20th of February, 2024

Revised 8th of March, 2024

Accepted 14th of March, 2024

Abstrak

Coconut fiber is an alternative material to replace metal. Coconut fiber was chosen because it is easy and widely found in Indonesia and is easily decomposed naturally. Even though its strength is much lower than metal, coconut fiber can be used to make objects that do not require a lot of strength, one of which is drones. In this research, coconut fiber composite is made and tensile tested to determine their strength for use as a frame for a small surveillance drone. The composite is made by mixing coconut fiber mat (as fiber) and Unsaturated Polyester (as resin) using the hand lay-up method. Coconut fiber composites are tested according to ASTM D-638 standards. Based on the tensile test results in this research, it was found that the coconut fiber composite had a tensile strength of 18 MPa. Then the value of the tensile strength is used as a benchmark in determining the size of the surveillance drone frame to be designed. Based on the results of the calculations carried out, it was found that the thickness required for a drone frame made from coconut fiber is 3,5 mm.

Kata kunci: Komposit, Sabut Kelapa, Drone, Uji Tarik.

Pendahuluan

Material pengganti logam merupakan salah satu topik yang saat ini banyak dibahas dalam bidang ilmu material. Penggunaan serat alam sebagai material pengganti logam sudah banyak dilakukan oleh para peneliti. Hal itu disebabkan karena berbagai keunggulan yang dimiliki oleh serat alam seperti massa jenis yang rendah dan ramah lingkungan [1]. Sifatnya yang mudah terurai di alam menjadikan serat alam lebih ramah lingkungan jika dibandingkan dengan material lain seperti logam dan serat sintetis [2].

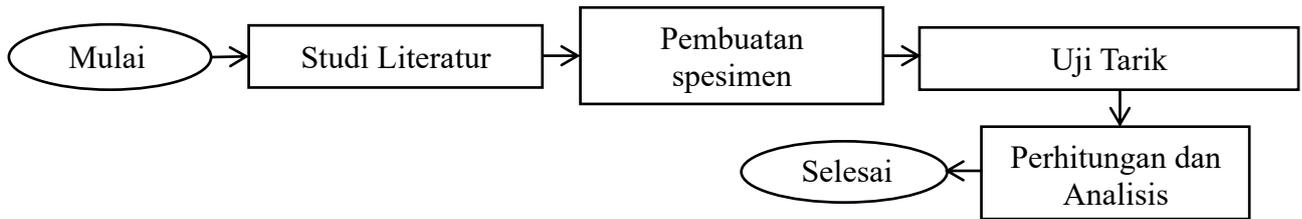
Serat alam dapat digabungkan dengan resin untuk menjadi material komposit dimana dua bahan atau lebih digabungkan agar diperoleh sifat baru yang lebih baik [3]. Komposit serat alam akan menjadi relatif lebih ramah lingkungan karena menggunakan serat alam sebagai bahan penyusunnya. Untuk mendapatkan sifat mekanik yang baik, serat alam dapat digabungkan atau dicampurkan dengan resin polimer *Unsaturated Polyester* [4]. Resin UP (*unsaturated polyester*) memiliki ketahanan yang baik terhadap panas, aus, dan reaksi kimia.

Komposit serat alam sudah banyak dimanfaatkan pada berbagai produk seperti otomotif [5]. Penelitian mengenai komposit serat alam juga sudah banyak dilakukan seperti pada serat kelapa [6], serat bambu [7], dan serat tebu [8]. Pada penelitian ini, serat sabut kelapa dipilih sebagai bahan yang akan digunakan karena sabut kelapa tersedia dalam jumlah besar, mudah didapat, serta memiliki harga yang sangat terjangkau. Sabut kelapa dicampurkan dengan resin *Unsaturated Polyester* (UP) menggunakan metode hand lay-up hingga menjadi komposit sabut kelapa.

Komposit sabut kelapa akan dibuat dengan tujuan untuk mengetahui potensinya jika digunakan sebagai struktur rangka *drone*. Drone merupakan pesawat tanpa awak yang sudah banyak digunakan dalam berbagai aktivitas seperti olahraga, pengiriman paket, dan pengawasan infrastruktur [2]. Komposit sabut kelapa akan diuji dengan uji tarik, kemudian hasil pengujian tersebut akan dijadikan acuan dalam menentukan ukuran rangka *drone*. Pada penelitian ini, rangka *drone* yang dirancang yaitu rangka *surveillance drone* berukuran kecil dengan berat total kurang dari 1 kg [9].

Metode Penelitian

Secara umum, penelitian ini dilakukan dengan tahapan seperti yang terdapat pada *flowchart* berikut ini:



Gambar 1. Flowchart

Penelitian ini diawali dengan studi literatur terkait komposit sabut kelapa serta perhitungan kekuatan rangka. Setelah itu, alat dan bahan dipersiapkan untuk membuat spesimen komposit sabut kelapa. Setelah itu, spesimen diuji dan dilakukan pengolahan data untuk memperoleh kekuatan tarik komposit sabut kelapa. Kekuatan tarik tersebut selanjutnya digunakan dalam perhitungan ukuran rangka drone agar diperoleh rangka yang ringan namun tetap mampu menahan beban (gaya angkat) yang terjadi.

Komposit sabut kelapa pada penelitian ini dibuat dari serat sabut kelapa dan resin Unsaturated Polyester (UP) dengan metode *hand lay-up*. Perbandingan berat (fraksi berat) dari komposit sabut kelapa adalah 17 : 83, dimana tiap spesimen tersusun atas 17% sabut kelapa dan 83% resin. Komposit yang telah dicetak kemudian dipotong-potong hingga berbentuk *dog-bone* sesuai standar ASTM D-638.

Metode Pembuatan Komposit

Pada penelitian ini, komposit sabut kelapa akan dibuat dengan metode Hand Lay-up. Metode tersebut cukup mudah dilakukan karena resin hanya perlu disebarkan ke serat dengan menggunakan kuas. Di sisi lain, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan metode ini yaitu kemungkinan peresapan resin yang kurang sempurna serta tingkat persebaran resin yang kurang merata sehingga memungkinkan ada bagian yang terlalu banyak resin dan ada bagian yang kekurangan resin [10].

Uji Tarik

Uji tarik biasa dilakukan untuk mendapatkan karakteristik material jika mengalami beban tarik. Melalui uji tarik, akan didapatkan karakteristik material berupa kekuatan tarik dan modulus elastisitas, dan modulus kegagalan [11]. Uji tarik pada penelitian ini dilakukan dengan mengacu pada standar ASTM D-638 yang mendeskripsikan metode uji tarik untuk mendapatkan properti mekanik material plastik dan resin. Data yang diperoleh dari uji tarik berupa kurva stress-strain. Dari kurva tersebut, diperoleh nilai properti mekanik komposit serat sabut kelapa diantaranya kekuatan tarik terbesar dan modulus elastisitas. Kekuatan tarik terbesar (ultimate tensile strength) diperoleh dengan melihat angka terbesar pada sumbu vertikal kurva stress-strain, sedangkan modulus elastisitas diperoleh dengan melihat kemiringan kurva stress-strain dengan membandingkan perubahan tegangan (stress) terhadap perubahan regangan (strain) seperti pada persamaan berikut [12]:

$$E = \frac{\sigma_2 - \sigma_1}{(\varepsilon_2 - \varepsilon_1)} \dots\dots\dots(1)$$

dimana:

E = modulus elastisitas (MPa)

σ = stress (MPa)

ε = strain

Tegangan Tarik pada Struktur Rangka Drone

Rangka drone dirancang agar mampu menopang perangkat elektronik dan lain sebagainya agar drone dapat terbang dengan baik. Beban utama yang dialami oleh rangka drone berasal dari gaya angkat yang dihasilkan oleh motor listrik. Oleh karena itu, rangka drone harus mampu menerima gaya angkat tersebut tanpa mengalami kerusakan. Pada penelitian ini, studi kasus dilakukan pada nilai gaya angkat sebesar 5,2 N pada tiap lengan dimana panjang lengan drone sebesar 120,6 mm [9].

Gaya angkat yang diterima oleh struktur lengan drone akan menyebabkan struktur tersebut mengalami tegangan tarik. Besarnya tegangan tarik dapat dihitung dengan persamaan berikut [12]:

$$\sigma = \frac{M \times y}{I} \dots\dots\dots (2)$$

dimana:

σ = Tegangan Tarik (MPa)
M = Bending moment (N.m)

y = jarak vertikal dari pusat benda ke titik paling atas benda (m)
I = momen inersia (m⁴)

Pada persamaan (1), umumnya beban terbesar terjadi pada lokasi terjauh dari pusat benda, atau 0,5 t (setengah dari ketebalan benda). Besarnya tegangan tarik (σ) akan dibandingkan dengan besarnya kekuatan tarik yang diperoleh dari uji tarik. Jika tegangan tarik lebih besar daripada kekuatan tarik, maka struktur benda dinyatakan gagal. Oleh karena itu, struktur benda (rangka drone) perlu dirancang agar memiliki kekuatan tarik yang lebih besar daripada tegangan tarik.

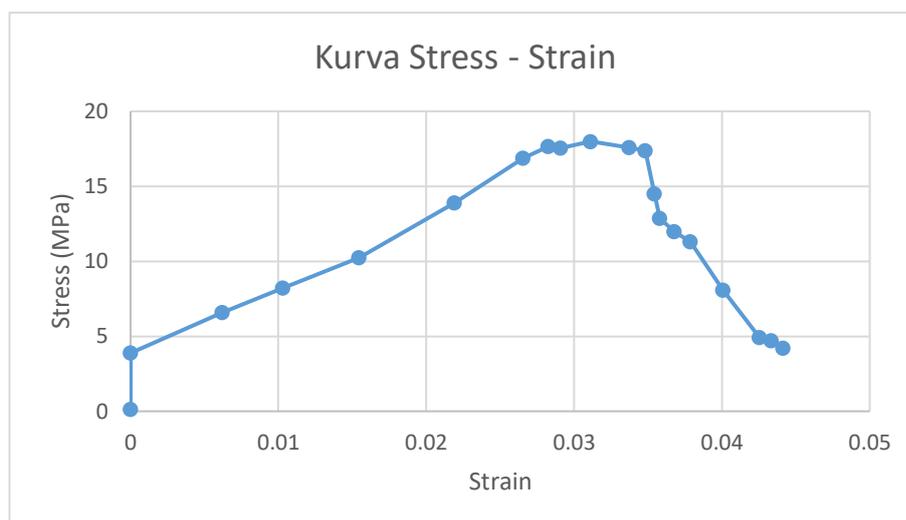
Hasil dan Pembahasan

Gambar 2 di bawah menunjukkan spesimen komposit sabut kelapa yang telah melalui proses uji tarik. Berdasarkan pengujian tersebut, terlihat bahwa kegagalan pada spesimen terjadi pada bagian pegangan spesimen (grip). Hal ini dapat disebabkan oleh beberapa hal diantaranya gaya jepit (kompresi) dari mesin uji tarik yang menjepit ujung-ujung spesimen yang menyebabkan luas penampang pada daerah tersebut menjadi lebih kecil daripada bagian tengah spesime.



Gambar 2. Spesimen Hasil Uji Tarik

Uji Tarik yang telah dilakukan menghasilkan kurva stress-strain komposit sabut kelapa. Kurva tersebut menunjukkan kaitan antara besarnya beban (stress) yang mampu ditahan oleh material dan besarnya regangan (strain) yang terjadi. Kurva stress-strain pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3 di bawah. Berdasarkan Gambar 3 tersebut, didapatkan bahwa kekuatan tarik terbesar (ultimate tensile strength) komposit sabut kelapa adalah 18 MPa.



Gambar 3. Kurva stress-strain komposit sabut kelapa

Nilai tersebut hampir sama dengan kekuatan tarik yang dilakukan oleh peneliti lain meskipun perlakuan yang diberikan berbeda. Pada penelitian lain tersebut, komposit serat sabut kelapa diberikan perlakuan awal terlebih dahulu dengan merendam serat sabut kelapa pada larutan NaOH kemudian diberikan katalis MEKPO (metil etil keton peroksida). Setelah itu, serat sabut kelapa dicampurkan dengan matriks poliester dengan fraksi volume 34,88%. Ketika dilakukan uji tarik, komposit yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik sebesar 17,48 MPa [13] yang nilainya hampir sama dengan penelitian ini.

Pada penelitian lain, komposit sabut kelapa dibuat dengan memberikan perlakuan perendaman NaOH, pemberian katalis MEKPO, dan pencampuran dengan resin Unsaturated Polyester. Hasil uji tarik pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit sabut kelapa tersebut sebesar 16,5 MPa [14]. Hasil tersebut sedikit lebih kecil jika dibandingkan dengan hasil uji tarik pada penelitian ini.

Selain itu, Gambar 3 juga memberikan informasi terkait modulus elastisitas komposit sabut kelapa. Kemiringan kurva pada daerah dengan strain 0 – 0,03 yang dihitung dengan menggunakan persamaan (1) menghasilkan nilai modulus elastisitas spesimen komposit sabut kelapa sebesar 0,5 GPa. Nilai tersebut mendekati nilai pada penelitian lain [14] dengan modulus elastisitas komposit sabut kelapa sebesar 0,575 GPa. Sedangkan pada penelitian [13], meskipun kekuatannya hampir sama (17,48 MPa) ternyata modulus elastisitasnya cukup berbeda yaitu sebesar 0,11 GPa.

Perbedaan karakteristik komposit sabut kelapa dari beberapa penelitian di atas [13, 14] menunjukkan bahwa karakteristik komposit sangat sensitif terhadap perlakuan yang diberikan. Hal itu menunjukkan bahwa pemberian perlakuan yang berbeda dalam pembuatan komposit akan menghasilkan komposit dengan karakteristik yang berbeda pula. Tidak heran jika terdapat begitu banyak penelitian yang berkaitan dengan pengembangan material komposit.

Pada penelitian ini, diketahui bahwa komposit sabut kelapa memiliki kekuatan tarik sebesar 18 MPa. Angka tersebut dijadikan sebagai acuan dalam melakukan analisis ukuran komposit yang dibutuhkan untuk membuat drone. Analisis dilakukan pada kasus sebuah surveillance drone [9] yang memiliki bobot kurang dari 1 Kg dan terbang vertikal dengan gaya angkat maksimum 5,2 N pada tiap lengan. Drone tersebut memiliki panjang lengan 120,6 mm sehingga besarnya momen bending pada tiap lengan sebesar $M = 627 \text{ N.mm}$. Berdasarkan kasus pada penelitian [9], jika struktur lengan drone tersebut memiliki lebar lengan 23 mm maka tebal minimum lengan adalah 3,5 mm jika dihitung berdasarkan persamaan (2).

Nilai tebal minimum 3,5 mm dipilih karena pada nilai tersebut besarnya tegangan yang terjadi, jika dihitung berdasarkan persamaan (2), adalah 13,4 MPa. Besarnya tegangan tersebut lebih kecil dibandingkan besarnya kekuatan komposit (18 MPa) sehingga rangka drone masih mampu menahan beban yang diberikan jika tebal lengan drone tersebut 3,5 mm. Berdasarkan perhitungan tersebut, maka disimpulkan bahwa rangka drone dapat dibuat dari komposit sabut kelapa dengan ketebalan minimal 3,5 mm.

Kesimpulan

1. Komposit sabut kelapa dapat digunakan sebagai bahan dalam pembuatan rangka drone.
2. Pemberian perlakuan yang berbeda dalam pembuatan komposit akan menghasilkan komposit dengan karakteristik yang berbeda pula.
3. Untuk surveillance drone berukuran kecil (kurang dari 1 Kg), tebal minimum dari rangka drone yang dibuat dari komposit sabut kelapa adalah 3,5 mm.

Daftar Pustaka

- [1] Akil, H.M., Omar, M.F., Mazuki, A.A.M., Safiee, S., Ishak, Z.A.M, Abu Bakar A. 2011. Kenaf fiber reinforced composites: A review, *Material and Design*. Vol. 32, pp.4107-4121. Malaysia.
- [2] Suroso, I. 2017. Peran Drone/Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Buatan Sttkd Dalam Dunia Penerbangan. :1
- [3] Schwartz. *Composite Material Handbook*. 1984.
- [4] Hansmann. 2003. *Polyester Resins ASM Handbook Vol:21 Composites*.
- [5] Bledzki, A.K., Faruk, O., Sperber, V.E. 2006. Cars from Bio-Fibers. *Macromolecular Materials Engineering* 291: 449-457.
- [6] Titani, F.R., Imalia, C.R., dan Haryanto. 2018. Pemanfaatan Serat Sabut Kelapa Sebagai Material Penguat Pengganti Fiberglass Pada Komposit Resin Polyester untuk Aplikasi Bahan Konstruksi Pesawat Terbang. *Techno*, Vol.19, No.1, pp. 23-28.
- [7] Putra, F.U., Paundra, F., Muhyi, A., Hakim, F., Triawan, L., dan Aziz, A. 2023. Pengaruh Variasi Tekanan dan Fraksi Volume pada Hybrid Composite Serat Sabut Kelapa dan Serat Bambu Bermatriks Resin Polyester terhadap Kekuatan Tarik dan Bending. *Jurnal Foundry*, Vol.6, No.1, pp 8-15.
- [8] Wijaya, D., dan Hidayat, S. 2022. Pengaruh Fraksi Volume Serat pada Komposit Hibrid Serat Tebu dan Serat Sabut Kelapa terhadap Kekuatan Tarik. *IRWNS*, Vol.13, No.1.
- [9] Ikhsan, M., Permana, I., Pratama, R.A., Setiajit, S.B., Sriyanto. 2022. Desain dan Analisis Struktur Drone Berbahan Alumunium untuk Pemantauan Melalui Jalur Udara dengan Kriteria Defleksi. *Teknika STTKD : Jurnal Teknik, Elektronik, Engine*, Vol.8, No.1.
- [10] Abdurohman, K., dan Marta, A. 2016. Kajian Eksperimental Tensile Properties Komposit Poliester berpenguat Serat Karbon Searah Hasil Manufaktur Vacuum Infusion sebagai Material Struktur LSU. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, Vol.14, No.1, pp. 61-72.
- [11] Paiva, J.M.F., Meyer, S., Rezende, M.C. 2006. Comparison of Tensile Strength of Different Carbon Fabric Reinforced Epoxy Composites. *Ibero-American Journal of Material*, Vol. 9, No. 1, pp 83-89.
- [12] Hibbeler, R.C. 2001. *Mechanics of Materials*, 8th ed, America, Pearson Prentice Hall.
- [13] Gundara, G., dan Rahman, M.B.N. 2019. Sifat Tarik, Bending dan Impak Komposit Serat Sabut Kelapa-Polyester dengan Variasi Fraksi Volume. *JMPM: Jurnal Material dan Proses Manufaktur*, Vol. 3, No. 1.
- [14] Sebastian, S.B., Sukma, H., dan Tatak, A.R. 2020. Pengembangan Komposit Matriks Polimer Berpenguat Serat Serabut Kelapa. *Jurnal Mekanikal Teknik Mesin FTUP*, Vol. 15, No. 1.