

## Perancangan dan Pengujian Terbang Pesawat Tanpa Awak Lokeswara

Muhammad Robeth Sirojuddin <sup>1)</sup>, Setyawan Bektu Wibowo<sup>2)</sup>, Gesang Nugroho <sup>3)</sup>

<sup>1),2)</sup> Departemen Teknik Mesin Sekolah Vokasi Universitas Gadjah Mada  
Jl. Yacarana Sekip Unit IV, Yogyakarta 55218.

<sup>3)</sup> Departemen Teknik Mesin dan Industri Fakultas Teknik Universitas Gadjah Mada  
Jl. Grafika No. 2, Yogyakarta 55281.  
Email : robeth.sirojuddin@mail.ugm.ac.id

**Abstrak.** Kemajuan teknologi pesawat tanpa awak kini semakin pesat dan meluas. Kebutuhan akan teknologi pesawat tanpa awak untuk membantu mengatasi beberapa masalah sudah dikembangkan. Contoh pemanfaatannya adalah untuk pemetaan, pemantauan, pengiriman logistik dan lainnya. Namun dari beberapa manfaat tersebut hanya dapat dilakukan secara terpisah, karena pesawat tanpa awak memiliki karakteristik dan misi tersendiri. Dengan adanya inovasi pesawat tanpa awak Lokeswara diharapkan dapat melakukan keseluruhan misi secara bersamaan. Pesawat tanpa awak lokeswara merupakan pesawat dengan konfigurasi flyingwing yang memiliki karakteristik mampu terbang dengan lincah dan cepat. Material yang digunakan adalah komposit, dengan metode manufaktur Contact Molding. Proses perancangan pesawat tanpa awak menggunakan software Autodesk Inventor Professional 2016. Hasil dari perancangan pesawat tanpa awak ini didapatkan data dimensi pesawat tanpa awak, serta data uji terbang pesawat tanpa awak tersebut. Dimensi pesawat tanpa awak tersebut memiliki bentang sayap 1,5 m, panjang fuselage 0,9 m, kapasitas volume muatan 343cm<sup>3</sup> sebanyak 4 buah. Data karakteristik pesawat didapatkan MTOW (Maximum Take-off Weight) 3,2 kg, Stall Speed 8,6m/s, dan cruising speed 14m/s.

**Kata kunci:** Pesawat Tanpa Awak, Flyingwing, Inventor, Contact Molding.

### 1. Pendahuluan

Seiring perkembangan teknologi yang semakin canggih dan banyak peralatan atau benda-benda yang dapat dibuat dan dimanfaatkan dengan banyak fungsi. Berkembangnya bidang teknologi itu tidak hanya dapat digunakan didarat ataupun dilaut melainkan juga diudara. Contoh nyatanya adalah perkembangan teknologi dalam dunia kedirgantaraan yaitu UAV (*Unmanned Aerial Vehicle*) atau yang biasa disebut pesawat tanpa awak atau *drone*. UAV merupakan sebuah teknologi yang tidak memerlukan pilot untuk melakukan sebuah misi dan dapat dikendalikan dari jarak jauh secara *autonomous* atau otomatis.

Pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) adalah wahana terbang yang dikendalikan jarak jauh oleh pilot ataupun mampu bergerak secara otomatis sesuai parameter yang dimasukkan pada sistem kendalinya. Wahana tersebut dapat terbang karena pengaruh teori aerodinamika. Umumnya wahana pesawat tanpa awak digunakan pada bidang militer, pertanian, infrastruktur, logistik, dan sebagainya. [1].

Pesawat tanpa awak berguna untuk pelayanan sipil, pemerintahan, namun pada kenyataannya pesawat jenis ini lebih banyak digunakan sebagai alat militer, bahkan kini Eropa, Kanada dan Amerika Serikat terus berfokus untuk mengembangkan kegunaan pesawat tanpa awak dalam bidang militer terutama sebagai alat peperangan. Pengembangan pesawat tanpa awak militer dimulai pada tahun 1990, dengan adanya peristiwa 11 September, pesawat tanpa awak mulai dioperasikan untuk kepentingan militer di luar wilayah negara. [2].

Pemanfaatan teknologi UAV sudah bermacam-macam, mulai dari bidang militer, digunakan sebagai pengintaian, memperkuat pertahanan, dropping logistik. Dibidang sipil UAV digunakan disektor pertanian, *monitoring area*, pemetaan, pengiriman barang, dsb. Beberapa perusahaan diluar negeri sudah melirik teknologi UAV untuk meningkatkan efektifitas kerja manusia. Pada kondisi saat ini dimasyarakat pada umumnya *drone* digunakan untuk mengirimkan barang, sedangkan pada dunia militer *drone* dapat digunakan untuk menjatuhkan bahan peledak disebuah area. Pada dunia militer dibutuhkan sebuah pesawat tanpa awak yang dapat menjatuhkan muatan bahan peledak tepat pada sasaran dan tidak terdeteksi oleh radar.

Salah satu perkembangan dari UAV adalah dari segi manufakturnya. Pemilihan material sekaligus metode manufakturnya sangat beragam, hal ini akan terus berkembang untuk mendapatkan pesawat

tanpa awak yang *rigid* dan ringan. Penggunaan material komposit merupakan salah satu rekayasa material yang dapat mereduksi berat dan meningkatkan kekuatan UAV.

Dari beberapa permasalahan tersebut dibuatlah pesawat tanpa awak yang memiliki kemampuan membawa dan menjatuhkan benda di area tertentu dengan tingkat akurasi tinggi menggunakan material komposit. Gay mendapatkan beberapa metode manufaktur komposit yang efektif. Metode tersebut adalah: *Contact Molding*, *Compression Molding*, dan *Vacuum Molding*. Gay membuktikan bahwa penggunaan material komposit memungkinkan untuk mendapatkan penurunan berat antara 10% hingga 50% dengan kekuatan yang sama dengan logam konvensional, serta dapat mengurangi biaya antara 10% hingga 20% dengan logam konvensional. [3]

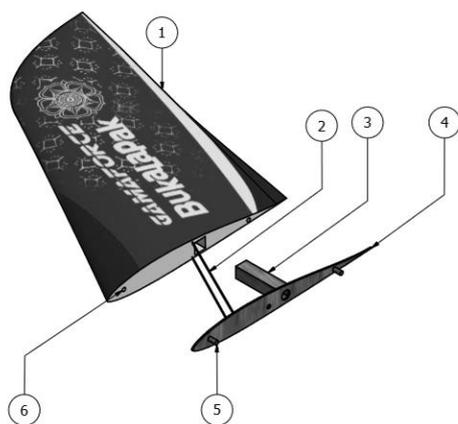
## 2. Pembahasan

### 2.1. Proses Desain

Tabel 1 Detail spesifikasi airframe pesawat tanpa awak

Part	Wings		V-Tail	
	Dimensi	Satuan	Dimensi	Satuan
<i>Span</i>	1500	mm	165	mm
<i>Root chord</i>	425	mm	200	mm
<i>Tip chord</i>	225	mm	130	mm
<i>Sudut sweep</i>	29.5	derajat	32	derajat
<i>Aspect ratio</i>	4.347	-	-	-
<i>Wing area</i>	517500	mm <sup>2</sup>	26400	mm <sup>2</sup>
<i>Aileron span</i>	365	mm	-	-
<i>Aileron chord</i>	50	mm	-	-
Sistem Propulsi				
<i>Propeller</i>	14	Inch		
<i>Pitch Propeller</i>	7	-		

Tahap penentuan konfigurasi pesawat mengikuti spesifikasi yang telah ditentukan sebagaimana terlihat pada Tabel 1. Pada tahap ini desain dibuat sesuai dengan yang telah direncanakan dan diimplementasikan kedalam desain 3D serta untuk menghasilkan *detail drawing* yang telah siap untuk dilakukan proses manufaktur.



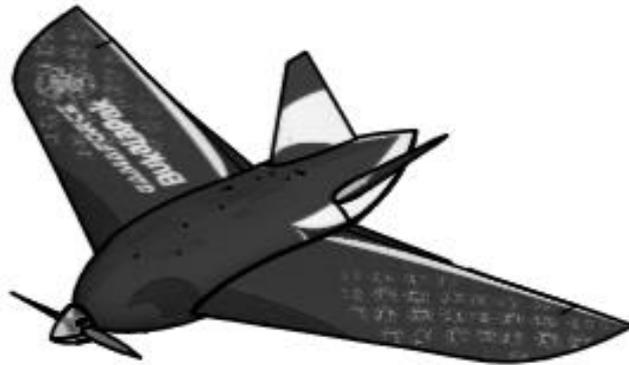
Keterangan:

1. Lapisan material *composite*
2. Spar material *carbon*
3. Rumah *jointer* material triplek
4. *Rib* material triplek
5. Pin material kayu
6. *Core* material *hardfoam*

Gambar 1 Bagian-bagian sayap

Menurut Raymer proses mendesain sebuah pesawat terbagi menjadi tiga tahap yaitu *conceptual design*, *preliminary design*, *detail design* [4]. Tahap *conceptual* menentukan parameter dasar dari pesawat terbang berdasarkan misi yang akan dilakukan oleh pesawat tersebut. Tahap *preliminary* bertujuan mengoptimalkan parameter yang telah didapatkan. Tahap *detail drawing* bertujuan untuk

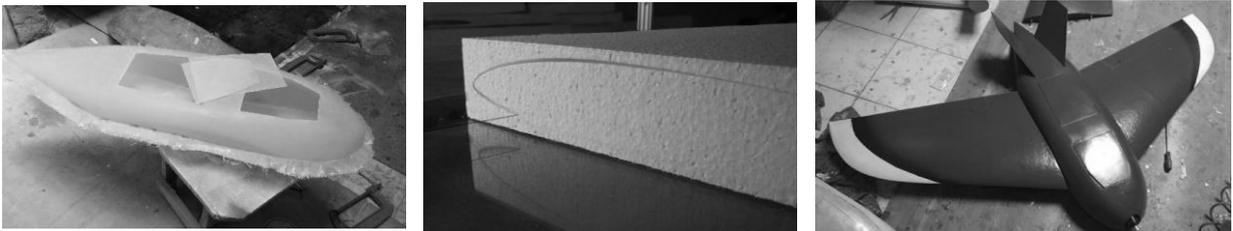
mendapatkan gambar secara detail dan siap untuk proses manufaktur. Bagian-bagian pesawat dan hasil desain diperlihatkan pada Gambar 1 dan Gambar 2.



Gambar 2 Hasil akhir desain 3D model

## 2.2 . Proses Manufaktur

Proses *manufaktur* pesawat tanpa awak lokeswara menggunakan material komposit dengan metode proses *contact molding*. Proses *contact molding* diterapkan pada tahap pembuatan *fuselage* sedangkan pada bagian sayap menggunakan metode *lay-up* (pelapisan) komposit. Adapun proses menufaktur diperlihatkan pada Gambar 3.



Gambar 3 Proses manufaktur pesawat tanpa awak

## 2.3 . Uji Terbang



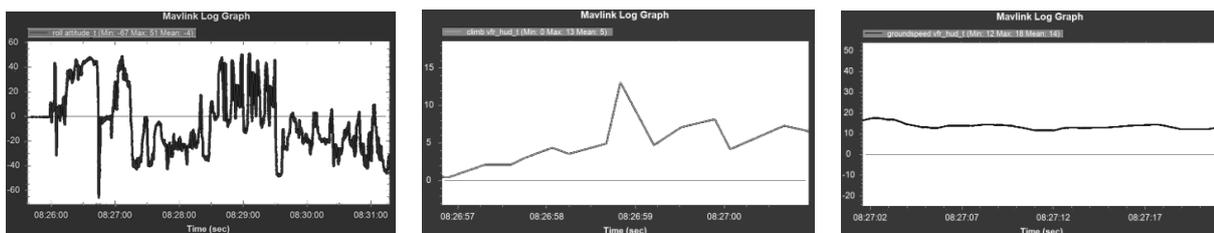
Gambar 4 Tampilan pemantauan uji terbang

Menurut Martiningtyas GCS (*Ground Control Station*) atau sering disebut stasiun pemantauan darat merupakan bagian avionik pesawat yang berfungsi sebagai stasiun pemantau, pengendali dan *recovery* pesawat tanpa awak [5]. Pengujian terbang dilakukan untuk mendapatkan karakteristik terbang dari pesawat yang telah dibuat. Pada tahapan uji terbang, pesawat deprogram menggunakan

perangkat lunak *mission planner* dengan perencanaan lintasan dan ketinggian terbang tertentu seperti diperlihatkan pada Gambar 4. Tahapan yang dilakukan pada proses uji terbang adalah *assembly* pesawat, *install firmware*, kalibrasi sensor, dan penentuan parameter terbang. *Software interface* yang digunakan adalah *Mission Planner*. Beberapa perangkat avionik dan spesifikasi yang digunakan pada pesawat ini disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2 Detail spesifikasi sistem avionik pesawat tanpa awak

Sistem Propulsi		
<i>Brushless Motor DC</i>	1092	Watt
<i>Electronic Speed Control</i>	75	Amper
Servo		
<i>Torsi Wing Servo</i>	3.8	Kg
<i>Torsi Dropping Servo</i>	2.2	Kg
Power System		
<i>Li-po Battrey</i>	5200	mAh
<i>Li-ion Battery</i>	1000	mAh
Flight Controler		
<i>Pixhawk 2.1</i>		
Telemetry		
<i>Telemetry mini pc</i>	915	MHz
<i>Telemetry Flight Controler</i>	433	MHz
Global Positioning System		
<i>GNSS Here</i>		
Image Processing System		
<i>Camera Webcam</i>		
<i>Raspberry</i>		
Sensor Tambahan		
<i>Lidar Rangefinder</i>		



(a) roll

(b) climb rate

(c) cruising speed

Gambar 5 Grafik data uji roll, climb rate dan cruising speed

Setelah seluruh parameter selesai ditentukan, maka pesawat dapat melakukan *take-off*. Saat pesawat terbang, seluruh kondisi pesawat dapat dipantau oleh *GCS* melalui *mission planner*. Data yang dapat dipantau oleh *GCS* adalah kecepatan terbang, ketinggian terbang, waktu terbang, jarak tempuh, sudut *roll*, *pitch*, *heading* pesawat. Hasil data terbang terekam dalam *mission planner* dan disajikan pada Gambar 5.

#### 2.4 . Pembahasan

Pesawat tanpa awak Lokeswara ini merupakan jenis pesawat tanpa awak dengan konfigurasi *flyingwing* yang dapat terbang secara manual dengan bantuan *remote control* dan *autonomus* yang dikendalikan oleh *flight controller* dengan program yang telah dimasukkan oleh *ground control station*. Pesawat ini dibuat untuk mengembangkan pesawat yang ada pada umumnya dengan memiliki kemampuan menjatuhkan benda ukuran 343 cm<sup>3</sup> sebanyak 4 buah dengan tingkat akurasi  $\pm 10$  m. Sekaligus dapat melakukan misi pemantauan dan pemetaan area. Pesawat tanpa awak ini termasuk

kedalam kategori *micro UAV*, yaitu pesawat tanpa awak dengan berat total keseluruhan kurang dari 5 kg.

Pesawat ini memiliki karakteristik terbang yang lincah dan berkecepatan tinggi. Data karakteristik terbang pesawat tanpa awak disajikan pada Tabel 3. Kecepatan terbang rata-rata 14 m/s sedangkan kemampuan manuvernya mampu belok dengan radius putar 25m pada sudut *roll* maksimal 67°. *Wingloading* 4800 g/cm<sup>2</sup>, *stall speed* 8,6 m/s. *Maximum Take-off Weight* (MTOW) 3,2kg. Untuk fase *takeoff* pesawat tersebut mampu menggunakan metode *hand launch* ataupun menggunakan *launcher*. Sedangkan untuk fase *landing* menggunakan metode *belly landing*. Fase *takeoff* dan *landing* dapat dilakukan secara *autonomus*.

Hasil dari uji terbang dibaca oleh sensor yang terpasang pada *flight control*. Sensor tersebut meliputi *barometer*, *accelerometer*, *gyro*, dan *magnetometer*. Dari sensor tersebut dapat dibaca hasil uji terbang oleh *ground control station* menggunakan *software mission planner*.

Tabel 3 Karakteristik pesawat tanpa awak

Karakteristik dan Kemampuan		
<i>Wingloading</i>	0.48	g/m <sup>2</sup>
<i>Stall Speed</i>	8.6	m/s
<i>Cruising Speed</i>	12	m/s
<i>Rate Climb</i>	8	m/s
<i>MTOW</i>	3.2	Kg
<i>Empty Weight</i>	1.3	Kg

### 3. Kesimpulan

Dari hasil perancangan dan manufaktur pesawat tanpa awak Lokeswara dapat diperoleh sebuah kesimpulan yang merupakan tujuan dari proses perancangan dan manufaktur ini. Kesimpulan dari proses tersebut sebagai berikut:

1. Pesawat tanpa awak Lokeswara merupakan pesawat dengan konfigurasi jenis *flyingwing* dengan karakteristik terbang yang lincah. Berat total yang dihasilkan dari keseluruhan mencapai 3.1kg dengan estemasi awal perhitungan berat total menggunakan *software* mencapai 2.9kg. Sistem *control surface* yang digunakan hanya menggunakan metode *elevon*.
2. Tingkat akurasi *dropping* mencapai radius 10m dari titik pusat *area dropping*.
3. Dari hasil uji terbang didapatkan pesawat dengan kecepatan terbang rata-rata 14 m/s, maksimal sudut *roll* mencapai 67° dan *climb speed* maksimal mencapai 13 m/s.

### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada tim GAMAFORCE sebagai wadah mahasiswa kelompok peneliti pesawat tanpa awak Universitas Gadjah Mada.

### Daftar Pustaka

- [1]. Hery Setyo Widodo, Rusdhianto Effendie Abdul Kadier, Joko susila. 2012. Perancangan dan Implementasi Kontroler PID untuk Pengaturan *Heading* dan Pengaturan Arah pada *Fixed-Wing Unmanned Aerial Vehicle* (UAV). Jurnal Teknik ITS.
- [2]. Bill Yenne. 2004. *Attack of the Drones: A History of Unmanned Aerial Combat*, Zenith Press, USA.
- [3]. Daniel Gay, Suong V Hoa, Stephen W Tsai. 2003. *Composite Material and Design Applications*, Paris, CRC Press LLC.
- [4]. Daniel P Raymer. 1992. *Aircraft Design: A Conceptual Approach*, Washington DC, American Institute of Aeronautics and Astronautics.
- [5]. Martiningtyas dan Sumanto. 2016. Sistem Ground Control Station Untuk Pengamatan dan Pengendalian *Unmanned Aerial Vehicle*, Yogyakarta, Seminar Nasional Teknologi Terapan SV-UGM.