

Pembuatan PTTA JATAYU-01

Mochammad Haekal Farisi^{*[1]}, Bismil Rabeta^[2], Aswan Tajuddin^[3]

Program Studi Teknik Penerbangan, Fakultas Teknologi Kedirgantaraan,
Universitas Dirgantara Marsekal Suryadarma. Jl. Halim Perdanakusuma, RT.1/RW.9, Halim
Perdana Kusuma, Kec. Makasar, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 13610,
Indonesia.

*Corresponding Author : haekalfarisi3@gmail.com

Abstrak – Pesawat Terbang Tanpa Awak (UAV) atau PTTA merupakan kategori pesawat model yang tidak berpenumpang atau nirawak dan dapat dikendalikan secara manual maupun secara otomatis dengan tujuan untuk mencapai misi penerbangan tertentu. PTTA JATAYU-01 merupakan pesawat jenis *flying wing* dengan kategori *Small UAV* yang dibuat untuk pengoperasian misi foto udara dan pengiriman paket sebesar 500 gr. Penggunaan material sebagian besar menggunakan *composite* sebesar 57,5%, 24% material digunakan sebagai inti *sandwich* dan *skins*. 9% material merupakan penguat tambahan, dan 9% sisanya adalah material lainya yang berfungsi sebagai pelengkap tambahan. Struktur pesawat ini menggunakan konstruksi *monocoque* dengan model *sandwich composite*, Perpaduan antara struktur *monocoque* dengan *sandwich composite* ini untuk mendapatkan sebuah kombinasi struktur yang lebih optimal pada PTTA JATAYU-01. Pesawat ini memiliki massa sebesar 5.8 kg. Sayap pesawat ini memiliki *sweep angle* 30 ° dengan *aspect ratio* sebesar 10,44 dengan MAC 311,1 mm. Pemasangan *angle of incidence* 2° pada *root* dan -3° pada *tip*. Perbedaan *angle of incidence* ini untuk meningkatkan kestabilan *longitudinal* selama pesawat dalam misi penerbangan. Kemampuan sayap menahan beban dengan luas sayap 600.000 mm² adalah 9,6 kg /m².

Kata Kunci: UAV, Monocoque , Penggunaan Material, Komposit, Small UAV, Flying Wing

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pada zaman moderen perkembangan teknologi pesawat terbang tanpa awak atau UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) sangatlah memiliki peran penting bagi kehidupan manusia. Adanya teknologi UAV ini membantu mempermudah pekerjaan manusia menjadi lebih mudah khususnya dalam bidang *aerial photo*, *surveillance*, dan *military*. kemudian misi pengiriman paket ke wilayah yang akses nya sulit untuk dijangkau oleh transportasi darat dan laut. Sehingga setiap industri manufaktur pesawat UAV berlomba-lomba untuk meningkatkan teknologi dibidang tersebut.

Dalam dunia pendidikan adanya teknologi UAV ini juga dijadikan sebagai bagian penelitian dan pengembangan sebuah karya dari mahasiswa yang kedepanya bertujuan untuk pengabdian diri kepada masyarakat. Selanjutnya teknologi tersebut dijadikan sebagai ajang untuk meningkatkan kompetensi mahasiswa serta mengeksplorasi perkembangan teknologi UAV sebagai media pembelajaran.

1.2 Rumusan Masalah

Dalam proses pelaksanaan penelitian ini menggunakan beberapa rumusan masalah sebagai berikut :

- Bagaimana proses serta tahapan dalam pembuatan Pesawat Terbang Tanpa Awak JATAYU – 01 ?
- Bagaimana proses penempatan material PTTA JATAYU – 01 yang biasa digunakan dalam *Aeromodelling* ?

1.3 Batasan Masalah

- Penelitian hanya berkaitan dengan pembuatan dan penempatan pemilihan material PTTA JATAYU – 01.
- Pemilihan Penempatan material hanya pada komponen dan sub-komponen PTTA JATAYU-01
- Pemilihan material dilakukan berdasarkan material yang biasa digunakan dalam dunia aeromodelling.
- Satuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah meter dan milimeter.
- Perhitungan luas dan *volume* menggunakan *software Autodesk AutoCAD*.
- Komponen elektronika pada PTTA JATAYU-01 hanya dilakukan proses pengadaan tanpa pembuatan secara menyeluruh.

1.4 Tujuan Penelitian

- Penelitian hanya berkaitan dengan pembuatan dan penempatan pemilihan material PTTA JATAYU – 01.
- Pemilihan Penempatan material hanya pada komponen dan sub-komponen PTTA JATAYU-01
- Perhitungan luas dan *volume* menggunakan *software Autodesk AutoCAD*.
- Komponen elektronika pada PTTA JATAYU-01 hanya dilakukan proses pengadaan tanpa pembuatan secara menyeluruh.

II. Landasan Teori

2.1 Unmanned Aerial Vehicle

merupakan kategori pesawat model yang tidak berpenumpang atau nirawak dan dapat dikendalikan secara manual maupun secara otomatis dengan tujuan untuk mencapai misi penerbangan tertentu. Pesawat UAV ini dibekali dengan teknologi canggih seperti sensor-sensor, *payloads*, kamera dan seperangkat alat telekomunikasi lainnya untuk mendukung kesuksesan misi dari penerbangan sebuah pesawat tanpa awak tersebut. ^[1]

Small UAV merupakan pesawat terbang tanpa awak yang digunakan untuk operasi militer. Pesawat ini beroperasi pada jarak kurang lebih 100 km seperti pengintaian, target *drone*, dan pengawasan lainnya. *Close range UAV* ini termasuk kedalam *Small UAV* yang memiliki *endurance* terbang 30-120 menit terbang dan di operasikan dengan ketinggian terbang 1000-5000 feet atau sekitar 300-1500 m dengan kecepatan 25m/s dan jarak tempuh maksimal 100 km^[16] dan dengan berat 5-20 lb atau sekitar 2,5-9 kg.

Flying wing merupakan model pesawat yang dirancang tanpa menggunakan bagian *tail* atau *tail less* tetapi tidak mengurangi kestabilan pesawat tersebut. Karakteristik pesawat *flying wing* adalah pada bagian bodi dirancang untuk mendapatkan gaya angkat maksimum seperti sayap pada umumnya. ^[4]

2.2 BAGIAN PENYUSUN UAV

1. Sistem Rangka (Airframe)

Pada sistem ini terdiri dari bagian sayap, bodi atau *fuselage*, *tailboom*, *tail section* yang di pasang dan dirakit secara keseluruhan hingga menjadi satu kesatuan model pesawat yang utuh dan siap terbang

2. Sistem Elektrikal dan navigasi

Sistem elektrikal ini terdiri dari baterai, *flight controller*, satu paket *Global Positioning Sistem* atau *GPS*, alarm, sistem pengaman dan penguat arus, dan sistem *tranceiver*. Peralatan ini

digunakan untuk memandu pesawat selama menjalankan misi penerbangan.

3. Sistem Propulsi

Sistem propulsi ini terdiri dari *engine*, atau motor *brushless*, *propeller* yang digunakan untuk menambah performa terbang sebuah pesawat UAV dalam menjalankan setiap misi penerbangannya.^[3]

4. Sistem Kemudi (*Flight Control*)

Sistem kemudi atau *Flight Control* ini merupakan sistem kendali pesawat UAV yang di rancang untuk mengatur pergerakan pesawat secara translasi dan rotasi sehingga pesawat dapat bermanuver tanpa kehilangan gaya angkat. Sistem kemudi ini sama halnya dengan sistem yang ada pada pesawat konvensional seperti *primary flight control*. Pada *primary flight control* terdiri dari *rudder*, *elevator* dan *aileron*.

2.2 Struktur *Monocoque*

Monocoque merupakan kalimat yang berasal dari dua suku kata, berasal dari bahasa Yunani yaitu *mono* atau satu dan berasal dari bahasa Prancis *coque* atau cangkang. Filosofi sebuah konstruksi *monocoque* adalah sebuah cara atau teknik dalam struktural dimana sebuah *stress* dialirkan dan direaksikan oleh membran atau lapisan tipis yang disebut cangkang material.^[6]

2.3 COMPOSITE SANDWICH

Composite merupakan gabungan dari dua material atau lebih, terdiri dari penguat dan pengikat yang saling merekat satu sama lain sehingga membuat suatu struktur baru yang lebih kuat dan ringan.^[10] Dalam penyusunannya *composite* terdiri dari dari susunan pengikat (*matriks*) dan penguat (*Reinforced*).

Sandwich composite merupakan struktur yang memperpadukan beberapa material dengan *core* atau inti yang lebih tebal namun ringan. Dengan tujuan setiap struktur yang menggunakan metode *sandwich* ini mampu mendapatkan tingkat kekakuan yang lebih baik dan memiliki *thickness* yang lebih tebal dan memiliki berat yang sangat ringan.

2.4 FABRIKASI HAND LAYUP

Hand layup merupakan metode yang digunakan secara umum dikenal dengan metode menutut resin menggunakan kuas secara sistematis dan keseluruhan pada serat *fiberglass* untuk mendapatkan suatu struktur yang baik dengan menggunakan alat sederhana.

2.5 PUSAT MASA

Pusat massa merupakan merupakan letak atau lokasi titik kesetimbangan utama pada sebuah

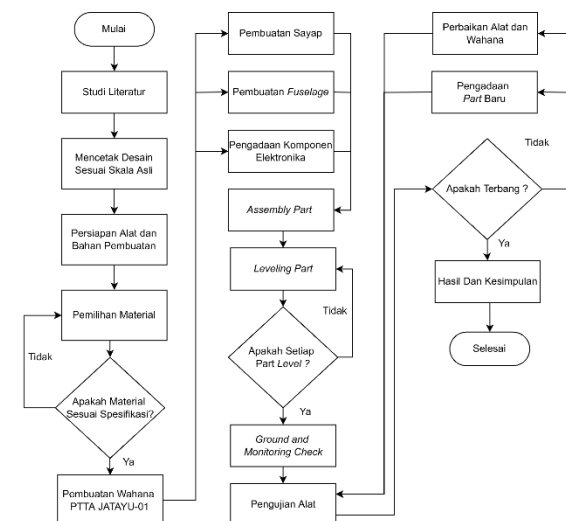
benda berdasarkan bangun datar maupun bangun ruang.^[24]

$$\bar{x} = \frac{A1.X1 + A2.X2 + A3.X3}{A1 + A2 + A3} \dots\dots\dots 2.1$$

$$\bar{y} = \frac{A1.Y1 + A2.Y2 + A3.Y3}{A1 + A2 + A3} \dots\dots\dots 2.2$$

Pada **persamaan 2.1** adalah persamaan untuk menghitung pusat massa terhadap sumbu x, sedangkan pada **persamaan 2.1** merupakan persamaan untuk menghitung pusat massa terhadap sumbu Y, sehingga pada persamaan tersebut dapat ditentukan pusat massa berdasarkan perpotongan dua garis dan titik koordinat.

III. Metodologi Penelitian



Gambar 3.15 Diagram Alir Penelitian

Dalam prosedur pembuatan PTTA JATAYU-01 menggunakan metode *sandwich composite* dengan teknik manufaktur *hand layup* dan *vaccum bagging* pada setiap bagian pesawat tersebut. struktur pesawat ini menggunakan konstruksi *monocoque* atau *full-monocoque*.

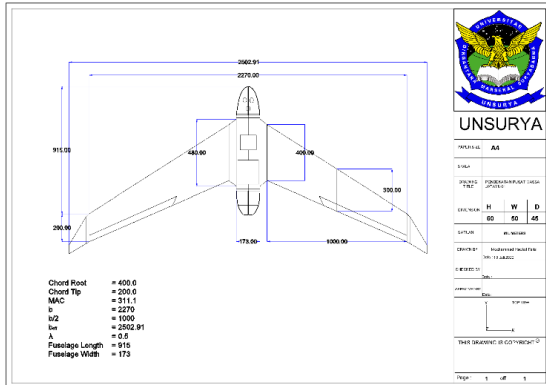
IV. Hasil dan Pembahasan

4.1 Konseptual Desain

Konseptual Desain PTTA JATAYU-01 Konseptual desain merupakan tahapan pertama dan fase yang paling penting dari sebuah desain pesawat khusus nya PTTA JATAYU-01. Pada fase ini sebuah pesawat akan di desain berdasarkan konsep sebuah rancangan tanpa perhitungan yang presisi, dengan kata lain hampir semua parameter ditentukan berdasarkan keputusan proses pembuatan dan teknik penyeleksian sebuah rancangan.^[1]

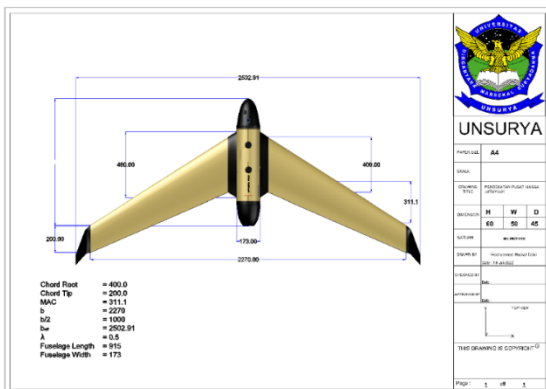
4.1.1 Pemodelan

Fase pemodelan 2 dimensi dan 3 dimensi pada PTTA JATAYU-01 menggunakan *software AutoCAD*. pada fase pemodelan ini semua parameter penentu dipertimbangkan. Pemodelan 2 dimensi dapat dilihat pada **Gambar 4.1**.



Gambar 4.15 Pemodelan 2 Dimensi

Pada fase pemodelan 3 dimensi dapat dilihat bentuk asli sesuai dengan konsep perancangan sebelumnya..



Gambar 4. 16 Pemodelan 3 Dimensi

4.1.2 Spesifikasi Lengkap

Berikut merupakan spesifikasi lengkap pada PTTA JATAYU-01 :

1. Wing Span : 2502,91 mm
2. Chord Root : 400 mm
3. Chord Tip: 200 mm
4. MAC : 311,1 mm
5. Chord Root Fairing : 480 mm
6. Fuselage Length : 924 mm
7. Negative Twist Angle : 3 Deg
8. Angle of Incidence :2 Deg
9. Joiner Hole : 25.4 mm
10. Compartment Space : 970 mm³
11. Wing Area : 600.000 mm²
12. Empty Weight :3.100 gram
13. Total Weight : 5.800

14. MTOW : 7.000 gram
15. Propeller Tipe : Pusher 14 x 7 Inch
16. Battery : LiPo 10.000 mAh
17. Payload/Cargo : 500 gr
18. Sweep Angle : 30 Deg
- 19.

4.1.3 Klasifikasi PTTA JATAYU-01

Fase ini merupakan pengklasifikasian PTTA JATAYU-01 dimana berdasarkan parameter speed, weight, altitude, dan endurance terbang PTTA ini masuk kedalam kategori *Small UAV*.

Tabel 4.2 Pengklasifikasian PTTA

Pengklasifikasian PTTA			
No.	Parameter	Small UAV	PTTA JATAYU-01
1	Speed	25 m/s ^[16]	18-22 m/s
2	Weight	25-150 kg ^[15]	5 -7 kg
3	Flying Altitude	150-300 meters ^[15]	150-200 meters
4	Endurance	< 2 hours ^[15]	30 min- 45 min

4.1.4 Pusat Masa

Perhitungan pusat masa (CG) pada PTTA JATAYU-01 menggunakan media dua dimensi. Perhitungan ini adalah dengan mencari CG pada setiap bangun datar yang telah dipecah menjadi beberapa bagian seperti *wing*, *fairing*, dan *fuselage*. kemudian setelah ditemukan CG masing-masing bangun datar barulah digunakan persamaan di bawah ini untuk menentukan pusat masa gabungan sebuah PTTA JATAYU-01 :

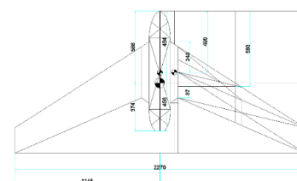
$$\bar{y} = \frac{A_{wing} \cdot Y_{wing} + A_{fairing} \cdot Y_{fairing} + A_{fuse} \cdot Y_{fuse}}{A_{wing} + A_{fairing} + A_{fuse}}$$

$$\bar{y} = \frac{600.000 \cdot 484 + 52.800 \cdot 480 + 145723,65 \cdot 593}{600.000 + 52.800 + 145723,65}$$

$$\bar{y} = \frac{402158124}{798523}$$

$$\bar{y} = 505,6 \text{ mm}$$

$$(\bar{x}, \bar{y}) = (1145 \text{ mm}, 505,6 \text{ mm})$$



Gambar 4.17 Penentuan Pusat Massa

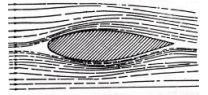
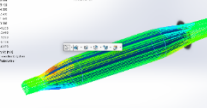
4.2 PARAMETER KARAKTERISTIK PTTA JATAYU-01

Parameter karakteristik sayap pada PTTA JATAYU-01 merupakan perhitungan karakter sayap dan *fuselage* yang mampu membedakan antara pesawat ini dengan pesawat model lainnya, dan parameter ini merupakan penentu pesawat terhadap misi penerbangan yang digunakan.

Tabel 4.3 Parameter Karakteristik PTTA JATAYU-01

Parameter Karakteristik Sayap			
No.	Keterangan	nilai	satuan
1	<i>Taper Ratio</i>	0,5	-
2	<i>MAC</i>	311,1	mm
3	<i>Aspect Ratio</i>	10,44	-
4	<i>sweep angle</i>	30	°
5	<i>Angle of Incidence</i>	2	°
6	<i>Twisting Angle</i>	-3	°
7	<i>Wing Loading</i>	9,6	kg/m ²

Tabel 4.4 Parameter Karakteristik Fuselage

Hasil Percobaan			
No	Bentuk	Gambar	Hambatan
1	Airfoil		5%
2	PTTA		>5<15%

4.3 Persentase Penggunaan Jumlah Material

Penentuan persentase jumlah material yang ditunjukkan pada **Tabel 4.4** merupakan hasil persentase dari penempatan material pada setiap komponen dan sub komponen yang dapat dilihat pada **Tabel 4.5**.

Tabel 4.5 Penggunaan Jumlah Material

Persentase Penggunaan Material PTTA JATAYU-01		
Material	Kuantitas	persentase (%)
<i>E-glass Fiber cloth 135 gr/m2</i>	10	30,3
<i>Carbon fiber 200 gr/m2</i>	4	12,1
<i>Carbon unidirectional 300 gr/m2</i>	5	15,1
<i>Styrofoam</i>	3	9
Kayu Balsa	5	15,1
Triplek	3	9
<i>Lainya</i>	3	9
Total	33	100

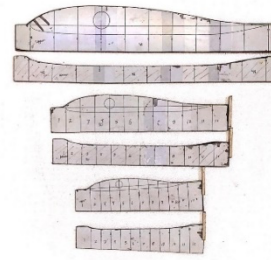
Tabel 4.6 Penempatan Jumlah Material

Penempatan Jumlah Material			
No.	Komponen	Sub Komponen	Material
1	Sayap	<i>Skin</i>	Kayu Balsa
		<i>Spar</i>	<i>Carbon UD</i>
		<i>Joiner</i>	<i>E-glass fiber</i>
		<i>Profil Airfoil</i>	Lainya
			<i>E-glass fiber</i>
			Triplek

		<i>Airfoil Core</i>	<i>Carbon 200</i>
		<i>Sleeve</i>	<i>Styrofoam</i>
		<i>Bolts</i>	<i>E-glass Fiber</i>
			Lainya
2	<i>Winglet</i>	-	<i>Carbon UD</i>
			<i>Styrofoam</i>
			<i>E-glass Fiber</i>
3	<i>Fuselage</i>	<i>Skins</i>	<i>E-glass Fiber Cloth</i>
			Kayu Balsa
			<i>E-glass Fiber</i>
		<i>Deck</i>	Kayu Balsa
			<i>E-glass Fiber</i>
		<i>Former Deck</i>	Kayu Balsa
			<i>Carbon UD</i>
			<i>Carbon fiber</i>
		<i>Nose Cone</i>	<i>E-glass Fiber</i>
			<i>Carbon fiber</i>
4	<i>Fairing</i>	<i>Mounting</i>	Kayu Balsa
			Triplek
			<i>E-glass Fiber</i>
		<i>Engsel</i>	Lainya
			<i>Carbon fiber</i>
			<i>Styrofoam</i>
		-	<i>Carbon UD</i>
			Triplek
			<i>E-glass fiber</i>

4.4 Pembuatan PTTA JATAYU-01

4.4.1 Pembuatan Sayap



Gambar 4.18 Template Airfoil Sayap

Proses awal pembuatan sayap adalah pembuatan *template airfoil* kemudian pemotongan sayap, lalu pembuatan *winglet*, dan pemasangan *spar* pada sayap kemudian dicover menggunakan kayu balsa dengan tebal 1.5 mm



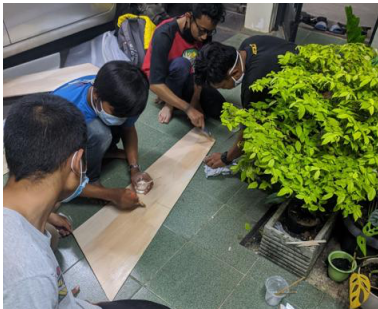
Gambar 4.19 Pembuatan Sayap



Gambar 4. 20 Pembuatan Winglet



Gambar 4.21 Pembuatan Spar



Gambar 4.22 Pemotongan Skin

Selanjutnya adalah proses *vaccum bagging* menggunakan *vaccum pump* 1/4 hp. Proses ini sekaligus menggabungkan spar skin dan inti *styrofoam* menjadi sebuah konstruksi baru yang disebut *sandwich structure*.



Gambar 4.23 Proses Vaccum Bagging

4.4.2 Pembuatan *Fuselage*

Pembuatan *fuselage* menggunakan molding PVC dengan diameter 6 inch. Kemudian dilakukannya pemotongan balsa dengan tebal 1.5 mm sebagai inti dan serat *e-glass fiber* sebagai penguat luar dan menggunakan pengikat atau

matriks resin *lycal 1011*



Gambar 4.24 Pemilihan Molding Fuselage



Gambar 4.25 Fabrikasi Hand Layup

Selanjutnya adalah proses *vaccum bagging* menggunakan *vaccum pump* 1/4 hp. Setelah selesai barulah mengeluarkan model dari molding pvc. Setelah itu pemasangan komponen tambahan seperti joiner yang terlihat pada **Gambar 4.13**.

Pada **Gambar 4.14** merupakan proses pembuatan *nose cone* dan *tail cone* pada PTTA JATAYU-01. Pembuatan ini bertujuan untuk membuat bentuk dari *fuselage* menjadi lebih *streamline* ketika aliran udara melewati model tersebut.



Gambar 4.26 Vaccum Bagging



Gambar 4.27 Pemasangan Joiner



Gambar 4.28 Pembuatan Nose dan Tail Cone

4.5 ASSEMBLY DAN LEVELING PART

Pada proses *assembly* pada **Gambar 4.15** merupakan proses penyatuan antara sayap, *fuselage*, dan winglet. Pada **Gambar 4.16** merupakan proses penyatuan antara *nose cone*, dan *tail cone* ke *fuselage*. Proses *assembly* ini bertujuan untuk memasang seluruh bagian komponen PTTA JATAYU-01 dan untuk melihat celah pada setiap sambungan pada pesawat tersebut. Sehingga memudahkan pembuat dalam melakukan peninjauan kembali terhadap hasil.



Gambar 4.29 Assembly Wing dan Fuselage



Gambar 4.30 Assembly Nose dan Tailcone

Pada **Gambar 4.17** merupakan proses *levelling part* dimana komponen tersebut dilihat tingkat akurasi kelurusan pemasangannya.



Gambar 4.31 Levelling Sudut Pasang

4.6 PENGUJIAN PTTA JATAYU-01

Pengujian PTTA JATAYU-01 ini dilakukan pada lapangan terbang Lanud Gorda -Banten. Pada tahap ini pesawat mengalami keberhasilan dalam pengujian yang ditandainya dengan pencapaian

misi *take off- climbing-cruising- approaching- dan landing* dengan selamat.



Gambar 4.32 Fase Take off



Gambar 4.33 Fase Cruising

Fase *cruising* pesawat terbang dengan kecepatan jelajah sebesar 18 m/s yang diukur terhadap permukaan daratan. Fase *cruising* dapat dilihat pada **Gambar 4.19**.



Gambar 4.34 Fase Landing

Fase *landing* atau fase pendaratan menggunakan sistem *baily landing* atau landing menggunakan permukaan *fuselage* yang dibantu dengan *landing net* berupa jaring untuk menangkap pesawat yang melaju pada kecepatan yang relatif rendah.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka didapatkan beberapa kesimpulan hasil penelitian :

1. Dalam proses pembuatan PTTA JATAYU-01 menggunakan konstruksi *monocoque* dengan massa kosong sebesar 3.8 kg dan massa total sebesar 5.8. *Wing planform* yang digunakan pada pesawat ini dengan *aspect ratio* sebesar 10,44 dan *swept leading* sebesar 30° dengan

chord atau MAC rata-rata 311,1 mm. Pemasangan sayap positif 2° pada *root* dan pada *tip* sebesar 3°. Perbedaan sudut puntir ini untuk mengurangi *stall* terhadap sudut serang yang tinggi. Pesawat ini digunakan untuk misi foto udara dan *dropping* paket. Kemampuan sayap menahan beban dengan luas sayap 600.000 mm² adalah 9,6 kg per meter persegi.

2. Dalam proses penempatan material pada komponen dan sub-komponen PTTA JATAYU-01 sebagian besar penggunaan material menggunakan *composite* sebesar 57,5% yang terdiri dari *e-glass fiber*, *carbon fiber*, *carbon unidirection*. Pemilihan bahan tersebut dipilih karena memiliki harga yang relatif lebih murah dan mudah dijumpai dipasar Indonesia. Material ini diperkuat oleh *polymer lycal 1011*. 24% material digunakan sebagai inti dan pelapis skin yaitu kayu balsa dan *styrofoam*. 9% material merupakan penguat tambahan seperti triplek 3 mm, dan 9% sisanya adalah material lainnya seperti *bolts*, *aluminium hollow*, plastik dan sebagainya. Dengan kata lain Perpaduan antara struktur *monocoque* dengan struktur *sandwich* ini bertujuan untuk mendapatkan sebuah kombinasi struktur pada PTTA JATAYU-01 sehingga menjadi lebih optimal dalam segi manufakturnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Sadraey, M, 2017, *Unmanned Aircraft Design; A View Fundamentals*, Wiley Publication.
- [2] Austin, R, 2010, *Unmanned Aircraft System Development*, New Delhi Aptara Inc.
- [3] Budiharto, W, 2021, *Desain dan Pemograman Drone Cerdas*, Penerbit Andi.
- [4] Lennon, A, 1996, *R/C Model Aircraft Design : Practical Techniques For Building Better Models*, Air Age Media Inc.
- [5] Suparman, S.B, 1982, *Konstruksi Rangka Pesawat Terbang*, Jakarta Pusat, PT. Harapan Masa.
- [6] Snorri. G, 2014, *Aircraft Structural Layout*, Page 97-131.
- [7] Megson, 2005, D.T, *Structural and Stress Analysis*, Britain, Charon Tec Pvt.Ltd.
- [8] Klaten, S, 2021, *Pemilihan Material dan Proses*, Cilegon, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa.
- [9] Ashby, M.F, 1999, *Material Selection In Mechanical Design*, Departemen of Engineering, Cambridge University.
- [10] Chawala, K, 2011, *Composite Materials*, Birmingham, Departement of Materials Science and Engineering University of Alabama. Third edition.
- [11] Saito, D.S, 1999, *Pengetahuan Bahan Teknik*, Jakarta P.T Pradnya Paramita.
- [12] Nugroho, G, 2019, *Proses Fabrikasi dan Sifat Mekanik Komposit Polimer dengan Metode Bladder Compression Moulding*, Yogyakarta, Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada.
- [13] Fitrianto, A, 2015, *Modul 2 Dimensi Menggambar Denah Rumah Tinggal*, Tegal, Universitas Negeri Semarang.
- [14] Profii 2.30, 2021, *Searching for the right airfoil for your application*, [Profili 2 - wing airfoils managing, printing and analysis software](#), diakses tanggal 9 Agustus 2022.
- [15] Lal Jeyan, M, 2020, *Mini UAV-A Review of the Parameters For Classification of a Mini UAV*, Embury-Riddle Aeronautical University, vol.3
- [16] C. Crouch, C, 2005, *Thesis of Integration of mini-uavs at the Tactical Operation Level*, Monterey California, Naval Postgraduate School.
- [17] Fillippone, A, 2006, *Flight Performance and Rotary Wing Aircraft*, Britain, Elsevier.Ltd
- [18] FAA Aircraft, 2022, *Light-sport category Aircraft*, www.faa-aircraft-certification.com diakses pada tanggal 27 Agustus 2022
- [19] Jayant Sirohi, 2013, *Bioinspired and Biomimetic Microflyers*, United States, University of Texas at Austin.
- [20] Sadraey, M, 2013, *Aircraft Design A System Engineering Approach*, United States, Daniel Webster Collage.
- [21] Bayraktar UAV, *Tactical UAV Spesification*. <https://www.army-technology.com/projects/bayraktar-tb2-tactical-uav>. Diakses pada tanggal 4 September 2022.
- [22] MALE UAV, *Medium Altitude Long Endurance Spesification*, <https://www.airforce-technology.com/projects/harfang-drone/> Diakses pada tanggal 4 September 2022.
- [23] HALE UAV, *High Altitude Long Endurance Spesification*, <https://www.airforcetechnology.com/projects/phantomeyeunmannedae/> Diakses pada tanggal 4 September 2022.
- [24] Prof. Mikra, *Menentukan Pusat Massa*

Bangun Ruang, <https://www.prof.mikra.org>.
Diakses pada tanggal 10 september 2022.