

APLIKASI MATERIAL KOMPOSIT PADA BODY PESAWAT REMOTE CONTROL BERBAHAN DASAR POLYFOAM

Mahmud Ari Susanto, Aladin Eko Purkuncoro

Program Studi Teknik Mesin D3 ITN, JL. Raya Karanglo KM. 2, Tasikmadu, email :
Mahmudarisusanto030798@gmail.com

Abstrak

Mahmud Ari Susanto 2019. Aplikasi Material Komposit pada Body Pesawat Remote Control Menggunakan jenis Serat *Woven Roving Mat* (WRM). Laporan Tugas Akhir Institut Teknologi Nasional Malang. Fakultas Teknologi Industri. Teknik Mesin Diploma Tiga. Dosen Pembimbing Aladin Eko Purkuncoro ST.MT.

Komposit adalah struktur material yang terdiri dari dua kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk dalam skala makroskopik dan menyatu secara fisika. Bahan komposit pada umumnya, serat sebagai bahan pengisi dan pengikat serat-serat disebut matrik. Keuntungan bahan komposit adalah kemampuan material tersebut mudah untuk diarahkan sehingga kekuatannya dapat diatur hanya pada arah tertentu yang kita kehendaki. Material komposit memiliki sifat *high strength* dan densitas rendah yang sangat sesuai diterapkan dalam dunia industri penerbangan serta industri otomotif.

Dalam pengaplikasian material komposit menggunakan metode *hand lay up*. Bahan yang digunakan menggunakan serat *fiber* jenis *woven roving mat* (WRM) ketebalan 0,17 mm dengan berat 250 grm, memakai resin lycal 1101 dan katalis lycal 1101 untuk penguatnya yaitu 0,5%. Perbandingan komposit resin dengan serat: 30% dengan 70%. Spesifikasi body pesawat remote control memakai bahan polyfoam memiliki panjang body 1280 mm, panjang sayap 1380 mm, tinggi 450 mm dan berat keseluruhan body pesawat *remote control* 1.5 kg.

Tujuan diciptakannya pesawat trainer *remote control* yaitu sebagai pesyaratan untuk kelulusan tugas akhir dan juga diharapkan dapat mengikuti kompetisi Kontes Robot Terbang Indonesia (KRTI). Berdasarkan hasil dari analisa pengujian terbang pada pesawat *remote control*. Hasilnya pesawat lebih stabil dan lebih mudah dikendalikan saat bermanuver dan memiliki kekuatan yang lebih kuat saat terkena benturan. Sedangkan untuk kekurangan, bobot pesawat menjadi lebih berat dan memerlukan konsumsi daya baterai yang lebih banyak, serta penggunaan spesifikasi motor *brushless* yang lebih besar.

Kata kunci : Material , Komposit, Pesawat RC

Abstrak

Ari Susanto, Mahmud. 2019. The Application of Composite Material on the Body of Remote Control Plane Using Woven Roving Mat (WRM) Fiber. Final Report. National Institute of Technology Malang. Faculty of Industrial Technology. Mechanical Engineering Department, Diploma III. Academic Advisor: Aladin Eko Purkuncoro, ST. MT.

Composite is a material structure consisting of two or more combinations of material, which are formed on a macroscopic scale and physically fused. Composite materials are generally fibers as fillers, and the binding of fibers is called a matrix. The advantage of composite materials is that the materials ability is easy to direct so that its strength can be regulated only in certain directions that we want. Composite materials have high strength and low density properties which are very suitable to be applied in the aviation industry and the automotive industry.

In the application, composite materials uses the hand lay up method. The materials used is woven roving mat (WRM) fiber wiht thickness of 0.17 mm and weight of 250 grams, using 1101 lycal resin and 1101 lycal quality, and the amplification is 0.5%. Comparasion of resin composites with fiber is 30% to 70%. Remote control aircraft body spesifications using polyfoam material has a body length of 1280 mm, wing length of 1380 mm, height of 450 mm and overall weight of 1.5 kg.

The purpose of the creation of a remote control trainer aircraft is as a requirement for graduation and also expected to enter the Indonesian Flying Robot Contest (*Kontes Robot Terbang Indonesia / KRTI*). Based on the results of an analysis of flight testing on remote control aircraft, the aircraft becomes more stable and easier to control when maneuvering and has stronger strength when hit by a collision. As for the shortcomings, the weight of the aircraft becomes heavier and requires more battery power consumption, as well as the use of specifications of a larger, more brushless motor.

Keywords : Material, Composite RC Plane

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi di era modern ini telah sangat banyak memberikan banyak keuntungan dalam segala kebutuhan, keperluan dan penelitian, baik dalam bidang informasi, komunikasi, pendidikan, pertahanan dan lain-lain. Radio *aeromodeling* merupakan salah satu bentuk kegiatan *aeromodeling* yang pada awalnya dimunculkan sebagai bagian dari kegiatan militer namun kemudian banyak diminati oleh masyarakat luas sehingga memunculkan sebuah bentuk hobi baru. Hobi ini pun berkembang sedemikian pesat seiring berkembangnya teknologi dan dengan juga manufer *aerobatik*, diupayakan agar seluruh strukturnya tetap ringan. Jadi walaupun kita memberikan ukuran spar, webs dan ribs yang ketebalannya memadai seperti digambar rencana tetapi diupayakan keseluruhannya tetap ringan. Ini akan memberikan kontribusi yang sangat besar kepada pembebanan secara total sebab dengan sayap yang ringan mungkin berat yang ditanggung oleh sayap ini nantinya juga ringan saat bermanufer.

TUJUAN KOMPOSIT

Dalam dunia industri kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih bahan yang berbeda yang digabung atau dicampur menjadi satu. Menurut Kaw (1997) komposit adalah struktur material yang terdiri dari dua kombinasi bahan atau lebih, yang dibentuk mengemukakan bahwa kata komposit (*composite*) merupakan kata sifat yang berarti susunan atau gabungan. *Composite* berasal dari kata kerja "*to compose*" yang berarti menyusun atau menggabung. Jadi secara sederhana bahan komposit berarti gabungan dua atau lebih bahan yang berlainan.

Bahan komposit pada umumnya terdiri dari dua unsur, yaitu serat sebagai bahan pengisi dan bahan pengikat serat-serat tersebut yang disebut matrik. Dalam unsur komposit unsur utamanya adalah serat, sedangkan bahan pengikat menggunakan bahan *polimer* yang mudah dibentuk

diadakannya kejuaraan-kejuaraan baik dalam skala nasional maupun internasional. Dalam pertandingan Pekan Olahraga Nasional (PON) di Indonesia, radio *aeromodeling* menjadi salah satu cabang olahraga yang dipertandingkan.

Salah satunya ini pesawat tanpa awak merupakan jenis pesawat terbang yang dapat melakukan misi-misi terprogram dengan karakteristik sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh melalui gelombang radio, dikendalikan oleh pilot, dan menggunakan hukum *aerodinamika* untuk mengangkat dirinya sendiri. Penggunaan komponen penyusun pesawat itu sendiri, pemilihan komponen ini bertujuan untuk mengefisienkan kerja dari pesawat itu sendiri. Dari latar belakang diatas, penulis akan membuat tugas akhir yang berjudul "*Pengaplikasian material komposit pada body pesawat remote control berbahan dasar polyfoam dan komponen elektrik*"

dalam skala makroskopik dan menyatu secara fisika. Kata komposit dalam pengertian bahan komposit berarti terdiri dari dua atau lebih penggabungan yang berbeda dicampur secara mikroskopik. Sedangkan menurut Triono dan Diharjo pada tahun (1999) dan mempunyai daya pengikat yang tinggi. Penggunaan serat sendiri yang utama untuk menentukan karakteristik bahan komposit, seperti kekuatan, kekakuan, serta sifat mekanik yang lainnya. Sebagai bahan pengisi serat digunakan untuk menahan sebagian besar gaya yang bekerja pada bahan komposit, matrik sendiri mempunyai fungsi melindungi dan mengikat serta agar dapat bekerja dengan baik terhadap gaya-gaya yang terjadi. Oleh karena itu, untuk bahan serat yang digunakan bahan yang kuat, lunak dan tahan terhadap perlakuan kimia dan mudah dibentuk.

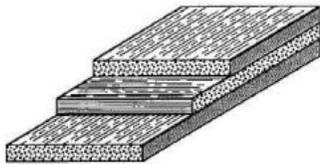
Tipe Komposit Serat

Untuk memperoleh komposit yang kuat harus menempatkan serat yang benar. Berdasarkan penempatannya terdapat beberapa tipe serat pada komposit yaitu:

1. Continuous Fiber Composite

Continuous atau *Uni-directional*, mempunyai serat panjang dan halus, membentuk lamina diantara matriknya.

Tipe ini mempunyai kelemahan pada pemisahan antar lapisan.



Gambar 1. Continuous Fiber Composite

2. Discontinuous Fiber Composite

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

- Aligned discontinuous fiber*
- Off-axis aligned discontinuous fiber*
- Randomly oriented discontinuous fiber*

3. Woven Fiber Composite (Bi-directional)

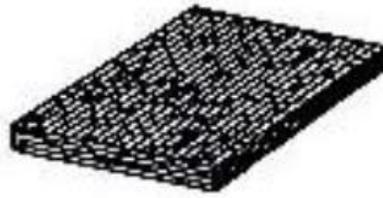
Komposit jenis ini tidak mudah dipengaruhi pemisah antar lapisan karena susunan seratnya juga mengikat serat antar lapisan. Akan tetapi susunan serat panjangnya yang tidak begitu lurus mengakibatkan kekuatan dan kekakuan akan melemah.



Gambar 2. Woven Fiber Composite

4. Hybrid Fiber Composite

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



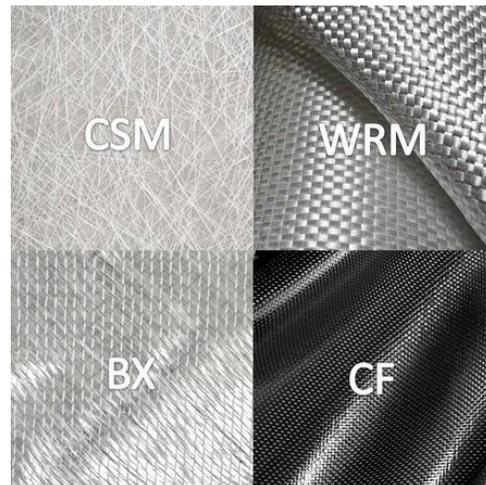
Gambar 3. Hybrid Fiber Composite

JENIS – JENIS SERAT

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

1. Serat Gelas

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



Gambar 4. Jenis-jenis Serat

- **Chopped Strand Mat (CSM)**

Jenis serat kaca dengan anyaman yang diproduksi secara acak kebarbagai arah dan tidak beraturan. Serat kaca inilah

yang paling banyak digunakan oleh pengrajin *fiberglass* karena harga yang relatif murah dan mudah digunakan. *Chopped strand mat* artinya adalah helaian handuk cincang. Dikarenakan jenis serat kaca ini memang seperti kumpulan serat-serat yang dicincang dan dibentuk menjadi satu helai atau lembaran baru. Jenis serat ini sangat cocok sebagai penguat resin *type polyester* dan *epoxy* karena sudah mengandung bubuk pengikat yang akan bereaksi apabila terkena *resin*. Kapasitas serap yang bisa mencapai 1½ ukuran beratnya membuat jenis serat kaca ini cukup kuat digunakan untuk menopang beban besar. Ketebalan serat ini pun diproduksi berbeda-beda dari yang tipis hingga yang tebal dan kadang dipadukan dengan serat yang lebih baik yaitu *Woven Roving Mat*.

- **Woven Roving Mat (WRM)**

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

- **Biaxial Mat (BX)**

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

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

- **Carbon Fiber (CF)**

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

Penguat yang digunakan untuk *fiber* pada umumnya dalam bentuk serat atau benang dan dapat dipakai secara terpisah maupun bersama-sama keberadaan

penguat yang tinggi memberikan kekuatan Tarik yang tinggi. Perbandingan antara resin atau penguat merupakan factor yang sangat penting untuk menentukan sifat struktur komposit. Material penguat (*reinforcement*) yang paling sering digunakan untuk membentuk komposit pada umumnya berbentuk serat gelas yang mempunyai modulus elastisitas yang cukup tinggi.

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

- a. Serat E-Glass

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

- b. Serat C-Glass

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

- c. Serat S-Glass

Serat S-Glass adalah jenis serat yang mempunyai kekakuan yang tinggi umunya

untuk konstruksi pesawat terbang dan kapal laut.

Bahan Pembentuk Komposit

1. Resin

Bahan ini berwujud cairan kental seperti lem, berkelir hitam atau bening. Berfungsi untuk mencairkan / melarutkan sekaligus juga mengerasakan semua bahan yang akan dicampur.



Gambar 5. Resin

2. Katalis

Zat ini berwarna bening dan berfungsi sebagai pengencer. Zat kimia ini biasanya dijual bersamaan resin, dan dalam bentuk pasta. Perbandingannya adalah resin 1 liter dan katalisnya 1/40 liter.



Gambar 6. Katalis

3. Mat

Bahan ini berupa anyaman mirip kain dan terdiri dari beberapa model, dari model anyaman halus sampai dengan anyaman yang kasar atau besar dan jarang-jarang. Berfungsi sebagai pelapis campuran adonan dasar fiberglass, sehingga sewaktu unsur kimia tersebut bersenyawa dan mengeras, mat berfungsi sebagai pengikatnya. Akibatnya fiberglass menjadi kuat dan tidak getas.



Gambar 7. Mat

2. Dempul fiberglass

Setelah hasil cetakan terbentuk dan dilakukan pengamplasan, permukaan yang tidak rata dan berpori-pori perlu dilakukan pendempulan. Tujuannya agar permukaan fiberglass hasil cetakan menjadi lebih halus dan rata sehingga siap dilakukan pengerjaan lebih lanjut.



Gambar 8. Dempul

Bahan Dasar Body Pesawat RC

Dari regulasi yang ada untuk keseluruhan pesawat mempunyai bobot yang sangat ringan yaitu 1,5 kg maka dari itu body pesawat aeromodeling dirancang seringan mungkin dan kuat, pada umumnya terbuat dari bahan polyfoam dan kayu balsa serta tambahan pengaplikasian komposit pada body menggunakan fiberglass yang diperkuat dengan campuran resin dan katalis bertujuan untuk memperkuat serat fiber pada body pesawat saat mengudara.

1. Polyfoam

Polyfoam atau sering disebut juga depron pada dasarnya adalah nama dari styrofoam padat (densitas tinggi). Bahan ini memiliki sifat yang kaku namun cukup ringan dan mudah dibentuk.



Gambar 9. Polyfoam

2. Kayu Balsa

Kayu balsa merupakan jenis kayu yang sangat ringan dan mudah dibentuk, kayu ini biasa digunakan untuk membuat pesawat aeromodeling dengan kombinasi polyfoam.



Gambar 10. Kayu Balsa

3. Fiber Glass

Bahan komposit yang digunakan dalam membuat pesawat aeromodeling adalah serat gelas atau *fiberglass*, yaitu kombinasi antara serat gelas yang sangat kecil dan sangat kuat yang diikat dengan resin. Bahan fiberglass memiliki kekuatan dan kemampuan menahan beban kejut (benturan) yang sangat tinggi dibanding dengan material lain, selain itu bahan ini juga sangat keras sehingga tidak akan mudah cacat saat dibawa mobilitas ke lapangan bahkan crash. Secara estetika, airframe dengan bahan *fiberglass* mampu dibentuk sangat mirip dengan detail bentuk yang aslinya dan dapat dicat dengan mudah. Kelemahan fiberglass adalah pembuatannya yang rumit terhadap bahan lain karena memerlukan proses yang panjang serta pengetahuan yang cukup.



Gambar 11. Serat Fiber

4. Resin Lycal 1101 dan katalis 1101

Resin Lycal 1101 adalah bahan baku untuk membuat fiberglass yang berupa cairan kental seperti lem dan memiliki warna yang bening. Bahan ini memiliki fungsi untuk mengeraskan atau membuat keras seluruh bahan yang di campur. Katalis adalah bahan baku untuk membuat *fiberglass* yang bening dan memiliki fungsi sebagai pengencer. Resin Lycal tipe ini memiliki tampilan yang bening seperti air dan cocok untuk matrial berbahan dasar plastik.



Gambar 12. Resin dan katalis

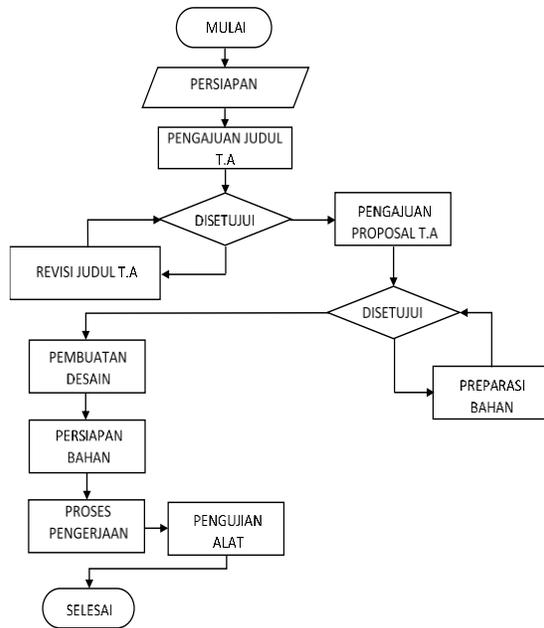
METODE PENELITIAN

Dalam perancangan tugas akhir baik itu berupa penelitian maupun perancangan teknologi tepat guna, para peneliti dapat memilih bermacam-macam metodologi. Metodologi merupakan kombinasi tertentu yang meliputi strategi, domain, dan teknik yang dipakai untuk mengembangkan teori (induksi) atau menguji teori (deduksi). Metodologi yang dipilih harus berhubungan erat dengan prosedur, alat, serta desain penelitian / rancangan yang digunakan.

Metodologi merupakan uraian tentang cara kerja bersistem yang berfungsi memudahkan pelaksanaan suatu kegiatan untuk mencapai tujuan yang ditentukan. Metodologi yang digunakan dalam pelaksanaan tugas akhir ini adalah metodologi deskriptif, yaitu pencarian fakta dengan interpretasi yang tepat. Jenis penelitian deskriptif digunakan, meliputi metode wawancara literature (studi pustaka), metode penelitian (observasi), dan metode wawancara serta bimbingan dosen.

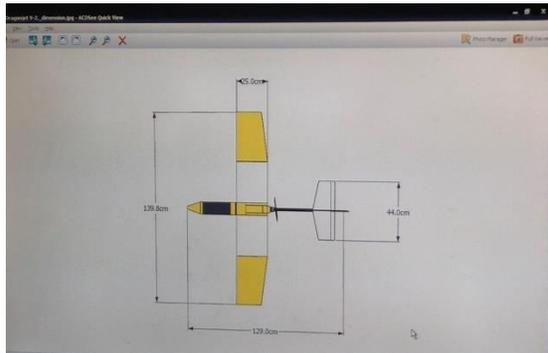
Diagram Alir

Berikut adalah diagram alir pengerjaan tugas akhir yang ditunjukkan pada gambar.



Gambar 13. Diagram Alir

HASIL DAN PEMBAHASAN



Gambar 14. Pesawat Trainer RC

- Spesifikasi Pesawat *Remote Control*
 1. Panjang sayap : 1380 mm
 2. Panjang Body : 1280 mm
 3. Tinggi : 450 mm
 4. Berat Pesawat : 1.5 kg
 5. *Propeller* : 9 x 8 inch
- Spesifikasi Komponen Elektrik

1. Suplay Daya : 2700 mAh
2. Tegangan Baterai : 11.1 V
3. Motor Brushless : 1000 KV
4. Motor Servo : SG – 90 (9g)
5. ESC : 30 A

➤ Sistem Kendali

1. *Remote Control* : FS-i6
2. *Receiver* : 2.4G (2A)
3. *Range* : 1000m

➤ Body

1. Bahan : Polyfoam
2. Tebal : 10 mm
3. Material komposit : *Fiberglass*

Pengaplikasian Material Komposit pada Body Pesawat Remote Control

1. Proses Pengaplikasian serat fiber dan resin yang sudah dicampur dengan katalis, gunakan kuas untuk mengoleskan.



Gambar 15. Proses Resin
(Sumber : Dokumentasi Pribadi)

- Ukur dan potong serat fiber sesuai panjang dan lebar bagian yang akan dikerjakan.
 - Resin 30% dan mat 70%
 - Oleskan cairan resin kepada body yang telah dilapisi serat fiber dengan perlahan sampai merata.
 - Biarkan kering sekitar 3-8 jam sampai hasilnya mengeras.
 - Gunakan cutter untuk merapikan bagian sudut dari body.
2. Setelah hasil mengering, selanjutnya Pengukuran central gravitasi (CG) pada body pesawat, agar keempat sudut dari body dapat center tengah danimbang.



Gambar 16. Proses central gravitasi

- Lakukan Penambahan resin pada titik tertentu atau pengamplasan secara perlahan lahan pada bagian yang tidak imbang, Terutama pada bagian sayap (wings).

Finishing body pesawat dengan menggunakan cat.

- Setelah proses pengamplasan selesai, lanjut pada proses pengecatan.



Gambar 17. Finishing Body

Hasil body setelah melalui proses pengaplikasian material komposit dan telah melalui proses cat.



Gambar 18. Hasil Body

Analisa Material Komposit Pada Body Pesawat Remote Control

Berdasarkan hasil analisa dan pengujian terbang pada pesawat, body pesawat yang diaplikasikan dengan fiberglass memiliki kekukangan dan kelebihan.

1. Kelebihannya body dengan aplikasi material komposit menjadi lebih rigid dan kuat saat terkena benturan. Pesawat menjadi lebih stabil saat bermanuver
2. Kekurangannya bobot body pesawat menjadi lebih berat setelah aplikasi material komposit. Konsumsi daya baterai yang lebih banyak, serta penggunaan spesifikasi motor yang lebih besar. Pesawat remote control dengan berat keseluruhan 1,5 kg ini dapat terbang lebih stabil dan lebih mudah dikendalikan saat bermanuver. Begitu juga pada saat terjadinya insiden, body pesawat lebih kuat saat terkena benturan.

KESIMPULAN

Dari hasil pengerjaan dan analisa pengujian serta pembahasan data yang diperoleh, dapat disimpulkan:

1. Dibutuhkan ketelitian dan keuletan dalam pembuatan cetakan dan produk body.
2. Dalam pengaplikasian material komposit pada body pesawat perlu diperhatikan dalam pencampuran adonan resin dan katalis agar proses pengeringannya dapat maksimal.
3. Pengerjaan proses fiberglass pada body pesawat dapat dilakukan dengan menggunakan metode *hand lay up*, karena dilakukan dengan cara manual.
4. Dalam proses menggosok dan memoles bahan butuh kesabaran dan ketelitian agar hasil yang didapatkan maksimal.
5. Hasil dari pengerjaan *fiberglass* sangat mempengaruhi spesifikasi dari komponen elektrik, semakin berat bobot body pesawat

- maka semakin besar pula konsumsi daya baterai dan motor brushless yang dibutuhkan.
6. Hasil dalam pengujian terbang, body pesawat yang diaplikasikan dengan material komposit, dapat terbang dengan waktu 28 menit dan terbang pesawat lebih stabil saat bermanuver serta lebih tahan terhadap hentakan pada saat *landing*.

DAFTAR PUSTAKA

ASTM. D 570–98 *Standard test method for waterabsorption of plastics*. Philadelphia: American Society for Testing and Materials

Dieter, George E. 1986. *Mechanical metallurgy*. Jakarta: Erlangga

Laporan praktikum material teknik ITN MALANG, 2018

Ragulasi KRTI, Kontes robot terbang 2019, RISETDIKTI

Sofyan, Bondan T. 2010. *Pengantar Material Teknik*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika

Surdia, T. 2013. *Pengetahuan Bahan Teknik*. Jakarta: PT Balai Pustaka