

Perancangan Unmanned Aerial Vehicle (Uav) Fixed Wing Menggunakan Pixhawk 2.1 Cube Orange Dengan Kendali Mission Planner

M. Farman Andrijasa¹⁾, Irwansyah²⁾, Susanna³⁾, Muh. Bagus Bintang T³⁾, Wahid Kasim⁴⁾, Febian Qomara⁵⁾ La Ode Muhammad Ilham⁶⁾

¹⁾Teknik Informatika Multimedia, ^{2,3,4,5)}Teknologi Rekayasa Komputer,

²⁾prodi/jurusan, instansi, alamat lengkap, kota, propinsi, negara

Politeknik Negeri Samarinda, Jln Ciptomangunkusumo Kampus Gn Lipan Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

andrijasa@gmail.com ¹⁾, irwansyah@polnes.ac.id ²⁾, susanna@polnes.ac.id ³⁾

Abstrak - Solusi Navigasi UAV (Unmanned Aerial Vehicle) memungkinkan menerbangkan beberapa UAV secara bersamaan. Ini dapat dilakukan dalam konfigurasi yang berbeda satu operator mengendalikan banyak UAV atau beberapa operator mengendalikan banyak UAV. Pesawat UAV dikendalikan oleh operator melalui ground station. Agar UAV mampu terbang dengan baik, perancangan sistem kontrol berperan sangat penting. Gangguan dari angin maupun kesalahan pengukuran sensor dapat mengakibatkan UAV keluar dari jalur yang telah ditentukan (trajectory).

Pesawat bersayap tetap (fixed wing) adalah pesawat udara yang terbang bukan karena gerakan pada sayap. Terbang pesawat pada saat melaju ke udara menghasilkan gaya angkat yang mengangkat pesawat. Proses kontrol pesawat sepenuhnya dilakukan oleh sistem autopilot dengan mengacu pada parameter-parameter yang telah ditentukan oleh pengguna sebelum terbang. Pilot otomatis (autopilot) adalah sistem mekanikal, elektrik, atau hidraulik yang memandu sebuah kendaraan tanpa campur tangan dari manusia. Pengembangan sistem UAV dan jika dikategorikan menjadi beberapa bagian seperti air vehicle ground control station, payload, data link dan support equipment.

Pada penelitian perancangan untuk skala industri kecil ini, dibuatlah UAV fixed wing untuk keperluan penelitian mahasiswa, dosen dengan tujuan dan manfaat Dapat merancang pesawat Fixed wings UAV untuk keperluan mapping Area. Pesawat UAV Fixed Wings Dapat digunakan sebagai bahan penelitian bagi mahasiswa dan dosen untuk mengetahui cara perancangan dan pembuatan dari Uav Fixed Wings dengan menggunakan ArduPilot Mission Planner. Dimana hasil dari running test yang sudah dilakukan Pada simulasi kontrol tracking menggunakan mission planner mampu memberikan respons posisi pesawat yang mampu mengikuti sinyal referensi dengan mempertahankan posisi pesawat pada lintasan di antara dua waypoint, Kontroler mampu mempertahankan arah pesawat menuju waypoint namun belum mampu mempertahankan posisi terhadap gangguan angin pada lintasan yang ditentukan.

Kata-kata kunci - UAV, Fixed Wing, Mission planner, sensor, Autopilot

1. PENDAHULUAN

Teknologi Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan wahana udara tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh seorang pilot ataupun mampu mengendalikan dirinya sendiri. Dua jenis UAV yaitu fixed wing (menyerupai pesawat terbang komersil) dan multicopter (menyerupai helikopter) [1]. UAV jenis fixed wing membutuhkan sebuah landasan yang cukup luas agar dapat lepas landas, namun terkadang sangat sulit menemukan sebuah tempat yang cukup luas untuk menerbangkan sebuah UAV jenis fixed wing tersebut.

Pesawat UAV dikendalikan oleh operator melalui ground station. Agar UAV mampu terbang dengan baik, perancangan sistem kontrol berperan sangat penting. Gangguan dari angin maupun kesalahan

pengukuran sensor dapat mengakibatkan UAV keluar dari jalur yang telah ditentukan (trajectory). Namun demikian sesuai dengan peraturan pemerintah Nomor 04 Tahun 2008 mengatur tentang pengamanan wilayah udara Republik Indonesia. Pesawat tanpa awak atau drone tidak boleh diterbangkan di area penerbangan dan tempat – tempat vital seperti militer. Walaupun peraturan tersebut sudah berlaku tetapi masih ada kelompok tertentu yang nekat menerbangkan drone di wilayah terlarang.

Terbang pada drone berdasarkan pembangkitan gaya angkat (lift) dan gaya dorong (thrust) dapat diklasifikasikan dalam beberapa kelompok yaitu Fixed Wing yang menyerupai pesawat terbang dan kelompok multirotor yang mirip dengan helikopter dengan rotor yang lebih dari satu dan yang lain

adalah Flapping Wins yang kepek sayapnya seperti burung. [2]

Pada penelitian ini dimuat bagaimana cara merancang dan membuat AUV fixed wing dengan menggunakan ardupilot mission planner sebagai software penggerak dari pesawat tanpa awak ini. Pemilihan dari mission planner selain software ini merupakan freeware juga dapat diandalkan kegunaannya.[3]

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Fixed-wing UAV,

Akuisisi data fotogrametri dengan kamera digital amatir atau SLR, dapat terbang dalam mode manual, semiotomatis, dan otonom. Mengikuti alur kerja fotogrametri yang khas, hasil 3D seperti model permukaan atau medan digital, kontur, model 3D bertekstur, informasi vektor. Dapat dihasilkan, bahkan di area yang luas. *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) merupakan sebuah teknologi wahana udara tanpa awak yang dapat dikendalikan dari jarak jauh oleh seorang pilot ataupun mampu mengendalikan dirinya sendiri. Penelitian mengenai pengembangan UAV telah banyak dilakukan diberbagai negara tak terkecuali Indonesia. Beberapa penelitian dilakukan salah satunya oleh Mochamad Nurdiansyah (2011) mengenai perancangan dan implementasi kontroler PID untuk *tracking waypoint* pada sistem navigasi UAV berbasis GPS (*Global Positioning System*) yang menghasilkan sebuah sistem sehingga UAV dapat terbang sesuai dengan jalur yang telah ditentukan secara otomatis dan mampu mengatasi masalah kestabilan terbang UAV. Penelitian mengenai perpaduan antara UAV jenis *fixed wing* dengan jenis *multicopter* juga pernah dilakukan oleh Svetoslav Zabunov, Petar Getsov, dan Gro Mardirossiana (2014) yang berjudul “XZ-4 Vertical Takeoff and Landing Multi-Rotor Aircraft” mengenai sebuah perancangan UAV jenis Vertical Takeoff and Landing (VTOL). Gambar dari fixed wing tampak pada gambar berikut ini



Gambar 2.1 Fixed Wing Model Orange

2.2. Skywalker 1800 mm

Skywalker 1800 mm sayap yang dirancang benar-benar baru (yang akan menggantikan 1680 sayap yang dihentikan), aileron area besar untuk mempertahankan kinerja areobatik yang sangat baik, wingleet ke bawah untuk mempertahankan kinerja yang stabil pada saat. Pesawat skywalker dibuat di perusahaan besar (salah satu dari 500 perusahaan teratas dunia), yang membuatnya memiliki permukaan yang halus dan konsistensi yang lebih baik.

Badan pesawat desain yang benar-benar baru dengan tabung ekor karbon pola silang Jepang 20mm, lusinan konektor plastic mesin yang presisi membuat skywalker baru dapat dengan cepat dirakit dan dilepas dengan cepat dalam hitungan menit, sementara itu, Fitur produk

2.2.1. Karakteristik

Karakteristik dari skywalker 1800 mm adalah pengembangan dari Berdasarkan kesuksesan besar skywalker 1680 dan 1900 dengan spesifikasi teknis sebagai berikut :

1. Platform ide untuk FPV jarak jauh dan flight UAV. Super stabil, kinerja glider yang sangat baik.
2. Dengan badan pesawat desain baru, dukung baling-baling 12 inci paling banyak, lebih mudah untuk menahan gravitasi. Ruang internal yang lebih besar, tangan Anda dapat dimasukkan tanpa masalah.
3. Puluhan konektor dan penutup plastik presisi membuat skywalker 1800 baru terlihat lebih profesional dan lebih rapi, menggunakan obeng dapat merakit dan melepaskannya dalam hitungan menit, yang mudah untuk pengemasannya jika akan dibongkar.



Gambar 2.2. Skywalker 1800 mm [4]

2.4. Motor

2.5. ArduPilot Mission Planner

ArduPilot memungkinkan pembuatan dan penggunaan sistem kendaraan tak berawak yang tepercaya, otonom, untuk kepentingan semua orang. ArduPilot menyediakan seperangkat alat lengkap yang cocok untuk hampir semua kendaraan dan aplikasi. Sebagai proyek sumber terbuka, proyek ini

terus berkembang berdasarkan umpan balik yang cepat dari komunitas pengguna yang besar. Tim Pengembang bekerja dengan komunitas dan mitra komersial untuk menambahkan fungsionalitas ke ArduPilot yang bermanfaat bagi semua orang. Meskipun ArduPilot tidak memproduksi perangkat keras apa pun, firmware ArduPilot bekerja pada berbagai perangkat keras yang berbeda untuk mengontrol semua jenis kendaraan tak berawak. Digabungkan dengan perangkat lunak kontrol darat, kendaraan tak berawak yang menjalankan ArduPilot dapat memiliki fungsionalitas tingkat lanjut termasuk komunikasi waktu nyata dengan operator. ArduPilot memiliki komunitas online besar yang didedikasikan untuk membantu pengguna dengan pertanyaan, masalah, dan solusi [5]

Perangkat keras adalah sensor perifer, pengontrol, dan perangkat keluaran yang bertindak sebagai mata, telinga, otak, dan lengan kendaraan. Hampir semua mesin bergerak dapat diubah menjadi kendaraan otonom, hanya dengan mengintegrasikan paket perangkat keras kecil ke dalamnya. Paket perangkat keras dimulai dengan pengontrol. Menggunakan input dari sensor, pengontrol dapat mengirim output ke perangkat seperti ESC, servos, gimbal, dan perifer lainnya.[6]

Perangkat lunak adalah antarmuka Anda ke pengontrol. Juga disebut Ground Control Station (GCS), perangkat lunak ini dapat berjalan di PC atau perangkat seluler. GCS memungkinkan pengguna untuk menyetel, mengonfigurasi, menguji, dan menyetel kendaraan. Paket lanjutan memungkinkan perencanaan misi otonom, operasi, dan analisis pasca misi. Mission Planner adalah GCS berfitur lengkap yang didukung oleh ArduPilot. Ini menawarkan interaksi titik-dan-klik dengan perangkat keras, skrip khusus, dan simulasi.

Perangkat lunak adalah antarmuka Anda ke pengontrol. Juga disebut Ground Control Station (GCS), perangkat lunak ini dapat berjalan di PC atau perangkat seluler. GCS memungkinkan pengguna untuk menyetel, mengonfigurasi, menguji, dan menyetel kendaraan. Paket lanjutan memungkinkan perencanaan misi otonom, operasi, dan analisis pasca misi. Mission Planner adalah GCS berfitur lengkap yang didukung oleh ArduPilot. Ini menawarkan interaksi titik-dan-klik dengan perangkat keras, skrip khusus, dan simulasi.



Gambar 2.5 Helikopter - Pesawat -Rover -Kapal Selam -Pelacak Antena(ArduPilot Documentation — ArduPilot Documentation, n.d.)

The Mission Planner, yang dibuat oleh Michael Osborne, melakukan lebih dari sekadar namanya. Berikut adalah beberapa fiturnya:

- Titik-dan-klik titik jalan/pagar/entri titik temu, menggunakan Google Maps/Bing/Buka peta jalan/WMS Kustom.
- Pilih perintah misi dari menu tarik-turun
- Unduh file log misi dan analisis
- Konfigurasi pengaturan autopilot untuk pesawat
- Antarmuka dengan simulator penerbangan PC untuk membuat simulator UAV software-in-the-loop (SITL) lengkap.
- Jalankan simulasi SITL sendiri dari banyak jenis bingkai untuk semua kendaraan ArduPilot.

Gambar berikut merupakan gambar dari software mission planner



Gambar 2.6 Mission Planner ArduPilot

3. METODE

Penelitian dilakukan di Laboratorium robotika Jurusan TI selama 5 bulan, Penelitian dilakukan di laboratorium Jurusan teknologi informasi dengan estimasi waktu selama 6 bulan. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan ini adalah sebagai berikut ;

- 3.1.1. Alat dan Bahan**
- Nimbus 1800 mm

- T Motor AT3520 550KV
- Hobby Wing 60A ESC Platinum
- Gemfan 10X7 Propeller
- Pixhawk APM Power Modul
- LIPO 4S 10000
- Pixhawk 2.1 Cube orange + GNSS
- Telemetry RFD 900X
- Frsky Taranis QX7 2.4 GHZ
- Pixhawk PX4 airspeed

3.1.2. Tahapan Penelitian

Penelitian ini dibagi menjadi dua tahap yaitu :

3.1.3. Tahap persiapan

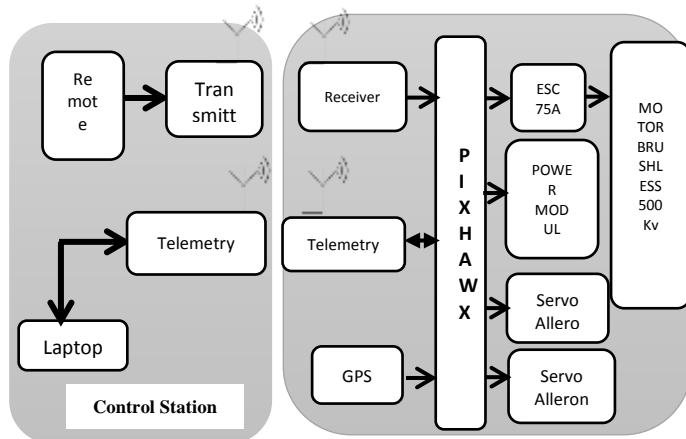
Pada tahap ini dilakukan studi literatur terhadap objek penelitian. Studi literatur difokuskan untuk mencari data – data bahan yang akan dipakai seperti cara penggunaan alat dan bahan, serta *datasheet* dari masing – masing alat dan bahan.

3.1.4. Tahap pelaksanaan penelitian

Pada tahapan ini peralatan dan bahan sudah disiapkan dan diuji untuk mengetahui kondisi alat dan bahan yang ada sudah sesuai dengan perancangan yang telah dibuat. Kemudian di uji dan di verifikasi untuk kemudian dilakukan perakitan dan uji coba UAV Fixed Wing. Kemudian menyiapkan misi dalam melakukan aerial mapping sehingga kebutuhan perancangan ialah pesawat harus mampu terbang dengan stabil dan mampu terbang dengan kecepatan rendah. Selanjutnya menentukan dimensi, bentuk pesawat Fixed wing serta airofoil yang akan digunakan.

3.1.5. Blok Diagram

Blok diagram dalam perancangan ini adalah seperti gambar 3.1 berikut ini



Gambar 3.1 Blok Diagram Sistem UAV Fixed Wings

Pada Gambar 3.1. Tampak ada 2 blok diagram utama dari UAV Fixed Wings yaitu : Control Station
 Pada Gambar 3.1 Blok sistem pada bagian control sistem terdiri dari Remote control Berfungsi sebagai Kendali jarak jauh dengan gelombang radio frekuensi 2.4 GHz. Remote ini biasa digunakan untuk aeromodelling, sistem pengendalian jarak jauh dengan menggunakan Remote control terdiri dari 2 unit, pengirim (*transmitter*) dan penerima (*receiver*) dan memiliki 8 jalur (*channel*).



Gambar 3.2 Remote control pesawat Fixed Wings

Di udara, agar pesawat Fixed wing mampu menyelesaikan misi dengan baik, maka perlu dilakukan perancangan system kontrol untuk pesawat Fixed wing. Sistem kontrol berfungsi sebagai kontroler yang akan mengurangi kesalahan-kesalahan akibat adanya gangguan. Untuk memperjelas langkah-langkah dalam perancangan system kontrol maka dibuat diagram alir perancangan sistem kontrol seperti pada Gambar 3.1. Adapun tahapan-tahapan perancangan antara lain:

1. Menentukan inputan

Untuk melakukan pemodelan inputan yang akan dimodelkan yaitu massa, inersia, dan turunan kesetabilan. Nilai untuk massa dan inersia bisa didapatkan dari perangkat Mission Planner ArduPilot. dengan mempertimbangkan geometri dan properties material. Set **UAV** an kesetabilan didapatkan dengan menggunakan DATCOM dengan mempertimbangkan kondisi terbang, geometry pesawat, dan koefisien aerodinamika.

2. Pemodelan dinamika

Massa, inersia, dan turunan kesetabilan merupakan inputan dalam melakukan pemodelan dinamika UAV. Persamaan yang digunakan berasal dari persamaan gerak linear translasi dan rotasi yang telah ditambahkan efek gravitasi. persamaan gerak translasi rotasi dimodelkan dengan inputan berupa massa, inersia dan turunan kesetabilan.

Diagram Kontrol komunikasi Fixed Wing
 Radio kontrol yang dikendalikan oleh operator dari darat untuk pesawat fixed wing. Monitoring dilakukan di ground station seperti pada Gambar 3.1. Bagian *ground station* dengan pesawat Fixed Wing

melalui telemetri dua arah *transmitter* dan *receive*. Data akan dikirim melalui telemetri berupa kecepatan, ketinggian, Heading, kecepatan sudut roll, pitching dan yawing. Gambar 3.3 sistem komunikasi pada Fixed Wing

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Setelah melalui proses perancangan desain dan pembuatan selanjutnya adalah menentukan material dan menentukan misi yang akan dilakukan pada pesawat fixed wings. Proses yang dilakukan adalah dengan melakukan proses kalibrasi. Seperti yang telah diuraikan pada BAB sebelumnya. Pemilihan material pada pembuatan fixed wing didasarkan pada kekuatan dan massa. Semakin kuat dan semakin baik digunakan. Material epp foam untuk bagian sayap, kayu balsa untuk bagian *fuselage*, *horizontal* dan *vertical*.

Setelah tahapan dilaksanakan maka dilakukan uji coba yaitu

1. Kecepatan minimum yang dicapai sebelum pesawat stall
2. Kekuatan struktur sayap

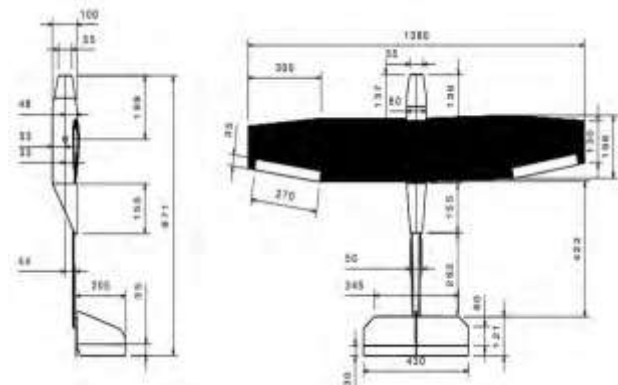
4.1. Pemilihan Material

Material yang digunakan adalah terdiri dari beberapa material yang berbeda, sayap material yang dipilih adalah berjenis EPP foam yang memiliki density 80 Kg/m^2 , dimana EPP foam merupakan material yang ringan dan cocok digunakan untuk pembuatan fixed wing. Selain itu material ini sifat mekanisme yang ulet yang baik sehingga tidak mudah patah ketika di udara. Kekurangannya adalah material EPP mudah bengkok sehingga diperlukan penguat untuk sayapnya sehingga ditambahkan *carbon tube*.

Untuk pembuatan bagian *fuselage*, *horizontal tail*, dan *vertical tail* material yang akan digunakan yaitu kayu balsa. Pemilihan material ini karena ringan dan kekuatannya. Material Fixed wing seperti pada tabel 4.1. Selain komponen utama Fixed wing komponen lain yang membantu terhadap gaya berat Fixed wing yaitu komponen elektronika. Komponen elektronika yang digunakan ditimbang satu persatu untuk mendapatkan masa tiap-tiap komponen. Dengan melakukan penimbangan pada komponen elektronik maka didapatkan data masa tiap-tiap komponen elektronika seperti ditabelkan pada tabel 4.2. Data densitas diperlukan untuk simulasi data inersia dan analisa struktur.

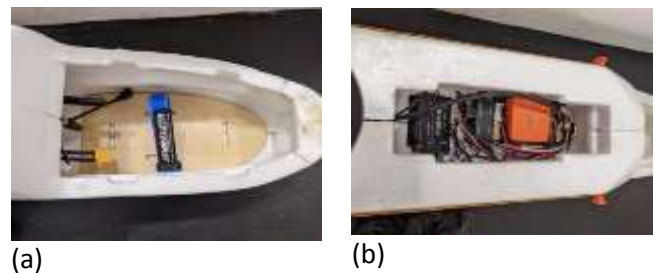
Model Fixed Wing Data geometri Fixed wing akan diperlukan dalam proses analisa aerodinamika sebagai masukan perangkat lunak ArduPilot Mission Planner . Selain itu pemodelan juga akan digunakan untuk simulasi struktur sayap Fixed wing dan mendapatkan data

inertia. Gambar geometri Fixed wing serta dimensi Fixed wing dalam satuan mm ditampilkan pada gambar 4.1. Desain Fixed wing dilengkapi dengan interior luas, sesuai dengan kebutuhan desain dimana uav akan digunakan untuk aerial mapping, sehingga akan membutuhkan ruang yang luas sebagai penyimpanan kamera. Selain itu apabila kamera sedang tidak digunakan ruang pada penempatan kamera dapat diganti dengan modul lain misalnya sensor kelembapan, kamera night vision, thermal vision dan berbagai macam sensor yang lain



Gambar 4.1. Layout Fixed Wing

Kemudian penempatan kamera dan perangkat lain yang akan digunakan untuk perangkat lain, seperti sensor suhu, kamera night vision dan sensor – sensor yang diperlukan lainnya.



Gambar 4.1. Layout Fixed Wing

Tabel 4. 1. Daftar material Fixed wing

Tabel 4.2. Merupakan massa (berat) dari pesawat wing fixed yang berada di dalam cube interior.

Tabel 4.2. Massa Komponen Elektronika Fixed Wing

No	Nama Komponen	Massa (berat) (gr)
1.	Pixhawk 2.1 Cube orange	73
2.	Baterai	866
3.	Propeller	19
4.	Motor T-Motor AT 2826 AV900	175
5.	Receiver RC	10
6.	Motor servo	48
7.	Fuselage	324
8.	8s Hex Power Module	14
	Total berat	1529

Pada Tabel 4.2 merupakan komponen yang berada pada badan pesawat , dimana ukurannya disesuaikan dengan interior dalam dari pesawat fixed wing.

4.2. Analisa Aerodinamika

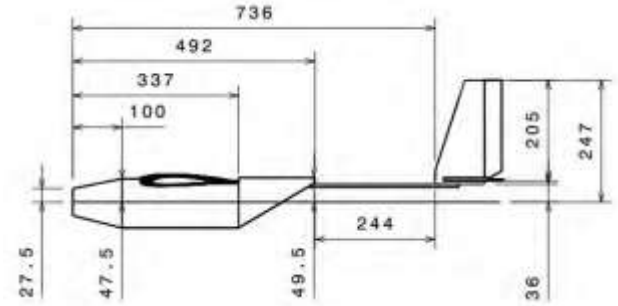
Data – data yang diperlukan untuk analisa aerodinamika yaitu referensi luasan area sayap (S), panjang bentang (b), *Aspect Ratio* (AR) dan *cross sectional fuselage*, data teknik pada pesawat fixed wing seperti pada Tabel. 4.1 Aspek rasio merupakan perbandingan dari luasan sayap dengan panjang chord. Hasil perhitungan aspek rasio = 8,27 artinya untuk jenis pesawat Aerial mapping angka 8,27 sudah cukup. Nilai aspek rasio yaitu diantara 35 dan 2. Nilai aspek rasio akan cocok dengan jenis pesawat sail plane. Referensi lainnya sebagai dasar aerodinamika yaitu *cross sectional fuselage* yang didapatkan dengan cara pengukuran geometri dari titik referensi bagian terdepan Fixed wing.

Tabel 4.3. Dimensi ruang Fixed Wing

Nama	Symbol	Nilai
Aspek Rasio	AR	8,27
Luasan area sayap	S_w	0,237 m ²
Panjang bentang sayap	b_w	1,8 m
Wing root chord sayap	Cr_w	0,17 m
Horisontal tail areal	S_h	0,051 m ²
Horisontal tail span	B_h	0,430 m
Vertical tail area	S_v	0,122
Vertical tail heigh	B_v	0,0205
Vertical Tail root chord	cr_v	0,110

No	Nama Komponen	Material	Densit y (Kg/m ³)	Yiedl Strenght (Mpa)	Young Modulus (Mpa)
----	---------------	----------	-------------------------------	----------------------	---------------------

1.	Sayap	EPP Foam	60	10	20
2.	Penguat sayap	Carbon tube	150	-	-
3.	Fuselage, Horisontal Vertical Tail	Kayu Balsa	100	-	-



Gambar. 4.3 Fuselage cross sectional area fixed wing

Tabel 4.4. Kondisi terbang Fixed Wing

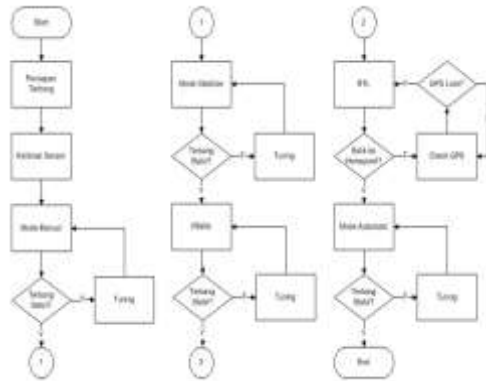
Input	Symbol	Nilai	Keterangan
Match	M	18.23	
Kecepatan	U		
Angle of Attack	α	-9 s/d 23 deg	
Altitude	Alt	68.24	
Weight	W		



Gambar 4.4. Running Test UAV Fixed Wing dengan Mission Planner

Running Test UAV Fixed Wing Dengan Mission Planner Setelah dilakukan seperti pada keterangan Sub BAB sebelumnya kemudian dilakukan running

test. Alur running test dapat dilihat pada flowchart pada Gambar 4.5 Berikut,



Gambar 4.5. Alur running Test Fixed Wing

5. KESIMPULAN

Penggunaan teknologi UAV/ Drone fixed wing bermanfaat untuk memetakan wilayah dalam cakupan yang tidak terlalu besar. Dari hasil pengujian sistem kontrol hasil desain dengan simulasi dan implementasi , dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Pada simulasi kontrol tracking menggunakan mission planner mampu memberikan respons posisi pesawat yang mampu mengikuti sinyal referensi dengan mempertahankan posisi pesawat pada lintasan di antara dua waypoint
2. Tuning nilai parameter kontroler dapat diperoleh gain kontroler yang mampu memberikan respons yang lebih baik kesalahan keadaan tunak pada gerak roll sebesar 0,03 % dan 0.14 % pada gerak yaw.
3. Kontroler mampu mempertahankan arah pesawat menuju waypoint namun belum mampu mempertahankan posisi terhadap gangguan angin pada lintasan yang ditentukan
4. Sensor GPS kurang akurat untuk diaplikasikan pada plant fixed-wing UAV yang berdimensi kecil.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti mengucapkan terima kasih kepada Direktur Politeknik Negeri Samarinda yang telah mendanai penelitian melalui dana DIPA Polnes 2021

REFERENSI

- [1] M. Coombes, T. Fletcher, W.-H. Chen, and C. Liu, "Decomposition-based mission planning for fixed-wing

UAVs surveying in wind," *Journal of Field Robotics*, vol. 37, no. 3, pp. 440–465, 2020.

- [2] S. Sayuti and M. S. Hakim, "Perancangan Dan Pembuatan Rangka Drone Yang Ekonomis Dan Praktis," *PROSIDING SNAST*, pp. 489–494, 2016.
- [3] H. S. Saroinsong, V. C. Poekoel, and P. D. Manembu, "Rancang Bangun Wahana Pesawat Tanpa Awak (Fixed Wing) Berbasis Ardupilot," *Jurnal Teknik Elektro Dan Komputer*, vol. 7, no. 1, pp. 73–84, 2018.
- [4] "Latest version skywalker 2014 1800mm FPV RC Plane - FPV Model International Limited," *ecplaza.net*. https://fpvmodel.en.ecplaza.net/products/latest-version-skywalker-2014-1800mm-fpv_3648545 (accessed Dec. 03, 2021).
- [5] "ArduPilot Documentation — ArduPilot documentation." <https://ardupilot.org/ardupilot/#> (accessed Dec. 07, 2021).
- [6] M. G. Abrari, A. Budiyarto, and S. Aminah, "Perancangan Unmanned Aerial Vehicle Berbasis Image Processing Untuk Estimasi Hasil Panen Pada Lahan Perkebunan," in *SNIA (Seminar Nasional Informatika dan Aplikasinya)*, 2019, vol. 4, pp. A4-9.