

BAB II

DASAR TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Rizatus Shofiyani., 2011, Teknologi pesawat tanpa awak untuk pemetaan dan pemantauan tanaman dan lahan pertanian, Mengambil konsep penelitian pemasangan pesawat tanpa awak menggunakan *Global Positioning system (GPS)*, Jurnal informatika pertanian

Ridwan Widoyoko L., 2013, Pengembangan pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle, UAV*) *Short Range* untuk misi *Surveillance*, Mengambil konsep penelitian pengendalian jarak jauh untuk pesawat tanpa awak, Jurnal Teknik Universitas Gadjah Mada.

Agus Basukesti., 2016, Perancangan sistem *Tele-Navigasion* pada pesawat tanpa awak (UAV), Mengambil konsep penelitian pengendalian jarak jauh menggunakan *Telemetry*, Jurnal Sekolah Tinggi Teknologi Adisucipto.

Rahmat Hidayat dan Ronny Mardiyanto., 2016, Pengembangan sistem navigasi otomatis pada *UAV (Unmanned Aerial Vehicle)* dengan *GPS (Global Positioning System) Waypoint*, Mengambil konsep penelitian tentang pengembangan sistem navigasi otomatis, Jurnal Teknik ITS.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Pesawat UAV

Unmanned Aerial Vehicle (UAV) adalah salah satu jenis robot penjelajah udara tanpa awak. Unmanned Aerial Vehicle (UAV) juga sering disebut dengan nama Pesawat Udara Nir Awak (PUNA). Unmanned Aerial Vehicle (UAV) merupakan kendaraan udara tanpa awak (pilot pengendali) di dalamnya. Karena tidak memiliki awak, UAV harus dikendalikan dari jarak jauh menggunakan remote control dari luar kendaraan atau biasa disebut Remotely Piloted Vehicle (RPV). Selain itu, UAV juga dapat bergerak secara otomatis berdasarkan program yang sudah ditanamkan pada sistem komputernya.

UAV dapat di kelompokkan berdasarkan kegunaan, berdasarkan motor penggerak, dan pengelompokan berdasarkan hal lainnya. Namun, yang paling sering digunakan dalam kajian ilmiah adalah pengelompokan berdasarkan bobot dari suatu UAV.

Parameter bobot dipilih sebagai parameter pengelompokan karena terdapat banyak karakteristik performa suatu UAV yang berhubungan langsung dengan bobot dari UAV tersebut. Contohnya, besar gaya angkat dan gaya dorong yang dibutuhkan suatu UAV bergantung pada bobot UAV tersebut. Selain itu,

bobot juga mempengaruhi lebar baling-baling yang digunakan, serta sumber energi yang dapat dipakai. Contohnya, *UAV* yang ringan biasanya akan menggunakan motor elektrik sebagai penggerak utamanya dan *UAV* dengan bobot sangat berat biasanya menggunakan turbo jet ataupun turbo fan.

Kontrol pesawat *UAV* atau biasa di sebut dengan pesawat *Unmanned Aerial Vehicle* memiliki dua variasi kontrol. Variasi pertama yaitu dikontrol melalui *radio control* oleh seorang penerbang dari daratan atau manual, dan variasi kedua adalah pesawat yang terbang dengan sendirinya berdasarkan program yang dimasukkan kedalam pesawat sebelum terbang atau otomatis.

UAV adalah pesawat yang terbang tanpa operator di dalamnya dan dapat terbang secara *autonomous* dengan mengolah data dari. *UAV* dapat dikendalikan secara manual melalui radio kontrol atau secara otomatis dengan mengolah data sensor sehingga dapat terbang sesuai dengan keperluan. (Rahmat Hidayat dan Ronny Mardiyanto, 2016)

2.2.2 Parameter Perancangan Pesawat Model *UAV*

Pesawat model *UAV* dirancang dan dibuat sesuai dengan kebutuhan pembuat seperti penebar pupuk, pemadam kebakaran, shot map, militer dan lain-lain, adapun beberapa parameter yang dijadikan tolak ukur pembuatan pesawat model *UAV* adalah sebagai berikut:

a. Jangkauan

Jangkauan pada pesawat Model *UAV* dapat diartikan sebagai jarak maksimum pesawat model *UAV* dapat melakukan perjalanan dari titik awal ke titik akhir yang telah diprogram sebelumnya dan tentu saja dengan membawa *payload* atau muatan pada pesawat untuk melaksanakan misi tertentu, kemudian kembali lagi tanpa pengisian bahan bakar dengan mempertimbangkan semua faktor keselamatan. Jarak operasi ini secara langsung tergantung pada misi yang dilaksanakan. Jangkauan pada pesawat model *UAV* akan menentukan kebutuhan sumber tenaga yang diperlukan dalam menjalankan misi.

b. Daya Tahan

Daya tahan atau *Endurance* merupakan parameter penting yang meliputi ketahanan pesawat model *UAV* pada ketinggian tertentu. Ketahanan sebuah pesawat model *UAV* dapat dipantau pada *GCS* dengan cara membaca sensor-sensor yang tertanam di dalam pesawat seperti sensor ketinggian dan kecepatan terbang.

Daya tahan sebuah pesawat model *UAV* sangat bergantung pada desain aerodinamika pesawat model *UAV* itu sendiri dan bahan bakar yang dibawa. Meningkatkan kapasitas bahan bakar biasanya menjadi sebuah masalah tersendiri apabila ketersediaan ruang dan berat bahan bakar yang diizinkan terbatas. Desain aerodinamika pesawat model *UAV* yang diharuskan memiliki ketahanan yang bagus biasanya menggunakan desain

pesawat model *Glider*, karena tipikal pesawat model jenis *Glider* tidak terbang terlalu tinggi dan juga didisain tidak untuk pesawat dengan kecepatan terbang tinggi, sehingga akan menghemat bahan bakar dan akan meningkatkan ketahanan terbang pesawat *UAV* itu sendiri.

c. Ketinggian Terbang

Ketinggian terbang sebuah pesawat Model *UAV* ditentukan oleh misi yang akan dilakukan oleh pesawat tersebut. Sebuah misi foto udara yang dilakukan sebuah pesawat *UAV* mengharuskan pesawat tersebut untuk terbang cukup tinggi, kurang lebih 100 meter dari permukaan tanah guna mendapatkan cakupan area yang lebih luas.

d. Kecepatan Terbang Maksimum

Kecepatan terbang maksimum sebuah pesawat model *UAV* tergantung pada kekuatan mesin dan disain aerodinamika pesawat yang digunakan. Sebuah misi yang membutuhkan tingkat kecepatan yang tinggi akan sangat memengaruhi ketahanan pesawat itu sendiri ketika terbang. Hal ini dikarenakan kebutuhan daya tahan tinggi berbanding terbalik dengan kebutuhan kecepatan maksimum sebuah pesawat. Disain ketahanan tinggi biasanya memiliki mesin kecil yang efisien dan sayap besar dengan gaya angkat yang tinggi, sementara pesawat dengan kecepatan tinggi memiliki mesin dengan kapasitas besar yang tentunya akan banyak memerlukan bahan bakar.

Untuk sebuah misi pemantauan, pesawat model *UAV* tidak memerlukan kecepatan maksimum yang tinggi. Kecepatan maksimum yang diperoleh dari mesin berkekuatan besar selain akan mengurangi efisiensi bahan bakar atau baterai juga akan mengurangi kemampuan pantau dari pesawat itu sendiri dikarenakan objek yang diamati akan cepat dilewati. Karena itu untuk sebuah misi pemantauan, pesawat model *UAV* menggunakan mesin dengan kecepatan maksimum yang tidak terlalu tinggi dibawah 60 km/jam.

e. Kecepatan Jelajah

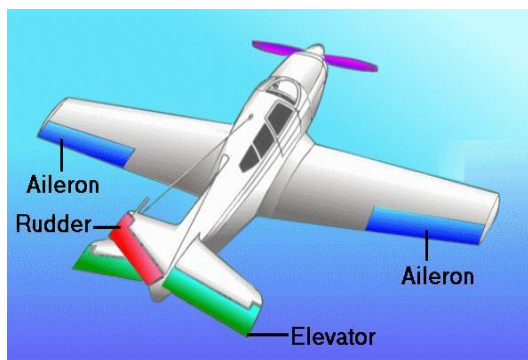
Kecepatan optimal selamaterbang, berat dan desain aerodinamika pesawat secara langsung mempengaruhi cakupan area terbang pada pesawat. Cakupan area yang luas dan bahan bakar yang terbatas menuntut sebuah pesawat *UAV* agar dapat terbang dengan kecepatan jelajah yang sesuai dengan luasan area yang akan dijelajah, sehingga perhitungan dan desain yang tepat sangat mutlak dibutuhkan untuk membangun sebuah pesawat dengan kecepatan jelajah yang diinginkan pada area yang telah ditentukan, semakin tinggi kecepatan pesawat model *UAV* dalam menjalankan sebuah misi semakin banyak pula pesawat tersebut membutuhkan sumber tenaga dan hal tersebut mengurangi waktu jelajah dari pesawat tersebut pada saat terbang. Kecepatan jelajah sebuah pesawat pemantauan sekitar 30-50 km/jam agar pemantauan objek data lebih efektif (McLean, 1990).

Berdasarkan parameter perancangan pesawat model *UAV* diatas, sebuah pesawat model *UAV* harus memenuhi semua parameter tersebut guna menghasilkan sebuah pesawat model *UAV* yang memiliki kemampuan maksimal. (Azim Hujam, 2015)

2.2.3 Bidang Kemudi Pada Pesawat Model UAV

Bidang kemudi adalah bidang yang digerakan oleh penerbang pada pesawat model melalui radio kontrol untuk mengendalikan pesawat model sebagaimana yang telah diuraikan pada subbab ini.

Bidang kemudi ini dikendalikan oleh penerbang melalui stik pada radio kontrol yang diarahan sesuai dengan keinginan. Pesawat model memiliki bidang kemudi yang sama dengan pesawat terbang sesungguhnya, terdiri atas *aileron*, *elevator* dan *rudder*. (Gambar 2.2).



Gambar 2.1 Bidang Kemudi Pesawat
(<http://www.pongo-air.com>, 24 Juli 2013)

a. *Aileron*

Aileron adalah bagian kecil dari sayap pesawat model yang terpasang pada bagian belakang dibagian ujung sayap *Aileron* digunakan untuk untuk memiringkan badan pesawat (roll) ketika hendak miring, berbelok (gambar 2.3).



Gambar 2.2 Stik kemudi bagian kanan
(<http://www.hooked-on-rc-airplanes.com>, 28 Juni 2013)

b. Elevator

Elevator berfungsi untuk mendongkakkan atau menukikkan pesawat pada saat terbang (*pitch and down*). *Elevator* terdapat dibelakang *stabilator horizontal* dan dipegang oleh beberapa engsel.

Bila bagian kemudi *elevator* yang berada pada stik sebelah kanan *radio control* digerakkan oleh penerbang, maka *elevator* kiri dan kanan akan bergerak secara bersamaan .



Gambar 2.3 Stik kemudi bagian kanan digerakan ke bawah (<http://www.hooked-on-rc-airplanes.com>, 28 Juni 2013)

c. Rudder

Rudder terdapat pada bagian belakang *stabilator* dan dipegang oleh beberapa engsel. *Rudder* berfungsi untuk menggerakkan ekor pesawat ke kiri dan ke kanan agar badan pesawat berubah haluan (berbelok) di udara. Pada pesawat model yang dikendalikan menggunakan *radio control*, *rudder* dikendalikan oleh stik remote kontrol di sebelah kiri. (gambar 2.4)



Gambar 2.4 Stik kemudi bagian kiri digerakan ke kiri untuk mengubah haluan pesawat (<http://www.hooked-on-rc-airplanes.com>, 28 Juni 2013)

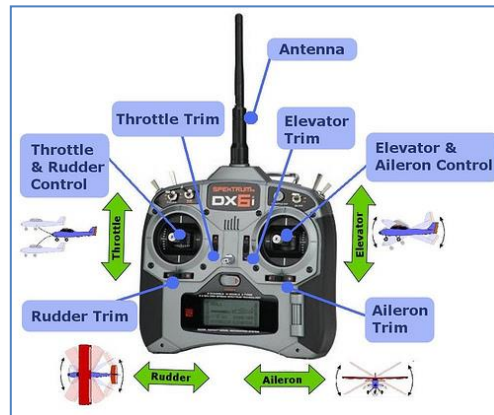
Dari uraian diatas dapat diambil kesimpulan bhawa bidang kemudi yang berada pada pesawat model dan pesawat sebenarnya tidak ada bedanya kecuali di kontrollernya.

2.2.4 Kemudi Terbang Pada Pesawat Model

Secara keseluruhan, kemudi terbang pesawat model memiliki mekanisme yang sama dengan kemudi pesawat terbang yang sesungguhnya, yang membedakan hanya pada alat kontrolnya saja. Pesawat terbang sesungguhnya dikendalikan melalui tuas kontrol pada kokpit pesawat, sedangkan pada pesawat model dikontrol dari jauh menggunakan *radio control* (gambar 2.1).

Radio kontrol pada pesawat model mentransmisikan data menggunakan teknik *Pulse With Modulation* atau *PWM* pada frekuensi 2.4 GHz. *Pulse With Modulation* atau *PWM* pada radio kontrol pesawat adalah suatu teknik menggerakkan servo atau motor listik pada fekuensi radio tertentu dengan cara mengubah lebar pulsa dari suatu pulsa data yang ditransmisikan oleh *radio control*.

Tidak seperti pada kendaraan jalan raya yang beroperasi hanya pada bidang, pesawat terbang beroperasi dalam ruang. Bergerak di dalam ruang membutuhkan pengendalian gerakan dalam tiga arah atau sumbu. Pada sumbu horizontal melintang pesawat terbang dapat mengatur sikapnya: lurus, menikik atau mendongkak, sementara pada sumbu horizontal membujur pesawat terbang dapat dimiringkan ke kiri atau ke kanan. Pada sumbu vertikal pesawat terbang dapat mengubah arah untuk berbelok ke kiri atau kanan. Pengaturan ini dilakukan oleh apa yang disebut *primary flight control* atau kemudi terbang utama (Capt. Desmond Hutagaol, 2002)



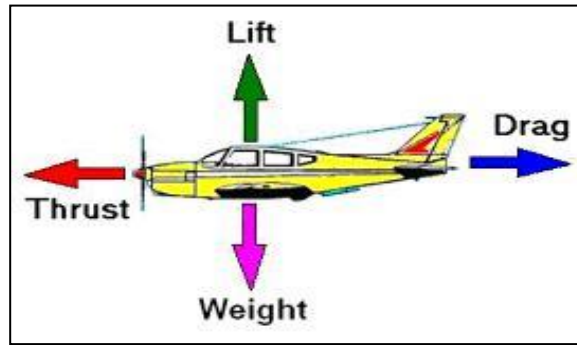
Gambar 2.5 *Radio Contro pada Pesawat Model* (<http://rcplanesforbeginners.net>, 28 Juni 2013)

Sistem Gerak Pesawat

Setiap benda yang ada di permukaan bumi ini yang bobotnya lebih berat dari udara (*heavier than air*) pasti akan jatuh ke permukaan bumi karena fenomena ini menyangkut hukum gravitasi (G). Untuk mempertahankan agar benda tetap pada tempatnya dan tidak jatuh ke permukaan bumi, maka dibutuhkan gaya (*Force*) sebesar gaya gravitasi (G -*Force*) yang timbul terhadap benda itu, yang disebut bobot (*weight*). Hal ini berlaku juga pada pesawat terbang sebagai benda yang lebih berat dari udara. (Andi Haris Rinaldi, 2012).

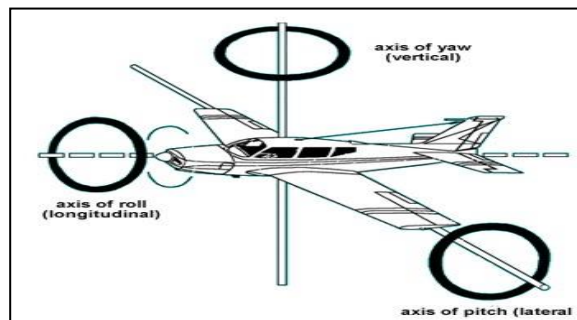
Gaya-gaya yang bekerja pada pesawat terbang terdiri dari: gaya dorong (*thrust*) yang mendorong pesawat ke depan, gaya hambat (*drag*) yang arahnya kebelakang pesawat, berlawanan dengan gaya dorong, gaya angkat (*lift*) yang mengangkat pesawat keatas, dan gaya gravitasi yang bekerja pada pesawat sehingga menimbulkan bobot (*weight*) yang arahnya selalu kebawah atau ke

pusat bumi. Gaya-gaya yang terjadi ketika pesawat sedang dalam keadaan terbang dapat dilihat pada gambar 2.6.



Gambar 2.6 Gaya-gaya yang Bekerja Pada Pesawat
(<http://greatchange.wordpress.com>, 13 Mei 2013)

Berdasarkan sifat gerakan pesawat terbang, dinamika pesawat terbang dikelompokkan menjadi dua model dinamik yaitu dinamika lateral dan dinamika longitudinal. Gambar 2.7 mengilustrasikan dinamika pesawat terbang.



Gambar 2.7 Dinamika Pesawat Terbang
(<http://greatchange.wordpress.com>, 14 Mei 2013)

a. Dinamika Lateral

Dinamika lateral adalah model matematika yang menggambarkan dinamika gerakan pesawat terbang untuk gerakan mendatar yang meliputi

gerakan berbelok. Pada gerak lateral hanya dua kontrol defleksi yang berpengaruh pada respon gerak pesawat yaitu *aileron* dan *rudder*

b. Dinamika Longitudinal

Dinamika longitudinal adalah model matematika yang menggambarkan dinamika gerakan pesawat terbang untuk gerakan dalam arah vertikal misalnya gerakan mendaki atau menukik. Pada gerak longitudinal hanya satu kontrol defleksi yang berpengaruh pada respon gerak pesawat yaitu *elevator*

2.2.5 Pesawat Model *Super Heavy*

[UAV super Heavy](#) adalah jenis robot penjelajah udara *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* yang memiliki berat diatas 2000 Kg. Sebagai contoh [UAV Super Heavy](#) adalah *Global Hawk* seperti terlihat pada gambar berikut.



Gambar 2.8 *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Global Hawk*
(<http://blog.unnes.ac.id>, 13 oktober 2015)

2.2.6 Macam-Macam Pesawat Model UAV

a. UAV Heavy

UAV Heavy adalah jenis robot penjelajah udara dengan berat antara 200 – 2000 Kg. Salah satu contoh *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Heavy* adalah A-160.



Gambar 2.9 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) A-160
(<http://blog.unnes.ac.id>, 13 oktober 2015)

b. UAV Medium

[UAV medium](#) adalah robot penjelajah udara yang memiliki berat pada range 50-200Kg. Contoh UAV jenis medium adalah *Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Chyper*.



Gambar 2.10 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Chyper
(<http://blog.unnes.ac.id>, 13 oktober 2015)

c. UAV Light

UAV light merupakan robot penjelajah udara dengan bobot 5-50Kg.

Contoh *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* jenis medium adalah *UAV Neptune*.



Gambar 2.11 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Neptune
(<http://blog.unnes.ac.id>, 13 oktober 2015)

d. UAV Micro

UAV micro adalah robot penjelajah udara yang ringan dan memiliki bobot kurang dari 5kg. Contoh *Unmanned Aerial Vehicle (UAV)* micro adalah *UAV Dragon Eye*.



Gambar 2.12 Unmanned Aerial Vehicle (UAV) Dragon Eye (<http://blog.unnes.ac.id>, 13 oktober 2015)

2.2.7 Navigasi

Navigasi dalam subbab ini meliputi pengertian navigasi, navigasi penerbangan, dan peralatan navigasi, selengkapnya sebagai berikut:

2.2.7.1 Pengertian Navigasi

Navigasi berasal dari bahasa Yunani, yaitu dari kata *navis* yang berarti perahu kapal dan kata *agake* yang berarti mengarahkan. Arti secara harfiah yaitu mengarahkan sebuah kapal dalam melakukan pelayaran. Pada

perkembangan selanjutnya kata navigasi tidak hanya diperuntukkan lagi dalam dunia pelayaran, akan tetapi juga digunakan dalam perjalanan darat (navigasi darat) dan udara (navigasi udara)

istilah navigasi pada umumnya digunakan untuk keperluan pelayaran dan penerbangan, penambahan kata darat pada navigasi lebih ditekankan pada penggunaannya di daratan antara lain meliputi gunung, hutan, lembah, sungai, rawa, pantai dan sebagainya. Navigasi merupakan suatu pengetahuan yang sangat penting dan harus dikuasai oleh orang yang melakukan kegiatan di alam terbuka.

2.2.7.2 Peralatan Navigasi

Peralatan navigasi dibutuhkan untuk mempermudah seseorang dalam mengetahui posisi dan memandu perjalanan. Kemajuan teknologi yang semakin pesat meahirkan beberapa peralatan navigasi berbasis satelit dengan kecanggihan serta berbagai kemudahan yang ditawarkan dalam ber-navigasi serta keperluan lainnya. Berikut adalah beberapa peralatan navigasi yang dikutip dari

UAV biasanya dilengkapi dengan alat atau sistem pengendali terbang melalui gelombang radio, navigasi presisi (*Ground Positioning System - GPS* dan Pengukuran *Inertial Unit*), dan elektronik kontrol penerbangan, dan

peralatan kamera resolusi tinggi. UAV dapat pula dilengkapi kamera multispektral untuk penelitian pertanian. (Rizatus Shofiani, 2011)

2.2.8 Peta

Istilah peta berasal dari bahasa Inggris, yaitu map. Adapun kata map berasal dari bahasa Yunani, yaitu *mappa* yang berarti taplak atau kain penutup meja. Namun, secara umum Pengertian Peta *adalah gambaran seluruh atau sebagian permukaan bumi pada bidang datar yang diperkecil dengan menggunakan skala tertentu. Ilmu yang mempelajari tentang peta disebut kartografi.*



Gambar 2.13 Peta Indonesia
(<http://.bacacoding.com>)

Pengetahuan peta telah dikenal manusia sejak sebelum masehi. Benda bersejarah yang berhubungan dengan pembuatan peta adalah berupa lempengan tanah liat peninggalan bangsa Babilonia, Mesir, dan Cina. Benda tersebut saat ini dapat disaksikan di Museum Semit Harvard, Amerika Serikat.

Saat ini orang dapat menggambarkan letak suatu tempat dengan gambar yang lebih baik, antara lain dengan melakukan perbandingan antara keadaan sebenarnya dan gambar yang dibuat. Perbandingan itu disebut skala. Misalnya, untuk menggambarkan jalan yang panjangnya 10 km cukup digambar sepanjang 10 cm. Oleh karena itu, skala merupakan komponen yang sangat penting dalam penggambaran peta.

2.2.9 *Global Positioning System (GPS)*

Global Positioning System (GPS) adalah sistem satelit navigasi dan penentuan posisi. Sistem ini didisain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga-dimensi serta informasi mengenai waktu, secara kontinyu di seluruh dunia tanpa bergantung waktu dan cuaca, bagi banyak orang secara simultan. Saat ini *GPS* sudah banyak digunakan orang di seluruh dunia dalam berbagai bidang yang menuntut informasi tentang posisi, kecepatan, percepatan ataupun waktu yang teliti. *GPS* dapat memberikan informasi posisi dengan ketelitian bervariasi dari satuan milimeter sampai dengan puluhan meter.

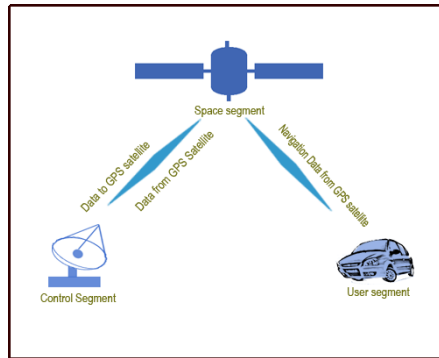
Beberapa kemampuan *GPS* antara lain dapat memberikan informasi tentang posisi, kecepatan, dan waktu secara cepat, akurat, murah, dimana saja di bumi ini tanpa tergantung cuaca. Hal yang perlu dicatat bahwa *GPS* adalah satu-satunya sistem navigasi ataupun sistem penentuan posisi dalam beberapa abad ini yang memiliki kemampuan

handal seperti itu. Ketelitian dari *GPS* dapat mencapai beberapa mm untuk ketelitian posisinya, satuan cm/s untuk ketelitian kecepatannya dan satuan nanodetik untuk ketelitian waktunya. Ketelitian posisi yang diperoleh akan tergantung pada beberapa faktor yaitu metode penentuan posisi, geometri satelit, tingkat ketelitian data dan metode pengolahan datanya.



Gambar 2.14 Perangkat *GPS* Elektronik (<http://www.engadget.com>, 15 Mei 2013)

Prinsip penentuan posisi dengan *GPS* yaitu menggunakan metode reseksi jarak, dimana pengukuran jarak dilakukan secara simultan ke beberapa satelit yang telah diketahui koordinatnya. Pengukuran *GPS* memiliki empat parameter yang harus ditentukan: yaitu 3 parameter koordinat X,Y,Z atau L,B,h dan satu parameter kesalahan waktu akibat ketidaksinkronan jam osilator di satelit dengan jam di *GPSreceiver*. Oleh karena diperlukan minimal pengukuran jarak ke empat satelit. Skema kerja *GPS* dapat dilihat pada gambar 2.12.



Gambar 2.15 Skema Kerja *GPS*
<http://www.engineersgarage.com>, 15 Mei 2013)

GPS adalah sistem satelit navigasi yang paling populer dan paling banyak diaplikasikan di dunia pada saat ini, baik di darat, laut, udara, maupun angkasa. Disamping aplikasi-aplikasi militer, bidang-bidang aplikasi *GPS* yang cukup marak saat ini antara lain meliputi survei pemetaan, geodinamika, geodesi, geologi, geofisik, transportasi dan navigasi, pemantauan deformasi, pertanian, kehutanan, dan bahkan juga bidang olahraga dan rekreasi. Penggunaan *GPS* khususnya di Indonesia terus berkembang sampai saat ini baik dalam volume maupun jenis aplikasinya.

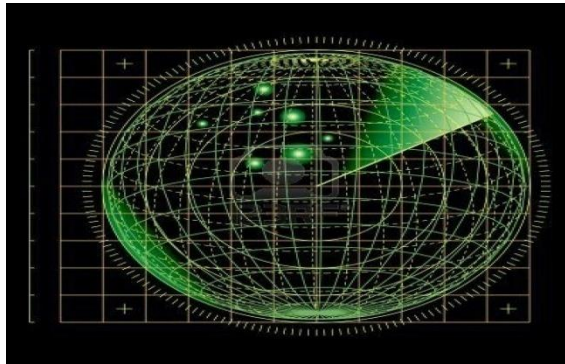
Standalone GPS

Standalone GPS adalah *GPS* yang beroperasi melalui gelombang radio langsung dari satelit tanpa memerlukan perantara seperti layaknya

Assited GPS (A-GPS) yang beroperasi dengan perantara *network resource*. Kemampuan *standalone GPS* dinilai sesuai sebagai pemandu arah dan identifikasi lokasi pesawat dalam perancangan ini.

2.2.10 Radar

Radar (yang dalam bahasa Inggris merupakan singkatan dari *Radio Detection and Ranging*, yang berarti deteksi dan penjarakan radio) adalah suatu sistem gelombang elektromagnetik yang berguna untuk mendeteksi, mengukur jarak dan membuat map benda-benda seperti pesawat terbang, berbagai kendaraan bermotor dan informasi cuaca (hujan). Panjang gelombang yang dipancarkan radar adalah beberapa milimeter hingga satu meter. Gelombang radio/sinyal yang dipancarkan dan dipantulkan dari suatu benda tertentu akan ditangkap oleh radar. Dengan menganalisa sinyal yang dipantulkan tersebut, pemantul sinyal dapat ditentukan lokasinya dan kadang-kadang dapat juga ditentukan jenisnya. Meskipun sinyal yang diterima relatif lemah/kecil, namun radio sinyal tersebut dapat dengan mudah terdeteksi.



Gambar 2.16 *Radar*
(<http://profindo-telecom.blogspot.>, 2014)

Radar adalah deteksi objek sistem yang menggunakan gelombang radio untuk menentukan jangkauan, ketinggian, arah, atau kecepatan benda. Hal ini dapat digunakan untuk mendeteksi pesawat, kapal, pesawat ruang angkasa, peluru kendali, kendaraan bermotor, formasi cuaca, dan medan. Hidangan radar atau antena mentransmisikan pulsa gelombang radio atau gelombang mikro yang memantul dari benda di jalan mereka. Tujuannya mengembalikan sebagian kecil dari energi gelombang untuk hidangan atau antena yang biasanya terletak di tempat yang sama dengan pemancar.

2.2.11 Kompas

Kompas adalah alat [navigasi](#) untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan [medan magnet bumi](#) secara akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah [mata angin](#) yang ditunjuknya adalah [utara](#), [selatan](#), [timur](#), dan [barat](#). Apabila

digunakan bersama-sama dengan [jam](#) dan [sekstan](#), maka kompas akan lebih akurat dalam menunjukkan arah. Alat ini membantu perkembangan perdagangan maritim dengan membuat perjalanan jauh lebih aman dan efisien dibandingkan saat manusia masih berpedoman pada kedudukan [bintang](#) untuk menentukan arah.



Gambar 2.17 *Kompas*
(<http://merpatimelati.blogspot.co.id>, 17 Desember 2011)

2.2.12 Navigasi Penerbangan

Menurut Capt. Desmond Hutagaol, ada tiga cara navigasi dalam dunia penerbangan yang dapat dilakukan oleh penerbang selama penerbangannya dari bandar udara A menuju Bandar udara B, yaitu:

1. Berdasarkan penglihatan (visual) dan mengenali tanda-tanda atau tanda khusus visual di permukaan bumi (*pilotage*)
2. Perhitungan dan perkiraan arah, jarak dan waktu berdasarkan sebuah posisi yang telah dilewati (*dead reckoning*)
3. Menggunakan stasiun radio navigasi, atau menggunakan bantuan peralatan navigasi elektronik.

2.2.13 Sistem Navigasi Pesawat UAV

Navigasi ini diantaranya adalah GPS (posisi koordinat 3 dimensi), sensor altimeter (ketinggian) bisa mengambil data ketinggian dari GPS, sensor accelerometer (sensor percepatan), dan sensor gyroscope (sensor kecepatsudut). Sensor sensor tersebut dapat digunakan untuk mengukur parameter dinamik UAV saat terbang. Kombinasi sensor accelerometer 3 aksis dan gyroscope 3 aksis menjadi sensor dinamik yang secara umum disebut sensor Inertial Measurement Unit yang disingkat IMU (widada,2003).

2.2.14 Sistem operasi *Autopilot* Pesawat Terbang

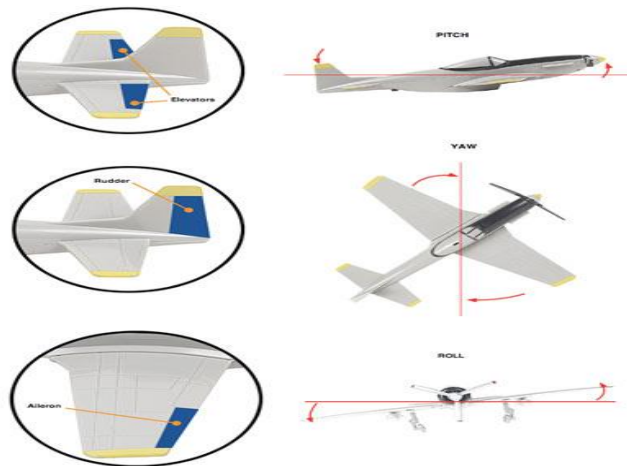
Pada tahun 1931, seorang pilot Amerika Wiley Post terbang dengan pesawat Lockheed Vega--"Winnie Mae"-- dalam rangka mengelilingi dunia dengan catatan delapan hari 15 jam 5 menit. Post memiliki sebuah navigator yang dinamakannya *Harold Gatty* untuk membantunya tetap betah dan melawan lelah pada penerbangan bersejarah tersebut. Namun ketika Post menjadi orang pertama yang terbang solo mengelilingi dunia pada tahun 1933, semuanya ia lakukan sendiri tanpa bantuan tenaga orang lain. Dan ternyata rahasia suksesnya atau minimal

salah satu rahasia suksesnya sangat sederhana, yaitu *autopilot* yang mengemudikan pesawat ketika ia beristirahat.

Dalam dunia pesawat terbang, atau lebih akuratnya dijelaskan dengan *Automatic Flight Control System* (AFCS). AFCS merupakan salah satu bagian dari *aircraft's avionics* -- sistem elektronik dan peralatan yang digunakan untuk mengendalikan sistem-sistem penting dari pesawat terbang dan penerbangan. Sistem pengendalian penerbangan meliputi sistem elektronik untuk komunikasi, navigasi, dan untuk cuaca. Penggunaan awal AFCS adalah untuk memberikan bantuan bagi pilot selama tahap penerbangan yang membosankan seperti pada saat terbang pada ketinggian yang tinggi. Banyak lagi yang bisa dilakukan oleh sistem autopilot, seperti membuat pesawat bermanuver dengan sangat tepat seperti mendaratkan pesawat pada kondisi jarak pandang nol.

Walaupun terdapat banyak variasi dari sistem autopilot, kebanyakan sistem autopilot dapat diklasifikasikan berdasarkan jumlah bagian (*part/surface*) yang dikendalikan. Untuk membantu memahaminya kita perlu familiar dengan tiga bagian pengendali dasar (*basic control surface*) yang mempengaruhi kinerja pesawat. Yang pertama adalah *elevator*, yang merupakan peralatan yang terletak di ekor pesawat yang berfungsi untuk mengendalikan *pitch* (manuver pesawat terbang pada sumbu horizontal yang tegak lurus dengan arah pergerakan pesawat terbang). *Rudder* juga

terletak di ekor pesawat terbang. Ketika *rudder* dimiringkan ke kanan (*starboard*), pesawat terbang akan berputar pada sumbu vertikal ke arah kiri. Ketika *rudder* dimiringkan ke kiri (*port*) pesawat akan berputar ke arah yang



Gambar 2.18 Sistem Autopilot pesawat terbang (<http://gretchange.wordpress.com>, 13 Mei 2013)

berlawanan. Dan yang terakhir yaitu: *aileron*s yang terletak pada ujung belakang setiap sayap, bagian ini berfungsi untuk menggulingkan pesawat dari satu sisi ke sisi lain.

Sistem autopilot mampu mengendalikan salah satu atau semua bagian-bagian tersebut. Berdasarkan jumlah bagian yang dikendalikan inilah sistem autopilot dibagi lagi menjadi tiga. *Single-axis autopilot* (autopilot sumbu tunggal) hanya mengendalikan salah satu dari ketiga bagian tadi, bagian yang dikendalikan biasanya *aileron*. Tipe sederhana dari autopilot ini dikenal juga dengan "*wing leveler*" karena dengan

mengendalikan *roll* (gerakan berguling/berputar pesawat) alat pengendali ini akan menjaga sayap pesawat dalam keadaan stabil. ***Two-axis autopilot*** (autopilot dua sumbu) mengendalikan *elevator* dan *aileron*. Dan yang terakhir ***three-axis autopilot*** (autopilot tiga sumbu) mengendalikan ketiga sistem pengendali tersebut: *aileron*, *elevator* dan *rudder*. (Nur Fadli, 20 Februari 2012). Metode *autopilot* adalah metode kendali pesawat dengan algoritma *lock position and homing*. Sistem *autopilot* bekerja dengan cara mencari koordinat posisi yang dituju kemudian kembali ke lokasi awal. Keunggulan teknologi ini adalah pesawat dapat menjangkau jarak yang cukup jauh. (Agus Basukesti, 2016)

2.2.15 Komponen Pada Pesawat Model UAV

Pesawat model *UAV* memiliki beberapa komponen pada sistem perancangannya yaitu *autopilot*, *Ground Control Station (GCS)* dan perangkat *wireless telemetry*. Berikut adalah beberapa perangkat *UAV* yang digunakan untuk menerbangkan sebuah pesawat model.

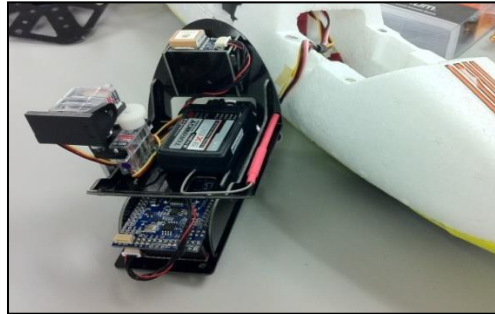
2.2.15.1 Autopilot

Autopilot adalah pengendalian pesawat model menggunakan mode otomatis untuk mengikuti suatu rute atau rencana penerbangan yang sudah dibuat. Terdapat beberapa jenis *autopilot* untuk pesawat model,

penentuan *autopilot* untuk pesawat model tergantung dengan misi yang ingin digunakan pada pesawat model tersebut. Badan pesawat yang sudah diuji kehandalan terbangnya secara manual baru kemudian dilakukan uji terbang otomatis menggunakan autopilot secara bertahap. Uji awal, uji terbang melingkar dengan jari-jari rendah, lalu uji kedua merupakan uji utama yaitu menguji kekuatan telemetri, penerbangan dengan jarak terjauh 4 km. Penerbangan *UAV* berdasar isi program yang diatur menggunakan *GCS Mission Planner* maupun *editing* program manual menggunakan *Arduino*. Sedangkan *Mission Planner* ini telah memiliki kemampuan untuk melakukan rekam *Flight Data* yang diperoleh dari sensor-sensor yang terpasang, seperti : *GPS*, *air speed sensor*, *magnetometer*, *gyroscope*, *accelerometer* dan *pressure sensor*. (Ridwan Widoyoko, 2013)



Gambar 2.19 *Autopilot* Pesawat Model *UAV*
(<http://diydrones.com>, 12 Maret 2013)



Gambar 2.20 Perangkat *Autopilot* yang Sudah Terpasang (ardupilot-mega.com, 25 Juni 2013)

Autopilot memiliki sensor untuk membantu menerbangkan pesawat model dengan otomatis, adapun sensor pada *autopilot* pesawat model adalah sebagai berikut :

a. Sensor Altimeter

Sensor altimeter adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur ketinggian pesawat dari atas permukaan laut. Secara umum sensor ini bekerja mengukur ketinggian pesawat dengan mengukur tekanan udara disekitar pesawat menggunakan barometer ataupun memantulkan *radar* ke arah target.

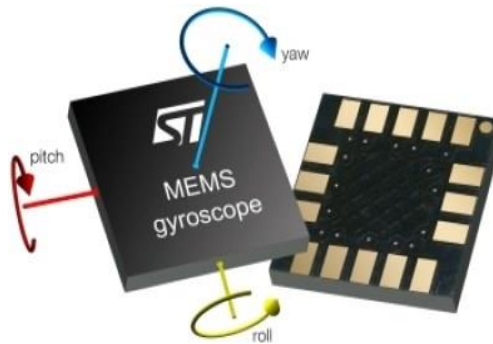
b. Sensor *IMU*

IMU atau *Inertial Measurement Unit* adalah salah satu instrumen yang digunakan pada sistem navigasi. *IMU* merupakan suatu unit dalam modul elektronik yang mengumpulkan data percepatan angular dan akselerasi linear, yang kemudian dikirim ke unit proses utama. *IMU* terdiri dari kombinasi *accelerometer* (sensor percepatan), *Gyroscope*

(sensor angular) dan *Magnetometer* untuk mengetahui keberadaan dan pergerakan suatu benda.

c. Accelerometer dan Gyroscope

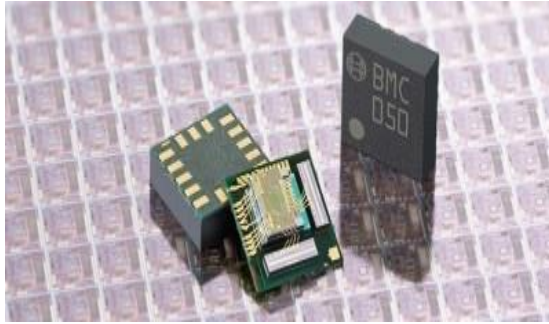
Accelerometer dan *gyroscope* merupakan sensor inersial, yaitu mengukur gerakan drone tersebut dari dalam (inersial). *Accelerometer* mengukur percepatan translasi sedangkan *gyro* mengukur rotasi. Kombinasi dari kedua pengukuran tersebut memungkinkan *flight controller* menghitung *attitude* (sikap) gerakan dan melakukan koreksi.



Gambar 2.21 *Sensor Gyroscope*, (Farhan, 2016)

d. Compass/Magnetometer

Sensor kompas atau secara umum disebut magnetometer adalah sensor yang mengukur gaya magnetik selayaknya kompas dalam artian umum. Sensor ini penting untuk drone berjenis multirotor karena *accelerometer* dan *gyro* tidak dapat menunjukkan arah drone tersebut terbang, sedangkan pada *fixed wing* lebih mudah karena hanya terbang pada satu arah saja.



Gambar 2.22 Sensor Magnometer (Farhan, 2016)

Sensor ini cukup sensitif terhadap interferensi elektromagnetik, sehingga harus dijauhkan peletakkannya dari penghasil medan elektromagnetik seperti motor dan ESC.

Pada *autopilot* Terdapat metode penerbangan yang dapat dipilih sesuai kebutuhannya ketika hendak melakukan penerbangan. Setiap *autopilot* memiliki *flight mode* yang berbeda-beda tergantung dari jenis *autopilot* itu sendiri. Beberapa *flight mode* yang biasa terdapat pada *autopilot* adalah sebagai berikut:

a. *Manual Mode*

Pada *manual mode*, pergerakan pesawat sepenuhnya masih dikendalikan oleh pilot menggunakan radio Kontrol.

b. *Stabilize Mode*

Stabilize adalah metode penerbangan dimana perangkat *autopilot* akan menjaga *level* pergerakan pesawat ketika terbang agar tetap stabil. Pergerakan pesawat ketika dikendalikan dengan menggunakan radio Kontrol akan sulit untuk stabil mengingat keterbatasan sudut pandang pilot, dengan begitu *stabilize mode* akan sangat membantu ketika melakukan penerbangan yang menuntut kestabilan yang tinggi.

c. *Run to Launch (RTL) Mode*

Pada *RTL mode*, pesawat akan terbang kembali ke titik dimana saat pesawat diterbangkan. *RTL mode* biasa digunakan setelah pesawat berhasil menuju titik tujuan akhir ataupun pesawat mengalami kendala ketika melakukan misi penerbangan.

d. *Auto Mode*

Auto mode adalah metode penerbangan dimana pesawat akan terbang mengikuti jalur penerbangan yang telah ditentukan sebelumnya. Pesawat akan terbang menuju titik koordinat yang ditentukan pada *GCS*.

e. *Loiter*

Loiter adalah metode penerbangan yang dapat diaktifkan agar pesawat terbang berputar mengelilingi suatu titik yang ditentukan pada ground control station atau pesawat akan terbang mengelilingi titik terakhir

dimana metode *Loiter* diaktifkan ketika terbang pada ketinggian yang telah ditetapkan sebelumnya.

f. *Fly by Wire*

Fly by Wire menerbangkan pesawat model dengan menggunakan *input* dari *radio control* yang dikombinasikan dengan *auto mode*. Terdapat dua jenis metode *fly by wire* yang dapat digunakan ketika menerbangkan pesawat model:

- ***Fly By Wire A***

Pada metode *fly by wire A*, ketinggian pesawat akan di atur oleh mode *auto mode* sementara kecepatan pesawat dikendalikan secara *manual* menggunakan *radio control*.

- ***Fly By Wire B***

Pada metode *fly by wire B*, ketinggian dan kecepatan pesawat akan dikendalikan oleh *auto mode*. Untuk menggunakan metode *fly by wire B*, maka *autopilot* diharuskan memiliki sensor *airspeed* yang akan membaca kecepatan pesawat ketika terbang.(Azmi Mujan, 2015)

Dimensi

Arduflyer 2.5 memiliki dimensi panjang 6,6 cm dan lebar 4 cm (gambar 4.3), dengan spesifikasi dimensi tersebut maka Arduflyer 2.5 dapat dipasang di badan pesawat Super Heavy bagian *autopilot*

Adapun spesifikasi dari arduflayer adalah :

- Kompatibel terhadap Arduino
- Terdapat dua jenis *conector input* dan *output*, yaitu *conector pin* jenis vertikal dan horizontal
- *3-axis gyro*, *accelerometer* dan *magnetometer* dengan *barometer* performa tinggi
- *Onboard 16 Mbit Dataflash chip* untuk *datalogging* otomatis
- MS5611-01BA03 *Barometric pressure sensor*
- *Digital compass powered by HMC5883L chip*
- *GPS* Terpisah
- *5.37V +/-0.5 Power Supply*

2.2.15.2 Global Positioning System (GPS) pada UAV

Modul *GPS* mengukur lokasi dari drone dengan mengukur seberapa lama sinyal bergerak dari satelit. Modul ini dapat juga digunakan untuk memperkirakan ketinggian meskipun kurang akurat. Akurasi dari *GPS* adalah sekitar 5 meter. Fitur utama dari modul *GPS* adalah menerbangkan

drone melalui *way-point* yang sudah ditetapkan secara otomatis. Antena *GPS* sering kali diletakkan diluar drone sehingga “terlihat” dari satelit untuk mendapatkan sinyal yang *solid*.



Gambar 2.23 *GPS* CRIUS CN-06
(ardupilot-mega.com, 25 Juni 2013)

Adapun spesifikasi dari *GPS* CRIUS CN-06 adalah sebagai berikut:

- *Standalone GPS receiver*
- *u-blox NEO-6M GPS module*
- *EEPROM for save configuration permanently*
- *Build in 2,5×2,5 cm active antenna*
- *UART (TTL) port with EMI protection*
- *Rechargeable battery for backup*
- *Dimension: 2,8×3,3 cm*
- *Height: 1,25 cm*
- *Weight: 16.5 gram*

- ***Standalone GPS***

CRIUS CN-06 merupakan jenis *standalone GPS* yang beroperasi melalui gelombang radio yang diterima langsung dari satelit sehingga tidak memerlukan *network resources*.

- ***GPS with Antenna Built-In***

GPS CRIUS CN-06 memiliki *antenna* berukuran 2,5×2,5 cm yang terpasang tepat diatas modul *GPS*. Pemasangan *GPS* CRIUS CN-06 pada badan pesawat model Solfix dapat lebih bervariasi dan menghemat ruang karena *antenna GPS* menyatu terhadap modul *GPS* itu sendiri (gambar 4.8)

2.2.15.3 Telemetry

Modul *telemetry* adalah alat yang mengirimkan dan menerima data melalui sinyal radio. Salah satu berada di darat dan salah satunya terpasang pada pesawat.



Gambar 2.24 Wireless *Telemetry*, (Farhan,2016).

2.2.15.4 Ground Station

Ground station adalah software yang berada pada PC maupun tablet yang mana memungkinkan pilot untuk memonitor kemanakah kita terbang, melakukan seting *way-point* maupun memberikan perintah kepada drone.



Gambar 2.25 *Ground Station* (Farhan ,2016).

Adapun beberapa fitur yang wajib dimiliki sebuah *GCS* adalah sebagai berikut:

a. Visualisasi Data Pesawat

Pada *GCS*, data pesawat yang ditampilkan ketika melakukan penerbangan terbilang cukup lengkap. Adapun data pesawat yang ditampilkan *GCS* meliputi kecepatan angin, posisi pesawat pada peta, ketinggian pesawat, kemiringan pesawat, kapasitas baterai, dan lain sebagainya.

b. Peta Digital

Untuk mengetahui keberadaan pesawat ketika terbang, *GCS* akan menampilkan peta digital yang terhubung langsung dengan beberapa peta digital yang telah tersedia, salah satunya adalah *google maps*. Peta

digital akan menampilkan lokasi dimana pesawat berada berdasarkan koordinat yang diberikan oleh *GPS* yang terpasang pada *autopilot*.

c. *Input Waypoint*

GCS memiliki fitur untuk menentukan *waypoint* pesawat yang telah disinkronisasikan terhadap peta digital. Untuk menentukan *waypoint* dapat langsung dilakukan dengan langsung menyeleksi daerah atau point yang akan menjadi rute penerbangan pesawat.

d. *Autopilot Setting*

Untuk menyesuaikan *autopilot* dengan pesawat yang akan digunakan, maka diperlukan beberapa penyetingan terhadap *autopilot*. *GCS* memiliki fitur dimana setingan terhadap *autopilot* dapat dilakukan seperti pemilihan jenis pesawat, ketinggian pesawat, sudut belokan, dan lain sebagainya.

e. *Simulasi*

Untuk mengetahui kemampuan sebuah pesawat yang telah terpasang sistem *UAV* dapat dilakukan simulasi menggunakan *GCS* yang dihubungkan dengan beberapa *software* simulasi pesawat terbang. *GCS* akan menghubungkan perangkat *autopilot* terhadap *software* simulasi sehingga kinerja dan setingan yang telah dilakukan pada perangkat *autopilot* dapat langsung diketahui tanpa melakukan penerbangan menggunakan pesawat yang sesungguhnya secara langsung yang memiliki resiko tinggi.

f. Parameter Kontrol Penerbangan

Parameter kontrol penerbangan adalah parameter yang dapat dikonfigurasi yang mengatur kontrol dari bidan kemudi pesawat ketika melakukan penerbangan selain *manual mode*. Adapun parameter penerbangan ini mengatur pergreakan bidang kemudi pesawat dan dikonfigurasi melalui *GCS* ketika pesawat dalam keadaan tidak terbang maupun sedang dalam penerbangan.(Azmi Mujan 2015)

G. Menampilkan Data Pesawat

Pada tahap ini akan dipilih *GCS* yang memiliki fitur untuk menampilkan data pesawat. Beberapa data pesawat yang harus dapat ditampilkan pada *GCS* ketika melakukan penerbangan meliputi:

1. Ketinggian pesawat
2. Sudut kemiringan pesawat terhadap dinamika *lateral* dan *longitudinal*
3. *Wireles telemetry status*
4. *GPS Status*
5. Posisi pesawat pada peta digital

H. Menampilkan Peta Digital

Peta digital akan menampilkan peta dimana posisi pesawat berada ketika melakukan penerbangan berdasarkan informasi yang diterima oleh *GPS*.

Pada perancangan ini akan dipilih *GCS* yang memiliki fitur peta digital untuk mempermudah dalam pemantauan pesawat ketika melakukan penerbangan.

I. Penentuan *Waypoint*

Penentuan *waypoint* pada Mission Planner atau *GCS* dapat dilakukan dengan metode *click and drag* atau tekan dan tarik pada *mause computer* yang sudah di instalakan software Missiion Planner, pada peta digital yang ditampilkan Mission Planner. Mission Planner dapat mengkalkulasikan jarak antar *waypoint* serta menentukan ketinggian pesawat pada setiap *waypoint*.

J. Pemilihan *Flight Mode*

Arduflyer 2.5 memiliki beberapa *flight mode* atau metode penerbangan, diantaranya *Auto*, *Fly by wire*, *Stabilize*, dan *Return to Lunch*. Untuk mengakomodasi segala kebutuhan dalam pemilihan *flight mode* pada *autopilot* maka dalam perancangan ini akan dipilih *GCS* yang memiliki fitur dalam pemilihan *flight mode*.

I. Konfigurasi Perangkat *Autopilot*

Salah satu syarat pemilihan *GCS* pada perancangan ini adalah kemampuan *GCS* untuk mengkonfigurasi Arduflyer 2.5. Adapun konfigurasi Arduflyer 2.5 yang akan dilakukan pada *GCS* adalah sebagai berikut:

1. Pemilihan Jenis Kendaraan Model

Arduflyer 2.5 adalah *autopilot* yang dapat mengakomodasi beberapa kendaraan model sekaligus, seperti pesawat, helikopter, multikopter, mobil, dan *boat*. *GCS* yang akan dipilih pada perancangan ini harus memiliki fitur untuk mengkonfigurasi Arduflyer 2.5 dalam hal pemilihan jenis kendaraan model yang akan digunakan.

2. Konfigurasi *Hardware* Tambahan pada *Autopilot*

Hardware tambahan adalah perangkat tambahan yang dipasang pada perangkat *autopilot* untuk berbagai kebutuhan tertentu. Salah satu *hardware* tambahan yang harus dikonfigurasi pada *GCS* adalah *power module* yang merupakan sensor dan kabel penghubung *autopilot* terhadap baterai. Konfigurasi *hardware* tambahan pada perangkat *autopilot* harus dapat diakomodasi oleh *GCS* yang akan dipilih agar data yang berasal dari *hardware* tambahan tersebut dapat ditampilkan pada *GCS*.

3. Parameter Penerbangan

Parameter penerbangan pada konfigurasi *autopilot* adalah parameter yang digunakan untuk mengkonfigurasi bidang kemudi dan navigasi ketika pesawat diterbangkan secara *autonomous*.

Adapun data pesawat yang dapat dipantau melalui Mission Planner ketika melakukan penerbangan diantaranya:

1. *Altitude*

Altitude adalah ketinggian pesawat yang dipantau pada Mission Planner. Ketinggian pesawat dapat dipantau ketika Mission Planner dihubungkan terhadap pesawat dengan menggunakan media *wireless telemetry*. *Altitude* ditampilkan pada Mission Planner menggunakan satuan meter.

2. *Ground Speed*

Ground speed adalah kecepatan pesawat ketika melakukan penerbangan. *Ground speed* yang ditampilkan pada Mission Planner menggunakan satuan meter per detik ataupun kilometer per jam.

3. *Distance to Waypoint*

Distance to waypoint merupakan salah satu fitur dari Mission Planner yang memberikan informasi jarak pesawat terhadap *waypoint* yang sedang dituju ketika melakukan penerbangan secara *autonomous*. *Distance to waypoint* ditampilkan pada Mission Planner menggunakan satuan meter.

4. *Yaw*

Yaw adalah indikator pesawat ketika melakukan pergerakan terhadap sumbu vertikal yang digerakan oleh *rudder* pada ekor pesawat. *Yaw* ditampilkan pada Mission Planner menggunakan satuan derajat.

5. *Vertical Speed*

Vertical Speed adalah indikator yang menunjukkan kecepatan menaik atau menurun pesawat yang dipantau. Kecepatan menaik dan menurun pada Mission Planner menggunakan satuan meter per detik.

6. *Distance to Mavlink*

Distance to Mavlink adalah indikator pada Mission Planner yang menunjukkan jarak pesawat yang dipantau terhadap *GCS*. *Distance to Mavlink* menggunakan satuan meter.

7. *Bank Angle*

Bank Angle pada Mission Planner adalah indikator sudut kemiringan pesawat terhadap segala sumbu baik itu vertikal maupun horizontal. *Bank angle* dipresentasikan dalam bentuk grafik animasi secara *real time* dengan *user interface* yang mudah dimengerti

8. *Telemetry Status*

Telemetry Status adalah indikator kualitas sinyal *wireless telemetry* yang menghubungkan *GCS* terhadap pesawat.

9. *GPS Status*

GPS status adalah indikator yang menampilkan status *GPS* ketika melakukan penerbangan.

K. Penentuan *Waypoint*

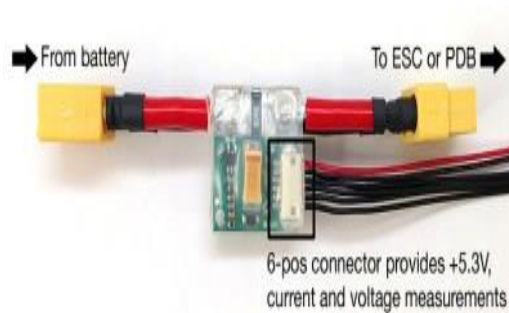
Penentuan *waypoint* pada Mission Planner atau GCS dapat dilakukan dengan metode *click and drag* atau tekan dan tarik pada *mause computer* yang sudah di instalkan software Missiion Planner, pada peta digital yang ditampilkan Mission Planner. Mission Planner dapat mengkalkulasikan jarak antar *waypoint* serta menentukan ketinggian pesawat pada setiap *waypoint*.

J. Pemilihan *Flight Mode*

Arduflyer 2.5 memiliki beberapa *flight mode* atau metode penerbangan, diantaranya *Auto*, *Fly by wire*, *Stabilize*, dan *Return to Lunch*. Untuk mengakomodasi segala kebutuhan dalam pemilihan *flight mode* pada *autopilot* maka dalam perancangan ini akan dipilih GCS yang memiliki fitur dalam pemilihan *flight mode*.

2.2.15.5 Power Module

Autopilot adalah peralatan elektronik yang sensitif, sehingga dibutuhkan sumber daya yang “bersih”. Power modul digunakan untuk merubah voltase baterai yang tinggi menjadi sesuai yang dibutuhkan oleh autopilot (biasanya 5 Volt).



Gambar 2.26 *Power Module*, (Farhan, 2016).

Power modul ini juga berguna untuk mengukur kondisi baterai, hal ini penting untuk sistem *failsafe* (perintah untuk mengakhiri misi terbang melalui *way-point*, misalkan *landing* otomatis atau kembali ke arah pilot), sehingga ketika baterai sudah lemah, drone akan otomatis mengambil tindakan darurat *failsafe*