

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 *Drone*

Drone adalah pesawat pengintai tak berawak yang dijalankan dengan pusat kendali di suatu tempat dengan menggunakan komputer atau juga *remote control*. Selain dapat dikendalikan, drone juga dapat disetting untuk dapat terbang secara otomatis.

Drone terdapat dua jenis, walaupun polanya sama. Drone versi pertama adalah combat drone atau drone untuk keperluan pengintaian, peperangan dan penyerangan. Dan drone versi kedua yaitu drone yang dibuat dengan fungsi untuk sarana pengangkatan sesuatu benda atau barang atau juga terkadang digunakan untuk melakukan tugas yang dianggap kotor dan terlalu berbahaya bagi manusia, contohnya di tempat yang memiliki tingkat radiasi tinggi.

Hingga saat ini di dunia industri bisnis, drone telah diterapkan dalam berbagai layanan seperti:

- Pengawasan Infrastruktur Fisik (pabrik, pelabuhan, jaringan listrik, dsb.)
- Pengiriman Paket Barang
- Pemadam Kebakaran Hutan
- Pemantauan Keadaan Lalu Lintas
- Pembantu Pencarian Korban Bencana



Gambar 2.1 *Drone quadcopter*

2.2 Komponen Penyusun *Drone*

2.2.1 GPS (*Global Positioning System*)

GPS adalah sistem radio navigasi dan penentuan posisi menggunakan satelit yang dimiliki dan dikelola oleh Amerika Serikat. Sistem ini dapat digunakan oleh banyak orang sekaligus dalam segala cuaca, serta didesain untuk memberikan posisi dan kecepatan tiga dimensi yang teliti dan juga informasi mengenai waktu secara kontinyu di seluruh dunia.

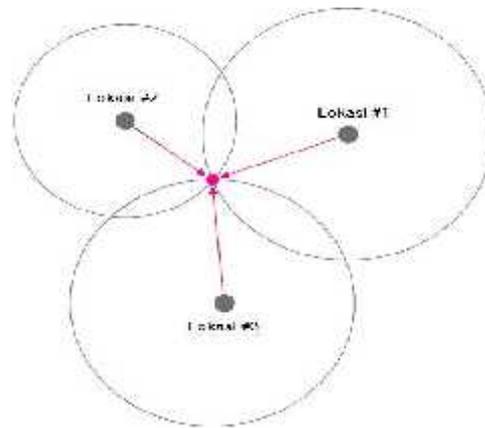
GPS telah banyak digunakan di Indonesia, antara lain untuk eksplorasi minyak, pertambangan, geologi, kelautan, dan dapat diintegrasikan dengan SIG misalnya untuk *tracking* benda bergerak (mobil, pesawat, satelit, dll). Secara komersial alat ini selain dapat membantu pengguna dalam menentukan lokasinya di permukaan bumi, juga dapat merekomendasikan lintasan dari lokasi saat ini hingga tujuan perjalanan, merekam lintasan yang pernah dilalui dan memberikan informasi lokasi fasilitas-fasilitas penting terdekat seperti ATM, Bank, dan supermarket.



Gambar 2.2 GPS modul quadcopter

GPS adalah satu-satunya sistem satelit navigasi global untuk penentuan lokasi, kecepatan, arah, dan waktu yang telah beroperasi secara penuh di dunia saat ini (*undergraduate thesis* Wildan Habibi, ITS, Surabaya Januari : 2011). GPS menggunakan konstelasi 27 buah satelit yang mengorbit bumi, dimana sebuah GPS *receiver* menerima informasi dari tiga atau lebih satelit tersebut seperti terlihat dalam Gambar 2.1 dibawah, untuk menentukan posisi. GPS *receiver* harus

berada dalam *line-of sight* (LoS) terhadap ketiga satelit tersebut untuk menentukan posisi, sehingga GPS hanya ideal untuk digunakan dalam *outdoor positioning*.



Gambar 2.3 Trilaterasi Dalam Global Positioning System (GPS)

Aplikasi yang berada disisi target (*client*) setelah mendapatkan *request* dari pelacak (*server*) maka *client* akan meminta koordinat posisinya pada GPS (*Global Positioning System*), yang kemudian akan dikirimkan ke pelacak (*server*).

Sejak tahun 1980, layanan GPS yang dulunya hanya untuk keperluan militer mulai terbuka untuk publik. Meskipun satelit-satelit tersebut berharga ratusan juta dolar, namun setiap orang dapat menggunakannya dengan gratis. Satelit-satelit ini mengorbit pada ketinggian sekitar 12.000 mil dari permukaan bumi. Posisi ini sangat ideal karena satelit dapat menjangkau *area coverage* yang lebih luas. Satelit-satelit ini akan selalu berada posisi yang bisa menjangkau semua area di atas permukaan bumi sehingga dapat meminimalkan terjadinya blank spot (area yang tidak terjangkau oleh satelit).

Setiap satelit mampu mengelilingi bumi hanya dalam waktu 12 jam. Sangat cepat, sehingga mereka selalu bisa menjangkau dimana pun posisi Anda di atas permukaan bumi. GPS *reciever* sendiri berisi beberapa *integrated circuit* (IC) sehingga murah dan teknologinya mudah untuk di gunakan oleh semua orang. GPS dapat digunakan untuk berbagai kepentingan, misalnya mobil, kapal, pesawat terbang, pertanian atau dalam hal ini pada *drone quadcopter* dan di

integrasikan dengan komputer maupun laptop.

2.2.1.1 Karakteristik GPS

Tentunya GPS juga memiliki beberapa karakteristik ketika dalam pengoperasiannya dimana karakteristik tersebut dapat dilihat pada tabel 2.1 - 2.3

Tabel 2.1 Karakteristik Input Catu Daya

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
Supply voltage	4.5	5.0	5.5	V
Supply current	70	95	180	mA

Tabel 2.2 Karakteristik Lingkungan

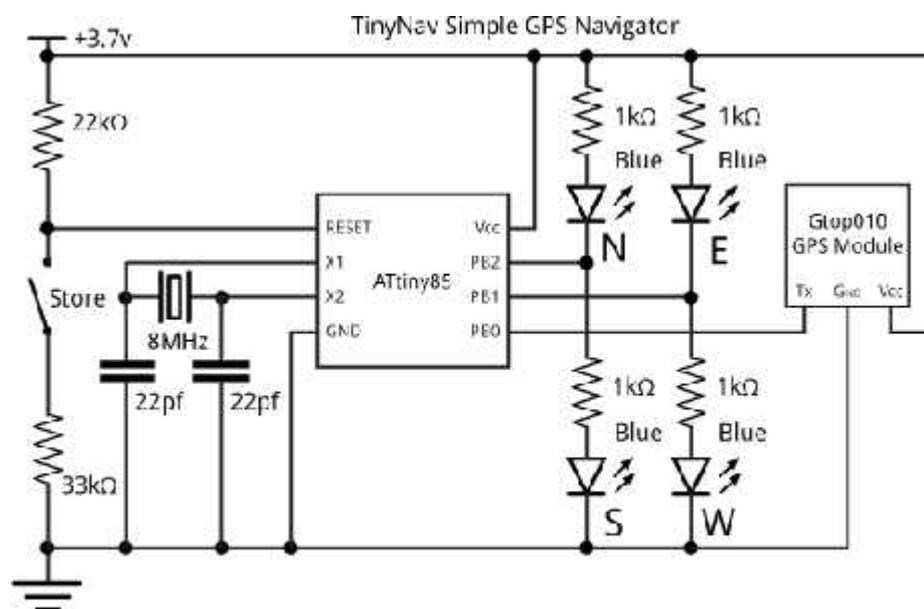
Parameter	Minimum	Maximum	Units
Temperature	-30	60	°C
Magnetic field strength		1.3	Gauss

Tabel 2.3 Karakteristik UART

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
Low-level input voltage	-0.3	0	1.6	V
High-level input voltage	2.1	3.3	5.5	V
Low-level output voltage	0	0	0.5	V

Parameter	Minimum	Typical	Maximum	Units
High-level output voltage	2.8	3.3	3.4	V
Source/sink current			10	mA

2.2.1.2 Spesifikasi GPS



Gambar 2.4 Rangkaian GPS

1. Sinyal GPS

Satelit GPS mengirim dua sinyal transmisi gelombang radio dengan emisi “Code-Phase” dan “Carrier-Phase” untuk menghitung jarak Satellite dan GPS Receiver agar lebih akurat, dengan frekuensi L1(1,57542 GHz) GPS transmisi Signal diperuntukan pengguna sipil dan L2.(1227.60 MHz) US GPS transmisi Sinyal untuk keperluan militer dengan spesifikasi keakuratan serta *Error Correction* lebih baik. Sinyal satellite GPS Navstar memancar menyorot permukaan bumi sesuai dengan karakter signal Microwave pada band sekitar 1.2-

1,5 GHZ, menembus awan, kaca dan plastic namun tidak akan bisa menembus benda padat/keras seperti bangunan atau gunung.

2. Sinyal dan Bias pada GPS

GPS memancarkan dua sinyal yaitu frekuensi L1 (1575.42 MHz) dan L2 (1227.60 MHz). Sinyal L1 dimodulasikan dengan dua sinyal pseudo-random yaitu kode P (Protected) dan kode C/A (coarse/aquisition). Sinyal L2 hanya membawa kode P. Setiap satelit mentransmisikan kode yang unik sehingga penerima (receiver GPS) dapat mengidentifikasi sinyal dari setiap satelit. Pada saat fitur "Anti-Spoofing" diaktifkan, maka kode P akan dienkripsi dan selanjutnya dikenal sebagai kode P(Y) atau kode Y.

Ketika sinyal melalui lapisan atmosfer, maka sinyal tersebut akan terganggu oleh konten dari atmosfer tersebut. Besarnya gangguan di sebut bias. Bias sinyal yang ada utamanya terdiri dari 2 macam yaitu bias ionosfer dan bias troposfer. Bias ini harus diperhitungkan (dimodelkan atau diestimasi atau melakukan teknik differencing untuk metode diferensial dengan jarak baseline yang tidak terlalu panjang) untuk mendapatkan solusi akhir koordinat dengan ketelitian yang baik. Apabila bias diabaikan maka dapat memberikan kesalahan posisi sampai dengan orde meter.

3. *Error Source* pada GPS

Pada sistem GPS terdapat beberapa kesalahan komponen sistem yang akan mempengaruhi ketelitian hasil posisi yang diperoleh. Kesalahan-kesalahan tersebut contohnya kesalahan orbit satelit, kesalahan jam satelit, kesalahan jam receiver, kesalahan pusat fase antena, dan multipath. Hal-hal lainnya juga ada yang mengiringi kesalahan sistem seperti efek imaging, dan noise. Kesalahan ini dapat dieliminir salah satunya dengan menggunakan teknik differencing data.

2.2.1.3 Cara Kerja *Global Positioning System* (GPS)

Setiap daerah di atas permukaan bumi ini minimal terjangkau oleh 3-4 satelit. Pada prakteknya, setiap GPS terbaru bisa menerima sampai dengan 12 chanel satelit sekaligus. Kondisi langit yang cerah dan bebas dari halangan membuat GPS dapat dengan mudah menangkap sinyal yang dikirimkan oleh

satelit. Semakin banyak satelit yang diterima oleh GPS, maka akurasi yang diberikan juga akan semakin tinggi.

Cara kerja GPS secara sederhana ada 5 langkah, yaitu :

1. Memakai perhitungan "*triangulation*" dari satelit.
2. Untuk perhitungan "*triangulation*", GPS mengukur jarak menggunakan travel time sinyal radio.
3. Untuk mengukur *travel time*, GPS memerlukan memerlukan akurasi waktu yang tinggi.
4. Untuk perhitungan jarak, kita harus tahu dengan pasti posisi satelit dan ketinggian pada orbitnya.
5. Terakhir harus mengoreksi *delay* sinyal waktu perjalanan di atmosfer sampai diterima receiver.



Gambar 2.5 Cara Satelit menentukan Posisi

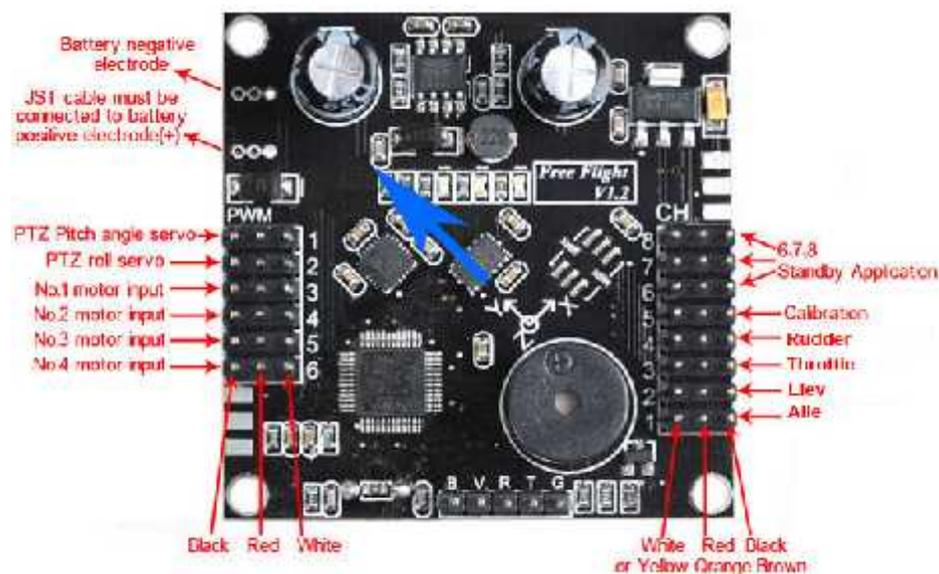
Satelit GPS berputar mengelilingi bumi selama 12 jam di dalam orbit yang akurat dia dan mengirimkan sinyal informasi ke bumi. GPS *reciever* mengambil informasi itu dan dengan menggunakan perhitungan "*triangulation*" menghitung lokasi *user* dengan tepat. GPS *reciever* membandingkan waktu sinyal di kirim dengan waktu sinyal tersebut di terima. Dari informasi itu didapat diketahui berapa jarak satelit. Dengan perhitungan jarak GPS *reciever* dapat melakukan perhitungan dan menentukan posisi user dan menampilkan dalam peta elektronik.

Sebuah GPS *reciever* harus mengunci sinyal minimal tiga satelit untuk menghitung posisi 2D (*latitude* dan *longitude*) dan *track* pergerakan. Jika GPS

receiver dapat menerima empat atau lebih satelit, maka dapat menghitung posisi 3D (*latitude*, *longitude* dan *altitude*). Jika sudah dapat menentukan posisi *user*, selanjutnya GPS dapat menghitung informasi lain, seperti kecepatan, arah yang dituju, jalur, tujuan perjalanan, jarak tujuan, matahari terbit dan matahari terbenam dan masih banyak lagi.

Satelit GPS dalam mengirim informasi waktu sangat presisi karena Satelit tersebut memakai jam atom. Jam atom yang ada pada satelit jalam dengan partikel atom yang di isolasi, sehingga dapat menghasilkan jam yang akurat dibandingkan dengan jam bisaa. Perhitungan waktu yang akurat sangat menentukan akurasi perhitungan untuk menentukan informasi lokasi kita. Selain itu semakin banyak sinyal satelit yang dapat diterima maka akan semakin presisi data yang diterima karena ketiga satelit mengirim *pseudo-random code* dan waktu yang sama. Ketinggian itu menimbulkan keuntungan dalam mendukung proses kerja GPS, bagi kita karena semakin tinggi maka semakin bersih atmosfer, sehingga gangguan semakin sedikit dan orbit yang cocok dan perhitungan matematika yang cocok.

2.2.2 Flight Controller



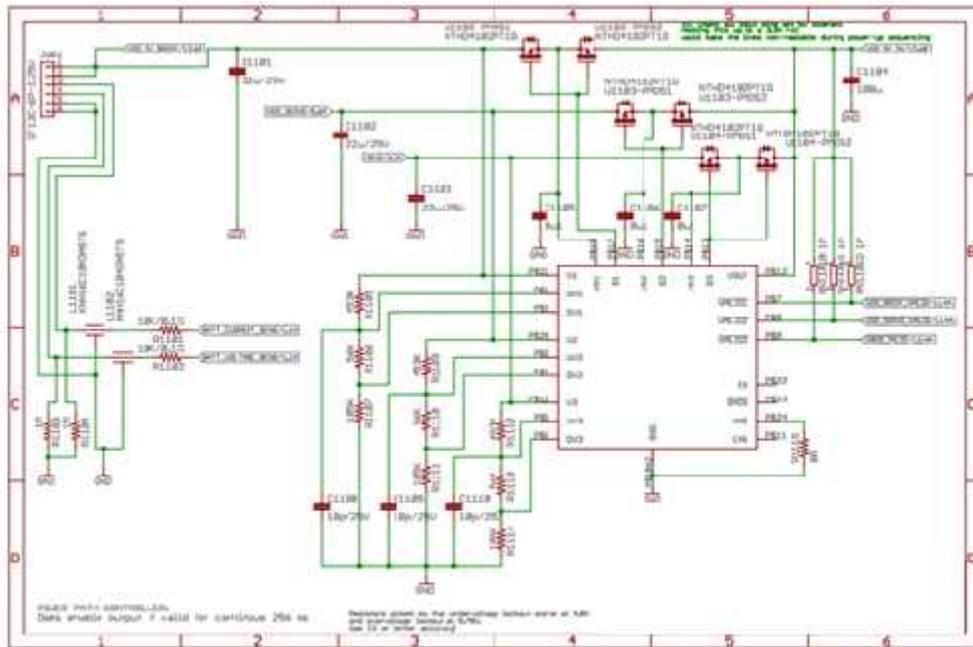
Gambar 2.6 Flight controller

Otak dari quadcopter merupakan komponen penting quadcopter dan menentukan apa saja fitur dari quadcopter tersebut. Flight Controller adalah pusat saraf dari drone . Sistem kontrol penerbangan pesawat tak berawak ini banyak dan beragam . Dari GPS diaktifkan sistem autopilot dan diterbangkan melalui cara link telemetri untuk sistem stabilisasi dasar menggunakan hardware kelas radio kontrol, dan ada sebuah program open source. Flight controller juga terkoneksi dengan, modul radio, GPS, gyroscope, ditambah dengan accelerometer, modul radio receiver, baterai, electronic speed controller dan gimbal. Sesuai namanya, Accelerometer sensor yang digunakan untuk mengukur percepatan suatu objek. Accelometer mengukur percepatan dynamic dan static. Pengukuran dynamic adalah pengukuran percepatan pada objek bergerak, sedangkan pengukuran static adalah pengukuran terhadap gravitasi bumi. Untuk mengukur sudut kemiringan (tilt). Di situlah gyroscope sebagai tingkat ukuran giroskop adalah perangkat untuk mengukur atau mempertahankan orientasi, dengan prinsip ketetapan momentum sudut. Mekanismenya adalah sebuah roda berputar dengan piringan didalamnya yang tetap stabil. Giroskop sering digunakan pada robot atau heli dan alat-alat canggih lainnya. Tabel 2.4 merupakan tabel karakteristik dari *flight controller*

Tabel 2.4 Karakteristik Flight Controller

Parameter	Nilai
<i>Min Voltage (V)</i>	6,3
<i>Min Current (A)</i>	0,5
<i>Max Current (A)</i>	2,5
<i>Servo ouput (V/A)</i>	5
<i>Max Voltage (V)</i>	18

Untuk skematik rangkaian dari *flight controller* dapat kita lihat pada gambar 2.7



Gambar 2.7 Skematik Rangkaian *Flight Controller*

Contoh dari flight controller terbagi menjadi dua, yaitu :

1. Apm
2. Pixhawk hkpilot

2.2.2.1 APM

APM 2.6 kit :

1. APM 2.6
2. 3DR uBlox GPS with Compass
3. Connector



Gambar 2.8 APM

Fitur :

1. Arduino compatible
2. Can be ordered with top entry pins for attaching connectors vertically, or as side entry pins to slide your connectors in to either end horizontally
3. Includes 3-axis gyro, accelerometer and magnetometer, along with a high-performance barometer
4. Onboard 4 MegaByte Dataflash chip for automatic datalogging
5. Optional off-board GPS, uBlox LEA-6H module with Compass.
6. One of the first open source autopilot systems to use Invensense's 6 DoF Accelerometer/Gyro MPU-6000.
7. Barometric pressure sensor upgraded to MS5611-01BA03, from Measurement Specialties.
8. Atmel's ATMEGA2560 and ATMEGA32U-2 chips for processing and usb functions respectively.

Diskripsi :

APM sendiri adalah hardware untuk autopilot, untuk software APM dibekali software bawaan pabrikan, ulasan menggunakan software pada "Mission Planner"

APM 2.6 adalah pengembangan dari APM 2.5, APM sendiri adalah suatu unit control untuk membuat robot terbang rotary wings ini menjadi full autopilot. Dalam APM 2.6 GPS dan kompas tidak menyatu pada board APM tapi terpisah dalam 3DR uBlox.

2.2.2.2 PixHawk

Pixhawk merupakan hardware dan software rotary wings yang didesain pada quadcopter untuk mampu terbang secara otomatis dengan menggunakan pengolahan on-board visi komputer. Quadcopter dioperasikan didalam dan diluar ruangan dengan GPS. Perangkat lunak dan sistem hardware disajikan dalam bentuk sebuah platform penelitian open-source yang memungkinkan pengolahan penuh pada quadcopter. Pixhawk memungkinkan quadcopter terbang otomatis penuh tanpa radio link maupun perangkat pengolahan eksternal. Desain system

memungkinkan untuk memanfaatkan kamera (misalnya sebagai dua pasang kamera stereo) untuk lokalisasi, pengenalan pola dan menghindari rintangan. Kamera dan unit pengukuran inersia (IMU) hardware disinkronkan dan dengan demikian memungkinkan visi - IMU ketat fusion. Pixhawk adalah sistem autopilot canggih yang dirancang oleh proyek PX4 terbuka hardware dan diproduksi oleh 3D Robotika. Pixhawk merupakan fitur prosesor canggih dan teknologi sensor dari ST Microelectronics® dan system operasi real-time NuttX, dimana alat ini memberikan kinerja yang luar biasa, fleksibilitas, dan kehandalan untuk mengendalikan setiap kendaraan secara otomatis.



Gambar 2.9 Flight Control PixHawk

Adapun manfaat dari system Pixhawk yang digunakan pada masa sekarang yaitu termasuk multi threading, sebuah Unix / Linux seperti pemrograman lingkungan. Secara umum pixhawk berfungsi secara autopilot dalam proses terbang. Pixhawk memungkinkan APM dan PX4 yang ada untuk mengoperasikan transisi secara mulus kesistem ini dan menurunkan hambatan yang masuk. Keunggulan Pixhawk akan disertai dengan pilihan perangkat baru, termasuk sebuah sensor digital kecepatan udara, dukungan untuk indikator multi-warna LED eksternal dan magneto meter eksternal. Semua peripheral secara otomatis terdeteksi dan dikonfigurasi.

Pengaturan navigasi keseluruhan pada pixhawk akan dilakukan pada mikrokontroler atau visi computer dan laser. Dengan menggunakan pengolahan

on-board untuk lokalisasi dan manuver yang digunakan saat ini menggunakan baik GPS maupun Inertial Navigation System (INS). Pengolahan on-board secara efektif membuat MAV tergantung pada unit pengolahan eksternal dan sangat membatasi keselamatan dan jangkauan pengoperasian quadcopter.

2.2.3 *Electronic Speed Controller (ESC)*



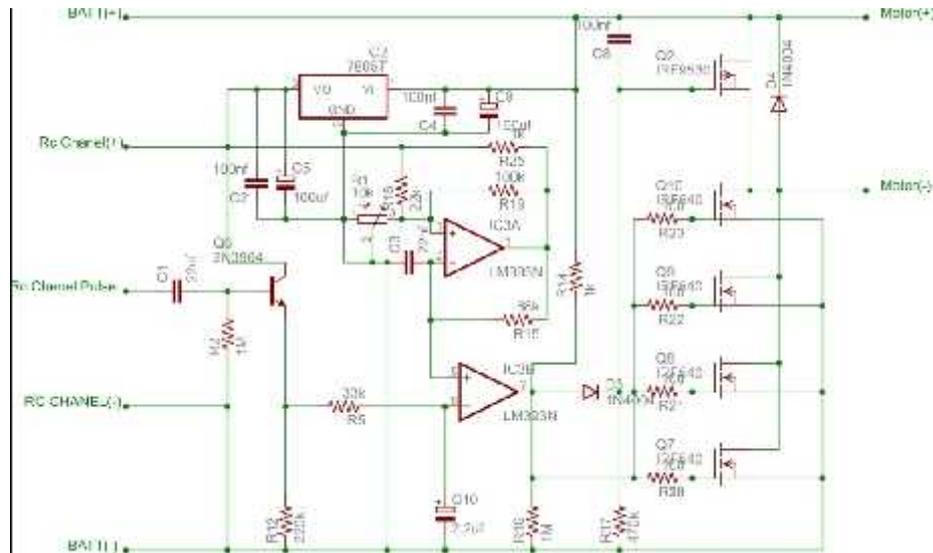
Gambar 2.10 Electronic Speed Controller

Sebuah Modul Rangkaian Electronic yg fungsinya mengatur putaran pada motor sesuai ampere yg di butuhkan oleh motor bisa dibidang ESC yg dimaksud disini bekerja dan hanya bisa digunakan untuk Motor Jenis AC (3 fasa connector) sedang untuk Dinamo DC bisa tanpa menggunakan ESC dan bisa juga dengan ESC 2 fasa dan cukup 2 kutub catu daya + dan - (2 fasa connector). Jika dilihat dari fungsinya, kerja ESC untuk copter dan quadcopter ini bekerja dipengaruhi oleh 2 faktor:

1. Kuat arus (Ampere) untuk di berikan motor untuk mengontrol Speed Ampere ESC harus lebih besar dari pada motor/minimal $A_{ESC} = A_{Motor}$. Motor esc minimal harus sama atau lebih besar ampere nya dari motor. Misal motor anda mampu menyedot arus maksimal 30a, esc anda harus minimal 30a atau lebih besar. kalau ESC ampere nya lebih kecil dari motor nya, daya kerja ESC akan semakin lebih besar untuk menyuply arus untuk diberikan ke motor, dan bisa mengakibatkan ESC cepat panas dan

terbakar, terlebih motor itu tidak bergerak bebas/dalam keadaan memutar beban.

2. Di pengaruhi oleh bobot *quadcopter* jika beban (bobot heli) semakin berat, klo bisa Ampere ESC diberikan nilai yg besar, ini sangat mempengaruhi saat mengangkat bobot heli, putaran motor akan sedikit tertahan dan terbeban karena sifat saat membuat tekanan angin. Adapun untuk rangkain dari ESC ini dapat dilihat pada gambar 2.8.



Gambar 2.11 Skematik Rangkaian ESC

2.2.4 *Brushless DC Motor (BLDC)*



Gambar 2.12 Brushless DC motor

BLDC motor adalah suatu jenis motor sinkron. Artinya medan magnet yang dihasilkan oleh stator dan medan magnet rotor berputar di frekuensi dan

kecepatan yang sama. BLDC motor tidak mengalami slip, tidak seperti yang terjadi pada motor induksi biasa.

Perbedaan utama antara motor DC magnet permanen (DC-MP) dengan motor *brushless* DC terletak pada pembangkitan medan magnet untuk menghasilkan gaya gerak. Jika pada motor DC-MP medan magnet yang dikontrol berada di rotor dan medan magnet tetap berada di stator. Sebaliknya, motor *brushless* menggunakan pembangkitan medan magnet stator untuk mengontrol geraknya sedang medan magnet tetap berada di rotor. Motor BLDC mempunyai banyak keuntungan dibandingkan dengan motor DC lainnya, yaitu:

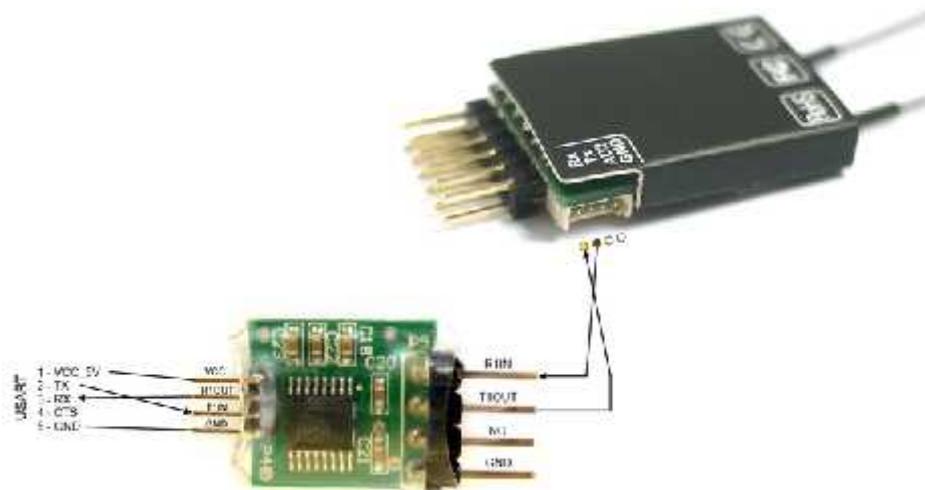
1. Kecepatan yang lebih baik untuk melawan karakteristik tenaga putaran.
2. Tanggapan dinamis tinggi.
3. Efisiensi tinggi.
4. Tahan lama atau usia pakai lebih lama.
5. Nyaris tanpa suara bila dioperasikan.
6. *Speed range* yang lebih luas.

Untuk karakteristik dari Motor DC *Brushless* dapat dilihat pada tabel 2.5

Tabel 2.5 Karakteristik Motor DC *Brushless*

Parameter	Nilai
KV (rpm/v)	920
<i>Weight</i> (g)	57
<i>Max Current</i> (A)	16
<i>Resistance</i> (mh)	90
<i>Max Voltage</i> (V)	11
<i>Power</i> (W)	150

Motor ini terdiri dari empat bagian utama, yaitu: rotor, stator, hall sensor, dan rangkaian kontrol. Stator suatu BLDC motor terdiri dari tumpukan baja laminasi dengan lilitan ditempatkan di slot. Secara kebiasaan, stator menyerupai motor induksi; tetapi lilitannya dibuat sedikit berbeda. Kebanyakan BLDC motor mempunyai tigagulungan-stator dihubungkan secara bintang. Masing-Masing ini lilitan dibangundengan banyak



Gambar 2.14 Telemetry

Sinyal Komunikasi atau pertukaran data pada telemetry merupakan hal penting. Telemetry diperuntukan untuk memperpanjang basis sinyal-sinyal untuk penerbangan pesawat, robot *drone* atau untuk penerbangan arah rudal Jelajah seperti halnya milik bangsa Yahudi. Seperti *David Sling*, *Arrow*, *Barak8*, atau *Popeye Turbo*. Tanpa sistem telemetry rudal atau pesawat *drone* milik bangsa Yahudi ini akan kehilangan signal atau hilang kontak dengan GCS (*Ground Control Station*). Sehingga *drone* tersebut tidak bisa terbang lebih jauh. Walaupun sebenarnya pesawat *drone* sangat memungkinkan untuk terbang lama hingga 1-3 Hari Tanpa Isi Bahan Bakar. Namun apabila tidak ada signal-sinyal telemetry maka pesawat *drone* tersebut tidak bisa terbang semakin jauh. *Drone* tersebut hanya mampu terbang berdasarkan lokasi yg tidak terlampau luas. Gambar 2.14 merupakan skematik rangkain dari telemetry.

quadcopter pada saat terbang secara manual. *Radiolink AT-9* ini memiliki 9 kanal, 4 buah digunakan untuk mengatur gerakan *roll*, *pitch*, *yaw*, dan *throttle*, dan 5 kanal sisa digunakan untuk *switch* dari mode manual ke otomatis



Gambar 2.16 Remote Control