

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pesawat Tanpa Awak

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) adalah pesawat tanpa awak yang dapat dikendalikan dengan menggunakan perangkat kendali jarak jauh berbasis radio. UAV. Sistem tanpa awak (*unmanned system*) yaitu sistem elektro-mekanis yang mampu menjalankan misi terprogram dengan kendali jarak jauh dan dapat bergerak dengan sendiri (*autopilot*) [9].

##### 2.1.1 Jenis UAV

Secara umum pembagian jenis UAV dilakukan menurut jenis sayap dan jenis penggerak.

1. Jenis pesawat UAV berdasarkan sayap terbagi menjadi dua yaitu pesawat *fixed wings* dan pesawat *rotary wing*. Jenis UAV dapat dilihat pada Gambar 2.1 Jenis UAV.



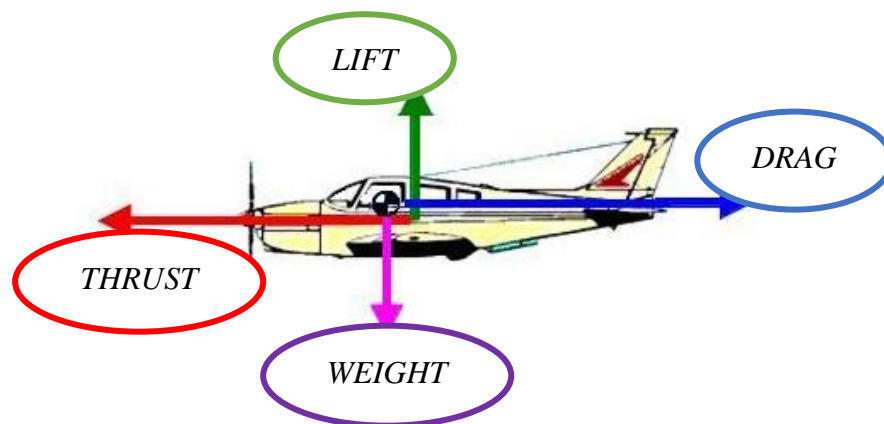
Gambar 2.1 Jenis UAV (a) *fixed wing*, (b) *rotary wing*

Gambar 2.1 (a) pesawat *fixed wing*, pesawat model *fixed wing* adalah pesawat yang memiliki bentuk sayap tetap atau tidak bergerak. Pesawat mendapatkan gaya dorong motor yang menerpa bagian sayap yang memiliki bentuk *airfoil* tertentu dari depan sampai belakang sehingga menghasilkan gaya angkat [14]. Gambar 2.1 (b) pesawat jenis sayap putar, pesawat ini memiliki sayap atau baling-baling yang bergerak dengan berputar untuk menghasilkan gaya angkat dan pergerakannya dengan mengubah sudut baling-baling [7][9][18].

2. Berdasarkan jenis penggerak.
  - a. Elektrik, sumber tenaga yang menggunakan suplai daya dari baterai sebagai sumber penggerak pesawat. Kelebihan menggunakan sumber tenaga ini adalah suara yang dihasilkan oleh pesawat cenderung lebih halus. Sedangkan kekurangannya memiliki kecepatan standar dan waktu penjelajahan yang relatif lebih singkat dengan daya jelajah menengah.
  - b. Penggerak mesin, sumber energi yang menggunakan bahan bakar cair pada mesin untuk menggerakkan baling-baling pesawat. Keunggulan penggerak ini dapat mencapai kecepatan tinggi, bertahan lama di udara, memiliki jangkauan terbang yang jauh. Kekurangan dari sumber ini adalah getaran dan kebisingan yang dihasilkan relatif besar.

### 2.1.2 Konsep Aerodinamika Pesawat

Pesawat dapat terbang karena dipengaruhi oleh empat gaya, gaya dorong (*thrust*), gaya hambat (*drag*), gaya angkat (*lift*) dan berat pesawat (*weight*) seperti pada Gambar 2.2.



Gambar 2.2 Gaya Pada Pesawat Terbang

Gambar 2.2 menjelaskan terdapat empat gaya yang dapat membuat pesawat dapat mengudara, diantaranya gaya dorong (*thrust*), gaya hambat (*drag*), gaya angkat (*lift*) dan berat pesawat (*weight*). Pesawat dengan kecepatan dan ketinggian yang sama, berada dalam kesetimbangan *thrust* sama dengan *drag* dan *lift* sama dengan *weight*. Namun, saat lepas landas pesawat akan mengalami percepatan, dan saat mendarat pesawat mengalami perlambatan. Saat lepas landas, pesawat

mengalami percepatan baik secara horizontal maupun vertikal. Dalam hal ini *lift* lebih besar dari *weight* dan *thrust* lebih besar dari *drag* [12].

#### 1. *Thrust*

Gaya dorong (*thrust*) dihasilkan oleh tenaga mesin pesawat yang menimbulkan gaya dorong dan menggerakkan pesawat. Gaya dorong ini dihasilkan oleh hukum Newton 2 dan 3, yang menyatakan bahwa percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada benda berbanding lurus dengan besar gaya tersebut, dan jika benda pertama mengerjakan gaya terhadap benda kedua maka benda kedua akan mengerjakan gaya terhadap benda pertama yang besarnya sama tetapi arahnya berlawanan.

#### 2. *Drag*

*Drag* terjadi ketika pesawat didorong oleh mesin, terdapat gaya-gaya yang menghambat pergerakan pesawat dengan menimbulkan gaya gesek sehingga menahan laju pesawat. *Drag* dalam penerbangan dipengaruhi oleh badan pesawat (*fuselage*). Selain itu *drag* juga dapat disebabkan oleh *spoiler*, *flap* dan *slat*. Hambatan udara sangat merugikan karena dapat mempengaruhi kecepatan pesawat, namun dapat bermanfaat ketika pesawat akan melakukan *landing*. Desain pesawat berupaya mengurangi gaya ini dengan merancang jalannya udara agar tidak terlalu terhalang oleh pesawat itu sendiri.

#### 3. *Lift*

*Lift* adalah gaya yang mempengaruhi sebuah pesawat terangkat ke udara dengan menggunakan gaya *drag* yang dihasilkan oleh sayap dan udara mengalir di bagian bawah sayap untuk menghasilkan gaya angkat dan mendorong pesawat untuk terbang. Kecepatan udara di atas sayap lebih tinggi dibandingkan kecepatan udara di bagian bawah sayap, sehingga tekanan udara di bagian atas sayap lebih rendah dibandingkan tekanan udara pada bagian bawah sayap. Hal ini menyebabkan udara akan mengangkat pesawat ke atas.

#### 4. *Weight*

*Weight* atau berat pesawat itu sendiri dapat mempengaruhi penerbangan pada pesawat. Bertambahnya berat pesawat menghasilkan gaya gravitasi yang lebih besar. Hal ini menunjukkan bahwa gaya dorong dan gaya angkat yang dibutuhkan pesawat untuk tetap terbang sebanding dengan beratnya.

### 2.1.3 Gerak Dasar Pesawat

Gerak dasar pada pesawat memiliki 3 gerakan, yakni gerak naik turun atau *pitch*, gerak berputar atau *roll* dan gerak kiri dan kanan atau *yaw*.

#### 1. *Pitching*

*Pitching* adalah gerakan mengangguk atau naik dan turun pada kepala pesawat. Gerakan ini bergerak pada sumbu melintang pesawat. Pesawat melakukan gerakan *pitch*, pilot harus menggerakkan *elevator* ke arah yang terletak pada *horizontal stabilizer*. Konsep *pitching* dapat dilihat pada Gambar 2.3 berikut.

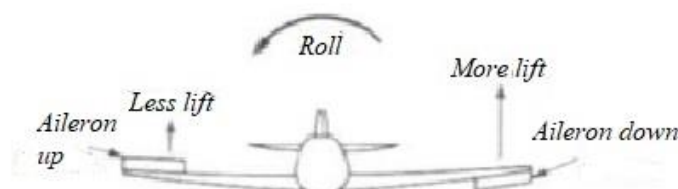


Gambar 2.3 *Pitching*

Gambar 2.3 *Pitching* merupakan pergerakan *elevator* yang dikendalikan oleh tongkat kendali di kokpit, *stick* digerakkan maju mundur. Apabila *stick* digerakkan ke belakang maka *elevator* akan naik, dan *nose* pesawat akan naik. Ketika menggerakkan *stick* ke depan akan menurunkan *elevator* dan menggerakkan *nose* ke bawah. Gerakan *pitching* terjadi pada saat lepas landas dan mendarat sebuah pesawat terbang.

#### 2. *Rolling*

*Rolling* adalah gerakan rotasi pesawat saat berputar sepanjang sumbu *longitudinal*. Seperti pada Gambar 2.4, saat melakukan gerakan ini, pilot menggerakkan bidang kendali *aileron* yang berada pada sayap. Tongkat kendali di kokpit digerakkan ke kiri dan ke kanan untuk mengontrol pergerakan *aileron*.

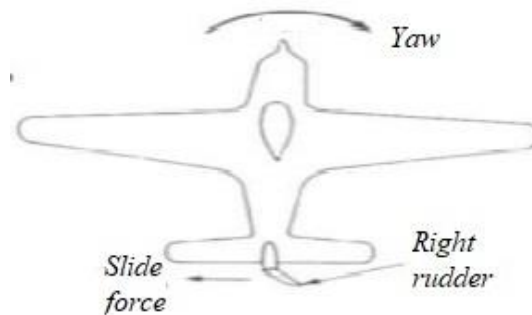


Gambar 2.4 *Rolling*

Gambar 2.4 *Rolling* menjelaskan saat pesawat akan melakukan gerakan *roll* ke kanan, *aileron* sayap kiri akan ke bawah dan posisi sayap kiri akan mengangkat ke atas dan *aileron* sayap kanan ke atas dan posisi sayap kanan akan ke bawah. Hal tersebut terjadi ketika pesawat akan melakukan gerakan *roll* ke kiri, *aileron* sayap kanan akan berada di posisi bawah dan *aileron* sayap kiri akan ke posisi atas.

### 3. *Yawing*

Gerakan *yaw* adalah pergerakan pesawat ke kiri dan ke kanan yang mencakup pergerakan sepanjang sumbu vertikal pesawat, konsep *yaw* ditunjukkan pada Gambar 2.5. Pesawat dapat melakukan gerakan *yaw* pada pesawat, pilot menggerakkan *rudder* yang terletak pada vertikal *stabilizer*.



Gambar 2.5 *Yawing*.

Gambar 2.5 *Yawing* menjelaskan pergerakan *rudder* dikendalikan oleh pilot dengan menginjak pedal kemudi (kanan dan kiri) yang berada di kokpit. Saat menekan pedal kanan, kemudi bergerak ke kanan dan hidung mengarah ke kanan, kemudian pada saat pedal kiri ditekan kemudi bergerak ke kiri dan hidung pesawat akan mengarah ke kiri.

#### A. *Wing loading*

*Wing loading* adalah rasio antara berat pesawat dengan luas sayap. Semakin berat pesawat, semakin tinggi beban sayapnya dan semakin lebar sayapnya dan semakin rendah beban sayapnya[19]. *Wing loading* yang besar mengacu pada pesawat yang berkecepatan tinggi dan kurang stabil seperti pesawat jet, aerobatik dan *sport*. Pesawat dengan *wing loading* yang rendah mengacu pada pesawat yang stabil dan umumnya lebih lambat, seperti pesawat *trainer* dan pesawat *glider*.

*Wing loading* biasanya diukur dalam satuan gram per desimeter persegi ( $gr/dm^2$ ). Secara teoritis dapat dijabarkan dalam Persamaan (2.1)

$$Wing\ loading = \frac{Total\ Berat\ Pesawat}{Luas\ Sayap} \quad (2.1)$$

Persamaan (2.1) di atas digunakan untuk mencari nilai dari *Wing loading* pada wahana pesawat tanpa awak.

#### B. *Power loading*

*Power loading* adalah perbandingan antara daya penggerak pesawat dengan berat pesawat. *Power loading* yang besar maka pesawat akan lebih bertenaga dan lebih mudah di kendalikan dan tidak mudah terbawa angin. Berikut ini nilai *power loading* berdasarkan kategori pesawat UAV [6]:

- a. *Trainer* 0,15 s.d. 2 Watt/gr.
- b. *Sport* 0,2 s.d. 0,25 Watt/gr.
- c. *Aerobatik* 0,25 s.d. 0,3 Watt/gr.
- d. Pesawat 3D 0,3 s.d. 0,4 Watt/gr.

Secara teori pemilihan minimum *power* motor pada pesawat UAV dalam Persamaan (2.2).

$$Power\ Motor\ Minimum = Total\ Berat\ Pesawat \times Power\ Loading \quad (2.2)$$

Persamaan (2.2) digunakan untuk mencari nilai pemilihan *power* motor yang aman untuk digunakan.

#### C. *Center of Gravity*

*Center of Gravity* (CG) adalah lokasi rata-rata pada wahana pesawat tanpa awak agar pesawat, posisi CG sangat penting dalam dunia penerbangan yang merupakan titik seimbang dari berat keseluruhan pesawat, kesalahan dalam perhitungan posisi CG mengakibatkan pesawat sulit dikendalikan. Secara umum lokasi CG berada di posisi 20% sampai dengan 30% dari lebar sayap (*chord*). Posisi CG yang terlalu ke depan menyebabkan pesawat cenderung ke bawah (*nosedown*) maka diperlukan *trim up* pada *elevator* untuk mendapatkan keseimbangan. Sedangkan posisi CG berada terlalu ke belakang maka pesawat akan mengalami *tail heavy* atau berat belakang dan diperlukan *trim down elevator* untuk menyeimbangkan pesawat [3].

#### D. Dimensi pesawat

*Wingspan* dan *wing chord* merupakan bagian pertama dari model pesawat yang dihitung, *wingspan* adalah jarak dari ujung sayap sampai ujung sayap [1]. Sedangkan *wing chord* adalah jarak dari tepi depan ke tepi belakang pada sayap. Mencari nilai luas sayap (*Wing area*) menggunakan Persamaan (2.3).

$$Wing\ Area = Wingspan \times Wingchord \quad (2.3)$$

Persamaan (2.3) di atas digunakan untuk mencari nilai luas sayap pesawat UAV dengan mengalikan panjang sayap (*wingspan*) dengan lebar sayap (*wingchord*). Panjang keseluruhan UAV (*fuselage*) pesawat secara umum diambil sekitar 70% s.d. 75% dari *wingspan*, dapat dilihat pada Persamaan (2.4).

$$Panjang\ Fuselage = 70\% \text{ s.d. } 75\% \text{ Wingspan} \quad (2.4)$$

Persamaan (2.4) di atas digunakan untuk mencari nilai dari panjang badan pesawat (*fuselage*), dengan mengalikan 70% s.d. 75% dari total panjang sayap (*wingspan*).

## 2.2 Pixhawk

*Flight controller* berfungsi sebagai pusat semua bagian komponen pesawat terbang tanpa awak. *Flight controller* membaca sinyal sensor dan melakukan perhitungan untuk mengendalikan pesawat terbang tanpa awak sesuai dengan perintah yang diberikan oleh *Ground Control System (GCS)*. *Flight controller* yang digunakan ialah Pixhawk. Pixhawk memiliki beberapa fitur diantaranya *Inertial Measurement Unit* serta fitur Girokop.

Pixhawk merupakan perangkat keras yang sangat penting dalam dunia *drone* yang memiliki fungsi sebagai otak *drone* yang menghubungkan dengan perangkat *drone* lainnya, seperti GPS dan telemetri. Pixhawk bertugas untuk menerima perintah penerbangan yang telah di program oleh operator GCS melalui aplikasi Mission Planner. Pixhawk dilengkapi dengan berbagai *port* konektivitas seperti *port* I2C dan GPS, UART, SPI dan USB yang memudahkan pengguna untuk menghubungkan dan mengintegrasikan sensor tambahan seperti perangkat telemetri dan perangkat lainnya. UAV dapat melaksanakan perintah penerbangan sesuai dengan program yang telah dibuat. Pixhawk dapat dilihat seperti pada Gambar 2.6.



Gambar 2.6 Pixhawk

Gambar 2.6 merupakan gambar dari *flight controller* Pixhawk yang memiliki arsitektur modular yang memungkinkan untuk integrasi yang *flexibel* dengan berbagai sensor dan perangkat tambahan dan memungkinkan pengguna untuk menyesuaikan UAV dalam misi tertentu. Pixhawk juga dapat mengatur parameter penerbangan UAV.

#### A. *Inertial Measurement Unit*

*Inertial Measurement Unit* (IMU) merupakan perangkat yang sangat penting dalam dunia penerbangan, khususnya pada pesawat tanpa awak, dengan menggunakan *accelerometer* dan *gyroscop*, IMU dapat mengukur dan melaporkan orientasi dan gravitasi pesawat. Sistem navigasi inersia yang biasa digunakan di pesawat terbang, ruang angkasa, dan rudal, bergantung pada IMU. Komputer dapat melacak lokasi wahana menggunakan data IMU [12].

#### B. Giroskop

Giroskop adalah alat untuk mengukur atau mempertahankan arah berdasarkan prinsip momentum sudut. Giroskop mekanis adalah roda atau piringan yang berputar bebas ke segala arah pada suatu sumbu. Orientasi giroskop tidak selalu tetap, ia berubah ke berbagai arah tergantung pada torsi eksternal, dalam arah yang berbeda, hal tersebut disebabkan oleh besarnya momentum sudut [20].



### 2.3 GPS dan Kompas

*Global Positioning System* (GPS) menggunakan penyelarasan sinyal satelit untuk menemukan posisi permukaan bumi. Sistem ini menggunakan 24 satelit yang mengirimkan sinyal gelombang mikro ke bumi. GPS menggunakan perbedaan antara garis lintang dan bujur, sinyal yang diterima penerima di permukaan digunakan untuk mengetahui lokasi pengguna, kecepatan, arah, waktu, ketinggian, dan informasi lainnya di seluruh dunia. GPS dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Modul GPS dan Kompas M8N

Gambar 2.7 Modul GPS M8N, modul tersebut telah dilengkapi dengan kompas pada rangkaian elektroniknya. GPS M8N memerlukan daya 5 Volt. Modul GPS M8N terintegrasi pada sensor kompas, GPS membantu menemukan koordinat *fixed wings* dan memperoleh koordinat tujuan dari *waypoint*. Koordinat yang diterima dari modul GPS membantu pesawat *fixed wings* dapat terbang dengan stabil pada ketinggian yang dibutuhkan. Sensor kompas yang terintegrasi pada modul GPS merupakan alat untuk menentukan arah pada pesawat *fixed wings*.

### 2.4 *Brushless Motor DC*

Motor DC tanpa beban adalah aktuator yang dapat mengubah energi listrik menjadi energi mekanik dan sebaliknya. Ini terjadi melalui interaksi dua

rangkaian elektromagnetik. Motor DC tanpa baterai terdiri dari dua bagian, rotor (berputar bebas) dan stator (tetap diam), seperti dilihat pada Gambar 2.8.



Gambar 2.8 *Brushless Motor DC*

Gambar 2.8 *Brushless motor DC* adalah motor listrik dengan eksitasi terpisah yang menjadi aktif ketika tegangan searah disuplai. Inverter tiga fasa akan mengubah tegangan DC *input* menjadi sinyal AC untuk menggerakkan motor. Sinyal yang mengatur kecepatan pergerakan motor dihasilkan oleh *receiver* [15]. *Brushless motor* mengoperasikan magnet permanen dan stator yang dililit dengan kawat tembaga, mengubah energi listrik menjadi energi mekanik melalui tarikan magnet permanen dan interaksi stator sebagai kutub. Magnet di poros motor bergerak karena gaya elektromagnetik yang dikendalikan oleh *driver* motor, berbeda dengan motor DC konvensional yang menggunakan sikat mekanis pada komutator untuk mengatur medan magnet pada lilitan.

## 2.5 *Electronic Speed Controller*

*Electronic Speed Controller* (ESC) adalah sirkuit elektronik yang bertindak sebagai pengendali kecepatan motor pada pesawat tanpa awak dengan mengubah sinyal yang diterima dari *receiver* oleh *transmitter*. ESC menerima *input* pulsa dari *receiver* dan mengubah pulsa tersebut menjadi bentuk pengaturan daya yang akan disalurkan dari catu daya ke *brushless motor* [17]. ESC seperti pada Gambar 2.9.



Gambar 2.9 *Electronic Speed Control (ESC)*

Gambar 2.9 ESC model *skywalker* dengan maksimal arus pada ESC 80 *ampere*. Pemilihan ESC harus dilakukan berdasarkan keperluan dari motor yang digunakan untuk menerbangkan wahana pesawat tanpa awak, hal penting yang harus diperhatikan adalah maksimum *ampere* pada ESC. Nilai maksimum *ampere* yang dibutuhkan oleh motor, jika nilai tersebut lebih rendah dikhawatirkan yang terjadi adalah ESC dan baterai tersebut akan cepat panas dan terbakar saat menerbangkan wahana pesawat tanpa awak [6]. Pemilihan ESC menggunakan Persamaan (2.5)

$$\text{Maksimal Arus} = \frac{\text{Daya Motor}}{\text{Tegangan Baterai}} \quad (2.5)$$

Persamaan (2.5) di atas digunakan untuk mencari nilai maksimal arus pada motor untuk pemilihan ESC dengan cara membagi daya maksimal motor dengan tegangan maksimal baterai.

## 2.6 Motor Servo

Motor servo adalah motor elektrik atau aktuator putar yang dirancang dengan sistem kendali *loop* tertutup, servo dapat diatur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut poros keluaran motor. Motor servo dapat beroperasi dalam dua arah, searah jarum jam dan berlawanan arah jarum jam. Serta arah sudut pergerakan rotor dapat dikendalikan dengan memvariasikan lebar pulsa (*duty cycle*) sinyal PWM pada *pin* kendali. Motor servo dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 Motor Servo

Gambar 2.10 menunjukkan motor servo standar 180 derajat yang dapat bergerak dalam dua arah, searah jarum jam dan berlawanan jarum jam. Servo motor memiliki defleksi sudut 90 derajat, sehingga total defleksi sudut 180 derajat dari kanan, tengah, dan kiri.

## 2.7 Power Modul

*Flight controller* Pixhawk adalah perangkat elektronik yang sensitif dan membutuhkan sumber daya yang bersih, *power* modul digunakan untuk mengubah tegangan tinggi baterai menjadi tegangan yang dibutuhkan oleh *flight controller* Pixhawk. *Power* modul dapat dilihat pada Gambar 2.11.



Gambar 2.11 Power Modul

Gambar 2.11 *power* modul ini digunakan untuk mengukur status baterai, hal ini penting untuk sistem *failsafe*. *Failsafe* adalah yang menghentikan misi penerbangan saat melalui *waypoint*. Misalnya *drone* secara otomatis mengambil tindakan darurat atau *failsafe* ketika baterai hampir habis, UAV mendarat secara otomatis atau kembali ke arah pilot.

## 2.8 Remot Kendali

Remot kendali adalah perangkat yang digunakan untuk mengendalikan pergerakan pesawat tanpa awak (UAV). Modul remot kendali terdiri dari sistem *transmitter* (Tx) dan *receiver* (Rx). *Transmitter* mengirimkan sinyal radio menuju *receiver* (Rx) melalui *channel* yang dimiliki secara nirkabel, dan *receiver* (Rx) adalah perangkat yang menerima sinyal dari *remote control* yang dikendalikan oleh pilot.

Bentuk sinyal yang dikirim tidak ada aturan baku yang mengatur sehingga perusahaan dapat membuat sinyal kirim sesuai dengan keinginan, dengan menggunakan keluaran radio, penerima dapat mengendalikan ESC atau motor servo yang menggerakkan pesawat terbang tanpa awak pada *aileron*, *elevator*, *throttle*, dan *rudder*. Gambar 2.12 menunjukkan *remote control*.



Gambar 2.12 *Remote Control*.

Gambar 2.12 *remote control* model Taranis X9D adalah perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk mengendalikan pesawat tak berawak secara manual dari lokasi jarak yang jauh. Remot kendali merupakan komponen yang berinteraksi langsung dengan pengguna dan memberikan sinyal perintah untuk menggerakkan pesawat *roll*, *pitch*, dan *yaw*.

## 2.9 Radio Telemetry

Radio telemetry, merupakan alat komunikasi antara *Ground Control System* (GCS) dengan UAV saat mengudara. Radio telemetry dapat dilihat pada Gambar 2.13.



Gambar 2.13 Radio Telemetry

Gambar 2.13 Radio telemetry merupakan modem radio jarak menengah yang memiliki dua tipe frekuensi yaitu 9,15 MHz dan 433 MHz, telemetry ini mempunyai jarak sekitar 1 mil. Telemetry ini terdapat dua modul yaitu *transmitter* (Tx) dan *receiver* (Rx). Telemetry menggunakan daya 5V. Menggunakan SIK telemetry radio, dan dapat diatur berdasarkan kebutuhan, seperti mengubah *baut rate*, *air speed*, *TX power*. Beberapa fitur dari radio telemetry ini yaitu sebagai berikut:

- a. Kemampuan *transmit power up to 20dBm* (100mW)
- b. Kemampuan *receiver -121dBm*
- c. *MAVLink protocol framing*
- d. Ukuran yang sangat kecil
- e. Terdapat varian 900MHz atau 433MHz.

## 2.10 Propeler

Propeler adalah baling-baling yang digunakan untuk menggerakkan pesawat terbang. Baling-baling ini mengubah gerak rotasi menjadi gaya dorong untuk menyalurkan dan menggerakkan pesawat. Baling-baling berperan sebagai sayap berputar sehingga menimbulkan gaya yang menerapkan prinsip *Bernouli* dan

hukum gerak *Newton*, sehingga menghasilkan perbedaan tekanan di permukaan depan dan belakang [1].

Biasanya ukuran *propeller* sudah tersedia pada spesifikasi dari motor yang digunakan, pada spesifikasi motor biasanya terdapat data rekomendasi dari pembuat motor untuk ukuran *propeller* yang digunakan. Satu putaran baling-baling harus berputar maju sesuai jarak yang menyesuaikan *step* ulirnya  $P$  (*pitch*) jika baling-baling berputar  $n$  kali putaran per menit maka baling-baling akan berputar sampai  $n$  kali  $P$ .

## 2.11 Baterai

Baterai Lithium Polimer, juga dikenal sebagai LiPo. Dalam dunia robotika sering menggunakan baterai LiPo. Baterai LiPo menggunakan elektrolit polimer kering, yang merupakan lapisan plastik tipis. Pertukaran ion terjadi karena lapisan film ini berlapis-lapis di antara anoda dan katoda. Metode ini memungkinkan pembuatan baterai LiPo dalam berbagai bentuk dan ukuran. *Hybrid Lithium Polymer* adalah jenis baterai LiPo saat ini beredar [21]. Baterai LiPo dapat dilihat pada Gambar 2.14.



Gambar 2.14 Baterai LiPo.

Gambar 2.14 merupakan gambar dari baterai LiPo yang digunakan dalam menerbangkan wahana pesawat tanpa awak. Pemilihan baterai LiPo harus berdasarkan rekomendasi dari penggunaan motor yang dipilih, nilai arus dari baterai yang dipilih harus lebih besar atau sama dengan arus yang dibutuhkan oleh



motor. Hal itu dilakukan untuk mencegah baterai panas dan rusak. Parameter baterai yang harus diperhatikan adalah jumlah sel (S), *discharge* (C), dan kapasitas (mAh). Voltase baterai dalam keadaan kosong 1S sama dengan 3,7V, dan *discharge* menunjukkan seberapa besar kecepatan arus yang dikeluarkan dari baterai, dan kapasitas menunjukkan berapa lama baterai dapat bertahan pada ampere tertentu. Selain itu, daya baterai yang dipilih tidak boleh melebihi daya yang dibutuhkan oleh motor.

## 2.12 Aplikasi Mission Planner

Aplikasi Mission Planner merupakan *software* yang digunakan untuk *monitoring* wahana pesawat tanpa awak (UAV), juga digunakan untuk konfigurasi *flight controller* Pixhawk, selain itu aplikasi Mission Planner digunakan untuk memberikan misi yang akan dilakukan oleh wahana pesawat tanpa awak (*fixed wings*), *software* Mission Planner seperti pada Gambar 2.15.



Gambar 2.15 Mission Planner

Gambar 2.15 Mission Planner, *software* tersebut menyediakan data tentang penerbangan oleh UAV mulai dari ketinggian, kecepatan, gerakan *roll*, *pitch*, *yaw*, serta jarak ke *waypoint* berikutnya, kecepatan *vertical*, jarak ke *home*. *Flight controller* diprogram menggunakan *software* Mission Planner yang memiliki banyak parameter untuk pengaturan karakteristik pesawat UAV saat terbang [22].



### 2.13 Kajian Pustaka

Pada bagian ini berisikan beberapa penelitian terdahulu yang berisikan dengan topik penelitian mengenai metode rancang bangun wahana pesawat tanpa awak *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) model sayap tetap (*fixed wings*). Berikut ini adalah beberapa penelitian yang menjadi landasan dari penelitian yang sedang dilakukan.

Penelitian sebelumnya membahas tentang perancangan dan analisis karakteristik aerodinamik pada pesawat *fixed wing* VTOL UAV. UAV atau *drone* adalah pesawat tanpa awak yang digunakan dalam berbagai aplikasi, termasuk pemantauan wilayah. UAV dirancang dalam penelitian ini memiliki kemampuan untuk lepas landas dan mendarat secara *Vertical Takeoff and Landing* (VTOL), serta terbang dengan kecepatan tinggi yang sangat berguna untuk pemantauan di area perkotaan. Perancangan pesawat ini melibatkan pemilihan konfigurasi yang sesuai, termasuk geometri sayap dan *fuselage*, serta pemilihan komponen *avionic* yang tepat. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pesawat UAV yang dirancang memiliki panjang *fuselage* 1,189 meter, dengan panjang sayap 3 meter dan berat 5,9kg. Selain itu analisis aerodinamik menunjukkan bahwa pesawat ini memiliki  $C_{lmax}$  sebesar 0,36 dan  $C_{Dmax}$  sebesar 0,199 pada sudut *attack* 4 derajat, efisiensi maksimum sebesar 1,818 pada sudut *attack* 4 derajat [19].

Penelitian sebelumnya berfokus pada perkembangan kendali dan manuver *drone* sayap tetap (*fixed wings*) yang bekerja secara kooperatif. Studi mengenai arsitektur kendali kooperatif, strategi manuver, serta konfigurasi sayap, rotor, dan ekor pada *drone fixed wings*. *Drone fixed wings* dipilih karena kemampuannya untuk menjangkau area yang lebih luas dengan konsumsi energi yang lebih efisien dibandingkan *drone multi-rotor*. Kajian ini, menyoroti pentingnya *drone* kooperatif yang mampu menyelesaikan tugas dengan lebih cepat dan dengan daya tahan yang lebih baik. Hasil yang didapatkan menunjukkan bahwa teknologi *drone fixed wings* terus berkembang, didorong oleh kemajuan teknologi komputer, sensor, dan aktuator. Selain itu, makalah ini juga membahas berbagai konfigurasi sayap dan strategi kendali yang berkontribusi pada peningkatan kemampuan manuver *drone* kooperatif [1].

Penelitian sebelumnya membahas pengembangan sistem *autopilot* untuk pesawat tanpa awak (UAV) yang menggunakan algoritma genetika untuk meminimalkan *blank spot* dalam pemetaan udara. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk meningkatkan efisiensi waktu dan mengurangi konsumsi baterai dalam proses pemetaan udara. Sistem yang dikembangkan memungkinkan UAV untuk melakukan analisis *blank spot* secara otomatis dan melakukan optimasi jalur terbang ulang dengan menggunakan algoritma genetika untuk menentukan jarak terpendek. Pengujian menunjukkan bahwa sistem ini mampu menghemat waktu hingga 46,4% dan kapasitas baterai sebesar 41,18% dibandingkan dengan *autopilot* konvensional [2].

Studi sebelumnya melihat perbedaan antara pesawat terbang secara *autonomous* yang menciptakan jejak lintasan tanpa menggunakan hitungan matematis dan pesawat yang menggunakan hitungan matematis. Pesawat UAV memiliki panjang *fuselage* 90 cm dan *wingspan* total 135 cm. *Waypoint* yang digunakan untuk pemetaan area, dengan menggunakan *software* Mission Planner, hasil penelitian dilihat dari lintasan terbang pesawat. Menggunakan perhitungan keliling lingkaran dibagi kecepatan pesawat, penelitian ini dapat menentukan parameter *NavLi\_Periode* untuk setiap ketinggian pesawat terbang. Jalur pesawat dapat lebih tepat dari pada pengendali pesawat bawaan [12].

Penelitian sebelumnya mengenai sistem pemetaan udara menggunakan pesawat *fixed wing* penelitian ini menyoroti pentingnya teknologi *Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) dalam mengurangi biaya operasional dan risiko kecelakaan dalam misi pemetaan udara. Teknologi ini menggantikan kebutuhan akan pesawat yang dikendalikan pilot dengan menggunakan UAV yang dapat terbang otomatis. Sistem pemetaan udara yang digunakan dalam penelitian ini menerapkan metode fotogrametri, di mana UAV melakukan pemotretan berurutan untuk menghasilkan peta teritorial dari data foto yang dikumpulkan. Penelitian ini menguji penggunaan pesawat *fixed wing* yang dirancang dari bahan ringan seperti *polyfoam* dan kayu balsa, dengan komponen elektronik yang mengendalikan penerbangan secara otomatis. Pengolahan data gambar dilakukan menggunakan perangkat lunak PIX4D, yang memberikan hasil optimal dengan pengaturan *overlap* dan *sidelap* yang tepat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa pemetaan

udara pada ketinggian 100 meter dengan kecepatan jelajah 12 m/s memberikan kualitas peta terbaik, menunjukkan efektivitas sistem ini dalam aplikasi pemetaan skala luas [22].

Berdasarkan hasil penelitian yang dipaparkan sebelumnya dapat menjadikan rujukan kajian pustaka dalam penelitian ini. Penelitian ini menggunakan *flight controller* Pixhawk sebagai *firmware* dan *software* Mission Planner pada UAV yang dimanfaatkan sebagai *waypoint system* dan *blackblox flight system*. Hasil data berupa *flight log* dari Pixhawk yang dapat dibuka pada Google Earth Pro sebagai aplikasi jalur penerbangan 3 dimensi. Desain pesawat jenis *skywalker* dengan total panjang sayap sebesar 200 cm. UAV dapat terbang dengan berat sekitar 2,7kg. Penelitian ini menganalisis pesawat UAV dalam menyelesaikan tugas mengikuti *waypoint* yang sudah ditetapkan oleh *Ground Control System (GCS)*.