

Perancangan Sistem Kontrol Pesawat Model Tanpa Awak (Unmanned Aerial Vehicle) Berbasis Arduino

(Design Control System On Unmanned Aerial Vehicle Aircraft Based Arduino)

Ariyono Setiawan¹, Sudrajat, Ridho Rinaldi², Didi Hariyanto³

^{1,2,3)} Politeknik Penerbangan

Jl Jemur Andayani 1/73 Surabaya 60236

E-mail: rmaryo4u@gmail.com

ABSTRAK

Pesawat UAV (Unmanned Aerial Vehicle) adalah sebuah sistem pesawat udara yang tidak memiliki awak yang berada didalam pesawat, sedangkan awak pengendali pesawat tetap berada di darat dan mengendalikannya dari jarak jauh. Perkembangan teknologi UAV cukup pesat sejak 30 tahun yang lalu. Salah satu teknologi canggih yang pesat ini adalah teknologi autonomous. Teknologi ini mampu membuat wahana pesawat UAV mampu terbang secara mandiri. Penggunaan teknologi *flight controller* saat ini sudah sangat maju dan mudah diakses datanya sehingga memungkinkan teknologi cepat berkembang di semua kalangan militer maupun non militer. UAV di Indonesia secara komersial banyak sekali dijumpai pada pemetaan lahan pertanian, perkebunan atau peta untuk pemerintah karena memang di Indonesia potensi pemetaan sangatlah luas dan dapat mempermudah pekerjaan manusia. Pada sistem ini menggunakan APM sebagai autopilot UAV yang lengkap untuk mendukung misi penerbangan UAV. Pesawat UAV di rancang untuk dapat melakukan misi terbang dari titik koordinat awal sampai koordinat akhir melalui GPS.

Kata Kunci: UAV, Flight Controller, APM, GPS, Misi Terbang

ABSTRACT

The UAV (Unmanned Aerial Vehicle) aircraft is an aircraft system that has no crew on board, while the crew controllers remain on the ground and control it from a distance. The development of UAV technology quite rapidly since 30 years ago. One of these advanced technologies is autonomous technology. This technology is capable of making aircraft UAV capable of flying independently. The use of flight controller technology is now highly developed and easily accessible, allowing rapid technology to flourish in all military and non-military circles. UAVs in Indonesia are commercially abundant in mapping agricultural land, plantations or maps for the government because in Indonesia the potential for mapping is vast and can facilitate human work. This system uses APM as a complete autopilot UAV to support UAV flight missions. UAV aircraft designed to perform missions flying from the initial coordinate point to the final coordinates via GPS

Keywords: UAV, Flight Controller, APM, GPS, Fly Mission

I. PENDAHULUAN

Pesawat UAV (*unmanned aerial vehicle*) adalah sebuah sistem pesawat udara yang tidak memiliki awak yang berada didalam *onboard* pesawat. Sedangkan awak pengendali pesawat tetap berada di darat dan mengendalikannya dari jarak jauh. Perkembangan teknologi UAV cukup pesat sejak 30 tahun yang lalu. Salah satu teknologi canggih yang pesat ini adalah teknologi *autonomous*. Teknologi ini mampu membuat wahana pesawat UAV mampu terbang secara mandiri. Tentunya sistem ini sebelumnya telah diprogram oleh awak pengendali agar bisa terbang secara *autonomous*. Kedepanya diharapkan perkembangan teknologi UAV sampai pada tahap kemampuan untuk mengambil keputusan (*decisionmaking*) menggunakan kecerdasan buatan sehingga bisa menjalankan misi secara mandiri tanpa campur tangan manusia. Ada lebih banyak

keuntungan dalam menggunakan pesawat UAV ini jika dibandingkan dengan pesawat yang berawak. Salah satunya jika dilihat dari faktor ekonomis dari segi pengoperasian yang mudah sehingga mendukung dalam kegiatan observasi maupun penelitian.

Perangkat elektronik yang ada pada pesawat UAV sangatlah kompleks. Namun secara garis besar diagram pada kontrol pada pesawat UAV sama seperti sistem komputer yaitu input data, pemroses data dan output data actuator. Sebuah UAV memerlukan suatu sistem kendali yang melakukan kontrol secara keseluruhan terhadap UAV agar dapat menuntaskan misi yang diberikan. Sistem pengendali ini disebut AutoPilot. AutoPilot akan mengendalikan manuver dari UAV agar dapat bergerak mandiri untuk menuntaskan misi yang diberikan. Untuk melakukan fungsi tersebut, AutoPilot memerlukan sistem

sensor yang dapat mengukur parameter-parameter penerbangan.

1.1 Rumusan masalah

1. Mengetahui rancangan UAV ukuran kecil dengan pesawat model elektrik.
2. Mengetahi bagaimana proses sistem kontrol autonomus pada *flight control* Ardupilot Mega 2.6

II. TINJAUAN

2.1 Flight Controller

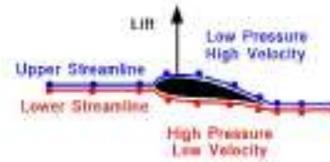
Flight Controller (FC) adalah kumpulan dari berbagai komponen-komponen dan sensor yang berfungsi untuk menjaga drone atau pesawat RC tetap seimbang dan dapat terkendali. Penggunaan teknologi *flight controller* saat ini sudah sangat maju dan mudah diakses datanya sehingga memungkinkan teknologi cepat berkembang di semua kalangan militer maupun non militer. UAV di Indonesia secara komersial banyak sekali dijumpai pada pemetaan lahan pertanian, perkebunan atau peta untuk pemerintah karena memang di Indonesia potensi pemetaan sangatlah luas dan dapat mempermudah pekerjaan manusia. Adapun secara global, UAV ini sangat dikenal digunakan untuk sarana militer, baik untuk patroli, mata-mata, dan pengumpulan data *intelligent*.



Gambar 1: Pesawat UAV

2.2 Logika Terbang Prinsip Bernoulli

Prinsip Bernoulli merupakan aliran udara yang kecepatannya rendah mempunyai tekanan yang lebih tinggi dibandingkan dengan aliran udara yang berkecepatan tinggi". Prinsip penyederhanaan dari persamaan Bernoulli yang menyatakan bahwa jumlah energi pada suatu titik di dalam suatu aliran tertutup sama besarnya dengan jumlah energi di titik lain pada jalur aliran yang sama. Prinsip ini diambil dari nama ilmuwan Belanda/Swiss yang bernama Daniel Bernoulli. Di bawah ini merupakan gambar prinsip lapisan udara pada penampang sayap pesawat :



Gambar 2: Prinsip lapisan udara pada penampang sayap pesawat

Sesuai dengan gambar diatas Penampang sayap pesawat terbang memiliki bagian belakang yang lebih tajam dan sisi bagian atasnya lebih melengkung dari pada sisi bagian bawahnya. Bentuk sayap tersebut menyebabkan kecepatan aliran udara bagian atas lebih besar dari pada di bagian bawah sehingga tekanan udara di bawah sayap lebih besar dari pada di atas sayap. Pada dasarnya, ada empat buah gaya yang bekerja pada sebuah pesawat terbang yang sedang mengangkasa yaitu :

1. Berat Pesawat yang disebabkan oleh gaya gravitasi Bumi
2. Gaya angkat yang dihasilkan oleh kedua sayap pesawat
3. Gaya ke depan yang disebabkan oleh mesin pesawat
4. Gaya hambatan yang disebabkan oleh gerakan udara

2.3 Perangkat Elektromekanik UAV

Perangkat elektromekanik pada UAV dikendalikan oleh sinyal PWM dari receiver. Antara lain sebagai berikut:

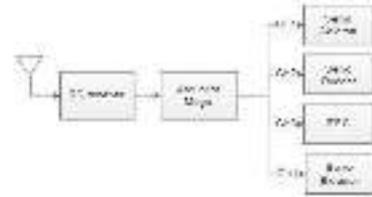
- a. Motor DC Brushless (BLDC) adalah motor DC elektrik dengan eksitasi terpisah dan aktif apabila mendapat suplai tegangan searah. Tegangan DC input akan dikonversi menjadi sinyal AC untuk menggerakkan motor. Sinyal kontrol kecepatan pergerakan motor dihasilkan dari receiver.
- b. Elektronik Speed Controller (ESC) adalah perangkat elektronika pengatur kecepatan putar motor BLDC. ESC menerima input pulsa dari receiver dan mengkonversikan pulsa tersebut ke dalam bentuk pengaturan daya yang akan disuplai dari catu daya ke motor BLDC.
- c. Motor Servo adalah motor elektrik yang bergerak menggunakan suplai tegangan DC. Servo membutuhkan input kontrol berupa PWM untuk memutar motor.

2.4 Sistem Groundcontrol Telemetry 433 Mhz 3DR

Frekuensi 433 MHz termasuk dalam spesifikasi kanal Industrial, scientific and medical (ISM) yang ditujukan untuk aplikasi lokal dalam dunia industri, pengujian ilmu pengetahuan, dan aplikasi kedokteran.

Sistem Tranceiver Telemetri

Sistem transmitter/receiver yang disebut sebagai Transceiver pada dasarnya berfungsi sebagai pengirim dan penerima. Tranceiver remote mengirimkan data hasil pengolahan gambar dengan citra keabuan yang terenkapsulasi oleh protokol komunikasi serial ke ground segment.



Gambar 4: Diagram blok flight control dengan menggunakan ardupilot mega.

Sistem Antena Mini

Antena mini yang digunakan pada sistem radio 433 MHz kebanyakan bertipe helix dan memiliki bentuk geometri seperti pegas dengan diameter lilitan serta jarak antar lilitan berukuran tertentu.

2.5 Ardupilot mega 2.6

APM adalah autopilot UAV lengkap, yang mendukung penerbangan yang diujicoba dan tidak berawak (seungguhnya otonom), termasuk ratusan titik GPS, kontrol kamera dan lepas landas dan pendaratan otomatis.



Gambar 3: Ardupilot Mega 2.6

2.6 Micro Air Vehicle Link (MAVLink)

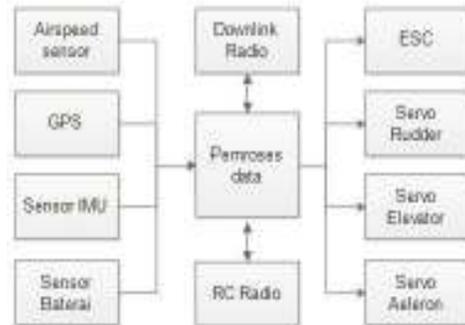
Micro Air Vehicle Link (MAVLink) adalah sebuah protokol untuk berkomunikasi dengan kendaraan tanpa awak berdimensi kecil. Kebanyakan digunakan untuk komunikasi antara Ground Control Station (GCS) dan kendaraan tanpa awak untuk mengirimkan arah, posisi dan kecepatan dari sebuah kendaraan tanpa awak. Sampai saat ini MAVLink digunakan sebagai protokol komunikasi dalam berbagai proyek, diantaranya Autopilots, Long Rang Transmitter dan Software.

III. PERANCANGAN SISTEM

3.1 Perancangan Sistem Kontrol

Kendali jarak jauh tanpa kabel pada pesawat model yang manual kendalinya menggunakan peralatan radio RC. Untuk mengendalikan laju dan manuver pesawat setidaknya di butuhkan minimal 4 chanel kendali. Chanel kendali untuk kontrol kecepatan motor, gerakan sudut aeleron, rudder dan elevator. Semua chanel kendali menggunakan sinyal PWM (*dutycycle* 0-100%).

Pesawat model UAV bisa terbang secara autonomus maka harus diberi sebuah modul *flight control* seperti Ardupilot mega. Pemasanganya diletakan antara line RC receiver dengan line aktuator (CH1 – CH4). Perhatikan gambar di atas, dengan kata lain pengendalian secara manual akan digantikan peranannya oleh Ardupilot mega. Semua mode terbang modul inilah yang bertanggung jawab.



Gambar 5: Diagram Blok Pesawat model UAV

Pesawat model nantinya Adapun rancangan detail sistem kontrol pada UAV pesawat model sebagai berikut:

1. Airspeed Sensor adalah peralatan instrumentasi yang berperan untuk mengukur kecepatan angin di sekitar pesawat.
2. GPS berperan untuk mengambil koordinat lokasi dan ketinggian pesawat model. Setidaknya di butuhkan 7 sinyal satelit GPS agar status sinyal GPS menjadi 3D Fix.
3. Sensor IMU didalamnya terdiri dari beberapa sensor diantaranya adalah sensor axel (kemiringan) , compas, barometer dan gyro (kecepatan sudut).
4. Sensor Baterai berperan untuk melihat informasi prosentase kapasitas baterai secara realtime akan membantu pemroses data untuk mengatur logika failsafe pada pesawat.
5. Downlink Radio adalah seperangkat peralatan telemetri data yang bekerja pada jalur pita frekuensi 433 MHz. Melalui inilah pesawat bisa berkomunikasi dengan Ground Control melalui protokol komunikasi Mavlink.

6. RC Radio dalam sistem ini masih tetap digunakan untuk mode terbang manual dan untuk keperluan pemilihan mode terbang.
7. Pemroses data disini adalah ardupilot mega. Di modul inilah semua logika terbang, data-data misi, kesetabilan failsafe dan lain-lain dikendalikan.
8. ESC memiliki peranan untuk mengendalikan motor BLDC, dalam pesawat ini menggunakan motor dengan spesifikasi 2200KV yang mampu menghasilkan trush hingga 1000gram.
9. Servo adalah motor yang bergerak berdasarkan derajat sudut. Besar sudutnya seirama dengan sinyal PWM pada line chanel. Tipe servo yang di gunakan dalam wahana ini adalah servo 180°.

3.2 Perancangan Hardware

Gerakan-gerakan pesawat seperti pitching, rolling, dan yawing pesawat pada model UAV ditunjang oleh beberapa sirip-sirip yang terletak di bagian-bagian sayap. Sirip-sirip tersebut digerakkan derajat kemiringannya oleh motor servo yang terpasang di pesawat.



Gambar 6: Desain konstruksi pesawat model UAV

Sirip aeleron kanan dan aeleron kiri berfungsi untuk gerakan rolling.

- a. Gerakan aeleron di kendalikan oleh moter servo melalui tuas penghubung. Untuk gerakan rolling ke kanan maka aeleron kiri bergerak ke bawah dan aeleron kanan bergerak ke atas. Untuk gerakan rolling ke kiri maka gerakan aeleron kiri bergerak ke atas dan aeleron kanan bergerak ke bawah.
- b. Gerakan yawing di kendalikan oleh motor servo yang terhubung dengan rudder melalui tuas penghubung servo. Untuk yawing ke kanan maka gerakan rudder bergerak ke kanan dan untuk yawing ke kiri maka gerakan rudder bergerak ke arah kiri.
- c. Gerakan piching dikendalikan oleh motor servo yang terhubung dengan elevator melalui tuas penghubung servo. Untuk pitching ke atas maka gerakan elevator bergerak ke atas kemudian untuk pitching ke bawah maka elevator bergerak kebawah.
- d. Gerakan maju kedepan berasal dari daya dorong yang dihasilkan dari putaran propeller. Propeller

digerakkan oleh motor BLDC berkecepatan tinggi dengan daya yang besar. Laju kecepatan pesawat berbanding lurus dengan kecepatan putar propeller. Semakin cepat maka laju pesawat semakin cepat.

- e. *Fight control* disini berfungsi untuk mengendalikan pesawat secara autonomus dan juga sebagai penghubung antara pesawat dengan Ground Control System.

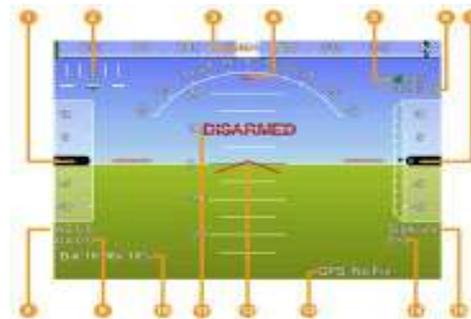
3.3 Ground Control System

GCS (Ground Control System) pada sistem pesawat UAV ini memiliki peranan sangat penting. Karena semua kendali pesawat, perencanaan misi terbang, monitoring sensor-sensor dan data logger aktifitas pesawat dipantau melalui GCS.



Gambar 7: Ground Control System

Pita frekuensi yang digunakan antara GCS dan pesawat model UAV adalah 433 MHz dengan modulasi FSK UART. Pertukaran data yang digunakan adalah *Mavlink Protocol*. Banyak keuntungan yang didapat jika menggunakan mavlink protocol radio downlink 433 Mhz.



Gambar 8: Aircraft Altitude

Keterangan Gambar:

1. Air speed (Ground speed if no airspeed sensor is fitted)
2. Crosstrack error and turn rate (T)
3. Heading direction
4. Bank angle
5. Wireless telemetry connection (% bad packets)
6. GPS time
7. Altitude (blue bar is rate of climb)
8. Air speed

9. Ground speed
10. Battery status
11. Artificial Horizon
12. Aircraft Attitude
13. GPS Status
14. Current Waypoint Number > Distance to Waypoint
15. Current Flight Mode

IV. IMPLEMENTASI

4.1 Pembuatan Mekanik Pesawat

Bahan- bahan yang digunakan untuk membangun pesawat disini terdiri dari foamboard, kayu balsa dan pipa karbon. Material-material tersebut sangat ringan, selain itu mudah untuk dibentuk.



Gambar 9: Proses perakitan UAV

4.2 Peralatan Elektronik

Proses pemasangan kelistrikan disini meliputi pemasangan kabel-kabel servo, RC receiver, telemetry downlink data, baterai, power supply dan gps/compas.

4.3 Input Control

Dibutuhkan minimal 5 channel RC receiver untuk memberi input kontrol pada flight control ardupilot. Kelima channel tersebut dihubungkan dengan pin-pin yang ada pada gambar. Channel 1 untuk aeleron/roll, channel 2 untuk elevator, channel 3 untuk thurtle, channel 4 untuk rudder. Channel 5 dihungkan dengan input pin nomer 8 yang berfungsi sebagai pemilihan mode terbang.

4.4 Pemasangan motor servo

Output dari flight control adalah aktuator-aktuator. Dalam sistem ini aktuator berupa motor servo dan juga ESC.



Gambar 10: Pemasangan perangkat elektronik

4.5 Merancang misi terbang



Gambar 11: Merancang misi terbang dan pengujian pada sistem Pesawat UAV

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil analisa dan implementasi dari perancangan sistem pesawat UAV ini dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Jenis pesawat UAV mampu terbang dengan interval waktu tertentu tanpa dikendarai oleh pilot, karena untuk pengontrolannya dilakukan secara otomatis melalui perangkat elektronis yang telah diprogram dan mampu melakukan misinya berulang kali.
2. Perangkat GPS membutuhkan waktu yang cukup lama untuk mentracking data koordinat baru dan GPS akan bisa bekerja dengan baik jika cuaca disekitarnya cerah, artinya kinerja dari GPS sangat di pengaruhi oleh keadaan cuaca di sekitar nya

5.2 Saran

Saran yang perlu penulis sampaikan berkaitan dengan Penelitian kedepannya perlu Ditambahkan pemasangan sistem kontrol pada pesawat UAV pesawat model elektrik

untuk simulasi koordinat dan misi dari pesawat secara natural meliputi misi Takeoff dan misi Landing secara otomatis

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak manajemen Politeknik Penerbangan Surabaya yang telah membantu baik langsung maupun tidak langsung atas terealisasinya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- (1) Carr Joseph J, "*Practical Antenna Handbook*", McGraw-Hill Companies, 2001.
- (2) Giancoli, Douglas C. 2001. **Fisika** Edisi Ke lima Jilid 1, Terjemahan. Jakarta: Erlangga.
- (3) Rahmad dan Ronny, 2016, Pengembangan Sistem Navigasi Otomatis pada UAV (Unmanned Aerial Vehicle) dengan GPS (Global Positioning System) Waypoint. Tugas Akhir, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS), Surabaya
- (4) Telemetry Group RF Systems Committee, "Telemetry TM Systems Radio Frequency (RF) Handbook", Secretariat Range Commanders Council U.S. Army White Sands Missile Range, 2008.
- (5) Young, Hugh D. dan Roger A. Freedman. 2002. Fisika Universitas (Terjemahan). Jakarta: Erlangga