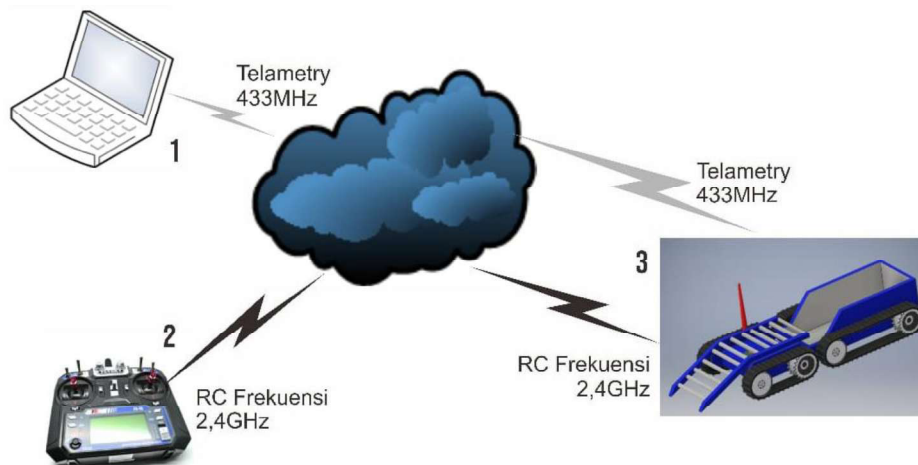


## BAB II

### PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

#### A. AUTONOMOUS ROVER

Alat pembersih sampah otomatis ini oleh penulis diberi nama *Autonomous Rover* Pembersih Sampah Pantai dari nama tersebut alat ini ditujukan sebagai alat untuk meningkatkan pariwisata terutama wisata pantai dikarenakan akhir-akhir ini banyak pemberitaan bahwa pantai-pantai di Indonesia yang waspada dengan sampah-sampah yang berserakan dari kasus ini juga berdampak ke ekosistem laut dikarenakan sampah-sampah ini terbawa ombak menuju ke laut sehingga mencemari ekosistem laut sehingga sangat perlu adanya alat yang membantu untuk pembersihan sampah-sampah pantai yang ada.

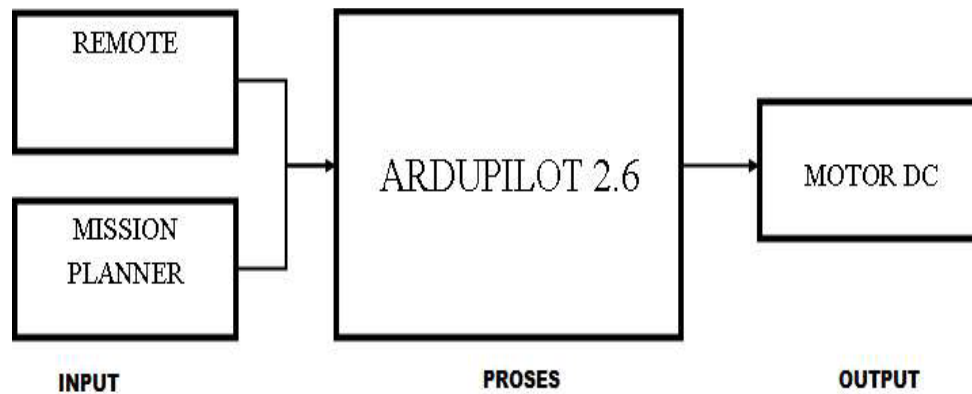


Gambar 1. Diagram sistem Autonomous Rover Pembersih Sampah Pantai

Pada gambar 2 dijelaskan bahwa alat Autonomous Rover Pembersih Sampah Pantai memiliki 2 cara dalam melakukan unjuk kerja yaitu dengan cara:

1. Manual menggunakan remote berbasis gelombang radio 2,4Ghz yang dikirim oleh transmitter dan diterima oleh receiver pada alat. Hal ini ditunjukkan dengan nomor 2 pada gambar 2.
2. Cara yang kedua secara auto yang dimana software yang berada di laptop akan men set jalur yang akan dilalui oleh alat melalui kordinat GPS dari kordinat

tersebut akan di transmisikan melalui gelombang radio 433Mhz melalui telemetri yang ditunjukkan angka 1 pada gambar 2.



Gambar 2. Blok Diagram Alat

Dari blok diagram yang ditunjukkan gambar 3,m terdapat 3 fungsi utama sistem yang bekerja yaitu

1. **INPUT :**

a. **TX/RX (Pengirim dan Penerima) :**

Instrumen ini digunakan untuk penghubungan antar alat dengan aplikasi antarmuka secara nirkabel yang digunakan pengguna agar bisa berkomunikasi, dalam instrumen ini digunakan 2 komponen yaitu telemetry 433Mhz dan remote.

b. **Human Interface (aplikasi antarmuka) :**

Instrumen ini digunakan untuk mengatur semua settingan seperti kecepatan motor, jalur penyisiran, dan posisi alat agar bisa diketahui oleh operator yang digunakan pada instrumen ini adalah aplikasi *Mission Planner*.

c. **GPS :**

Instrumen ini digunakan untuk memberikan kordinat kepada alat agar dapat berjalan sesuai kordinat yang telah ditentukan.

## 2. PROSES :

Pada fungsi ini hanya ada 1 instrumen yaitu *board* Mikrokontroller yaitu APM 2.6 yang berfungsi memproses semua masukan dan mengatur keluaran yang dibutuhkan.

## 3. OUTPUT :

Pada fungsi ini juga hanya memiliki 1 instrumen yaitu motor DC 12V yang berfungsi sebagai penggerak utama maupun penggerak sekunder yang menggerakkan *conveyor*.

## B. Telemetry 433MHz

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. Operasi *narrowband* dari radio 433 MHz yang berada pada sub-GHz memungkinkan rentang jarak transmisi mencapai jarak dalam orde beberapa kilometer dengan kebutuhan daya kecil. Ditinjau dari konsumsi daya, frekuensi 433 MHz memerlukan energi lebih rendah setiap bitnya dibanding frekuensi yang lebih tinggi. 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*.

Komunikasi serial menawarkan berapa kelebihan dibandingkan secara paralel, antara lain:

1. Kabel komunikasi serial bisa lebih panjang dengan jumlah serat kabel lebih sedikit.
2. Sistem tertanam banyak menggunakan komunikasi serial, sehingga lebih mudah melakukan antarmuka.



Gambar 3. Telemetry 433MHz

### C. TRANSMITTER REMOTE KONTROL

Sinyal radio dibangkitkan dengan rangkaian osilator yang dibentuk dengan transistor Q1 9016, frekuensi kerja dari osilator ini ditentukan oleh kristal Y1 yang bernilai 27,145 MHz. Bagian yang sangat kritis dari rangkaian osilator ini adalah T1, L1 dan L2, yang khusus dibahas tersendiri dibagian akhir artikel ini. Kerja dari osilator ini dikendalikan oleh gerbang NOR U2D 14001, saat output gerbang (kaki nomor 3) ini bernilai '1', osilator akan bekerja dan mengirimkan frekuensi radio 27,145 MHz, dan pada saat output U2D bernilai '0' osilator akan berhenti bekerja.

Gerbang NOR U2D menerima sinyal *clock* dari gerbang NOR U2B. Gerbang NOR jenis CMOS dengan bantuan resistor R4 dan R5 serta kapasitor C8 membentuk sebuah rangkaian osilator frekuensi rendah pembentuk clock untuk mengendalikan rangkaian digital yang ada. Kerja dari pembangkit *clock* ini dikendalikan lewat input kaki 6, rangkaian akan membangkitkan *clock* kalau input ini berlevel '0'.

Gerbang NOR U2A dan U2C membentuk sebuah rangkaian Latch (RS Flip Flop), karena pengaruh resistor R2 dan kapasitor C11 yang diumpankan ke kaki nomor 9 di U2C, pada saat rangkaian mendapat catu daya output U2C pasti menjadi '1' dan output U2A (kaki nomor 3) menjadi '0'. Keadaan ini akan mengakibatkan pembangkit *clock* U2b bekerja membangkitkan *clock* dan melepas keadaan reset IC pencacah 14024 (U1), sehingga U1 mulai mencacah dan

rangkaian osilator 27,145 MHZ mengirimkan pulsa-pulsa frekuensi selama pembangkit *clock* bekerja.

Pada saat mulai mencacah, semua output IC pencacah 14024 dalam keadaan '0', setelah mencacah 8 pulsa maka output Q4 (kaki nomor 6) akan menjadi '1', setelah mencacah 16 pulsa output Q5 (kaki nomor 5) menjadi '1', setelah mencacah 32 pulsa output Q6 (kaki nomor 4) menjadi '1', setelah mencacah 64 pulsa output Q7 (kaki nomor 3) menjadi '1'.

Output-output diatas dipakai untuk mengendalikan tegangan kaki 9 U2C lewat *diode* D1 dan D2, selama salah satu output itu masih bernilai '0' maka pembangkit *clock* U2B masih bekerja, hal ini akan berlangsung terus sampai katode D1 dan katode D2 menjadi '1' sehingga kaki 9 U2C menjadi '1' pula. Keadaan ini akan mengakibatkan output kaki 3 U2A menjadi '1', yang menghentikan pembangkit *clock* U2B dan me-*reset* pencacah 14024 dan berhenti sudah pengiriman pulsa frekuensi 27.145 MHz.

Untuk membangkitkan jeda waktu agar rangkaian penerima mempunyai cukup waktu melaksanakan perintah, dipakai rangkaian Q2 9014, resistor R7 dan kapasitor C10. Besarnya waktu jeda ditentukan oleh besarnya nilai R7 dan C10. Saklar untuk mengirim perintah maju/mundur dan untuk mengirim perintah kiri/kanan merupakan dua saklar yang terpisah. Masing-masing saklar mempunyai 3 posisi, posisi tengah berarti skalar itu tidak mengirim perintah.



Gambar 4. Transmitter Remote Kontrol

#### D. RECEIVER REMOTE CONTROL

Transistor Q1 dengan bantuan resistor, kapasitor dan T1 membentuk sebagai rangkaian penerima sinyal radio 27,145 MHz. T1 dalam rangkaian ini persis sama dengan T1 yang dipakai di rangkaian Pemancar, cara pembuatannya dibahas dibawah.

Transistor Q2 berikut perlangkapannya membentuk rangkaian untuk merubah pulsa-pulsa frekuensi radio yang diterima dari pemancar menjadi pulsa-pulsa kotak yang bisa diterima sebagai sinyal digital oleh IC CMOS. Sinyal digital tadi akan diterima sebagai *clock* yang akan dicacah oleh IC pencacah 14024 (U2). Output 14024 akan sesuai dengan jumlah pulsa yang dikirim pemancar, perintah maju dan kiri (yang dipakai sebagai contoh dalam pembahasan bagian pemancar) merupakan pulsa sejumlah 24, hasil pencacahan pulsa ini mengakibatkan output 14024 menjadi Q4='1', Q5='1', Q6='0' dan Q7='0'.

Sinyal digital yang diterima selain dipakai sebagai clock pencacah U2 IC 14024 yang dibicarakan di atas, dipakai pula untuk menggerakkan 3 buah rangkaian penunda waktu untuk membangkitkan pulsa-pulsa yang berfungsi mengatur kerja rangkaian.

Pulsa pengatur pertama akan muncul setelah kiriman pulsa frekuensi terhenti karena jeda waktu antara pengiriman kode, pulsa ini berfungsi untuk merekam hasil cacahan 14024 ke U3 14042 (D Flip Flop), sehingga kondisi akhir 14024 tetap dipertahankan untuk mengendalikan motor. Setelah hasil 14042 direkam ke 14024, pencacah 14042 direset oleh pulsa kedua, agar setelah lewat jeda waktu pencacah 14042 bisa mencacah mulai dari 0 kembali.

Rangkaian yang dibentuk dengan transistor Q3, Q4, Q7, Q8, Q9 dan Q10 dinamakan sebagai rangkaian H Bridge, rangkaian ini sangat handal untuk menggerakkan motor DC. Dengan rangkaian ini motor DC bisa diputar ke-kanan, ke-kiri atau berhenti gerak. Syarat utama pemakaian rangkaian ini adalah tegangan basis Q7 dan tegangan basis Q10 harus berlawanan, misalnya basis Q7='1' dan basis Q10='0' motor berputar ke kiri, basis Q7='0' dan basis Q10='1' motor akan berputar ke kanan, basis Q7='0' dan basis Q10='0' motor berhenti gerak, tapi tidak boleh terjadi basis Q7='1' dan basis Q10='1'.

Demikian pula Q5, Q6, Q11, Q12, Q13 dan Q14 membentuk sebuah H Bridge. H Bridge bagian kiri pada Gambar 2 dipakai untuk mengendalikan motor yang mengatur gerak mobil-mobilan kekiri/kanan, sedangkan H Bridge bagian kanan dipakai untuk mengendalikan motor yang mengatur gerak maju/mundur mobil-mobilan.

Hubungan antara output pencacah 14042 dan input D Flip Flop 14024 sudah disusun sedemikian rupa sehingga sinyal yang diumpankan ke masing-masing H Bridge tidak mungkin semuanya '1' secara bersamaan.



Gambar 5. Receiver Remote Kontrol

## E. MISSION PLANNER

Mission planner adalah aplikasi Ground Station yang mempunyai fitur lengkap untuk proyek-proyek autopilot atau sering disebut pesawat tanpa



Gambar 6. Mission Planner

## **F. GPS (GLOBAL POSITIONING SYSTEM)**

GPS (*Global Positioning System*) merupakan suatu sistem radio navigasi yang menggunakan satelit yang saling berhubungan dan beredar pada orbitnya. Satelit-satelit yang beredar pada bumi dan digunakan untuk sistem GPS tersebut merupakan milik Departemen Pertahanan (*Departemen of Defense*) Amerika Serikat yang pertama kali diperkenalkan mulai tahun 1978 dan pada tahun 1994 sudah memakai 24 satelit. Saat ini satelit tersebut sudah dapat digunakan untuk kepentingan umum.

Untuk mengetahui suatu posisi maka digunakanlah GPS *receiver* yang berguna untuk menangkap sinyal dari satelit. Setiap posisi pada permukaan bumi diwakilkan dengan titik koordinat berupa lintang dan bujur. Satelit-satelit inilah yang beredar mengelilingi bumi dan mengirimkan sinyal informasi berupa koordinat lintang dan bujur kepada GPS *receiver*.

Pada sistem GPS (Global Positioning System) terdapat beberapa elemen yang saling berhubungan agar GPS bekerja dengan baik, yaitu :

### **1. Space Segment**

*Space Segment* merupakan bagian yang terdiri dari 24 satelit yang saling bekerja sama memantau keberadaan GPS *receiver*. Ke 24 satelit tersebut mempunyai orbitnya masing-masing yang membutuhkan waktu 12 jam untuk satu kali memutar bumi, satu orbit terdiri dari 4 satelit, yang mana masing-masing satelit membentuk sudut 55 derajat terhadap arah jarum pandang lurus mata. Satelit terus menerus mengeset dirinya sendiri agar selalu menerima sumber energi yaitu dari matahari, masing-masing satelit memiliki clock yang sampai dengan 3 ns.

### **2. Control Segment**

*Control Segment* merupakan bagian dimana terdapat pusat untuk mengontrol dan memonitor semua satelit yang ada agar memastikan semuanya bekerja dengan baik. Semua informasi ini diproses di MCS (*Master Control Station*).



### 3. User Segment

*User Segment* terdiri dari *receiver-receiver* yang secara khusus didesain untuk menerima, menterjemahkan dan untuk memproses sinyal dari satelit GPS yang ada. Receiver-receiver tersebut bisa berdiri sendiri maupun sudah terintegrasi dengan sistem lain. Masing GPS receiver didesain berbeda-beda sesuai dengan kebutuhannya.

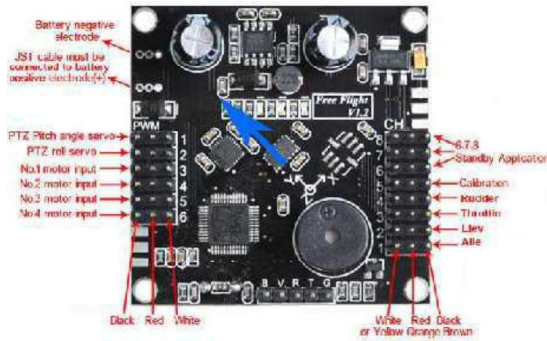


Gambar 7. GPS.

### G. FLIGHT CONTROL

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 telemetry 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. Accelerometer 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.



Gambar 8. Flight Control

## H. MOTOR DC

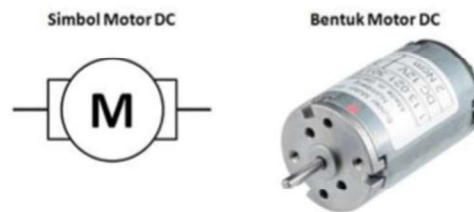
Motor DC adalah suatu perangkat yang mengubah energi listrik menjadi energi kinetik atau gerakan (*motion*). Motor DC juga dapat disebut sebagai motor arus searah. Seperti namanya, Motor DC bekerja pada arus searah dan memiliki *dua* terminal untuk menggerakkannya.[12]

Motor DC menghasilkan jumlah putaran dalam setiap satuan waktu yang biasanya dihitung setiap satuan menit (*rotations per minute*) dan dapat diatur arah putarannya searah jarum jam (*clock wise*) atau berkebalikan dengan arah jarum jam (*counter clock wise*) bergantung dengan kutub atau polaritas dari catu daya yang diberikan pada motor DC.

Motor DC memiliki kecepatan rotasi sekitar 3000 RPM hingga 8000 RPM dengan tegangan operasional antara 1,5 Volt hingga 24 Volt. Jika tegangan yang diberikan lebih rendah dari tegangan operasinya maka dapat memperlambat rotasi dari motor DC tersebut sedangkan apabila tegangan lebih tinggi dari tegangan operasinya akan membuat rotasi motor DC akan lebih cepat. Namun ketika tegangan yang diberikan tersebut diturunkan dan lebih rendah sekitar 50% dari tegangan operasinya maka dapat menyebabkan motor tidak dapat

berputar atau berhenti berputar. Sebaliknya, apabila tegangan yang diberikan pada motor DC tersebut 30% lebih tinggi dari tegangan operasional yang telah ditentukan maka motor DC akan menjadi sangat panas dan dapat menyebabkan kerusakan pada motor DC.

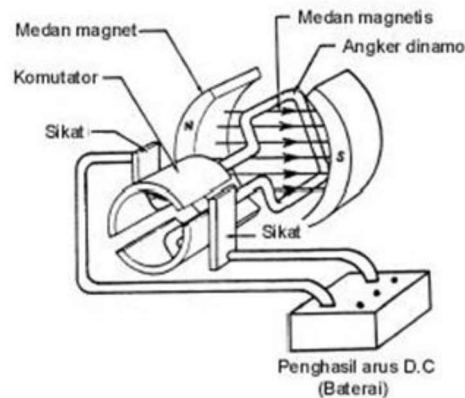
Ketika motor DC berputar tanpa beban, maka hanya sedikit arus listrik ataupun daya yang digunakannya, namun pada saat diberikan beban, jumlah arus yang digunakan akan meningkat hingga ratusan % bahkan bisa mencapai 1000% atau lebih bergantung dengan beban yang diberikan. Oleh sebab itu biasanya pada setiap motor DC terdapat *stall current* atau arus pada saat poros motor terhenti karena terdapat beban maksimal pada motor DC [13]. **Gambar** menyajikan simbol dan bentuk dari motor DC.



Gambar 9. Motor DC

#### 1. Struktur Motor DC

Konstruksi motor DC memiliki delapan bagian utama, yaitu rangka atau gandar, kutub medan, sikat arang, kumparan medan, jangkar, kumparan jangkar, celah udara, dan komutator. Setiap bagian pada motor DC memiliki fungsi yang berbeda satu sama lain sehingga dapat menunjang kinerja dari motor DC itu sendiri *Workspace*. **Gambar** merupakan tampilan dari struktur motor DC.



Gambar 10. Struktur Motor DC.

a. **Rangka atau Gandar**

Rangka Motor DC, merupakan bagian untuk meletakkan komponen dan melindungi bagian mesin. Rangka juga memiliki fungsi untuk mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat *ferromagnetic* yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewati fluks magnet. Rangka motor arus searah ini biasa dibuat dari bahan *cast steel* atau baja tuang atau bisa dari baja lembaran atau *rolled steel* yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

b. **Kutub Medan**

Kutubmedan terdiri dari inti kutub dan sepatu kutub. Sepatu kutub yang berdekatan dengan celah udara yang ada diantara ruang kosong motor DC dibuat lebih besar dari badan inti. Fungsinya untuk menahan kumparan medan di tempatnya, kemudian menghasilkan distribusi fluks magnet yang lebih merata diseluruh jangkar dengan menggunakan permukaan yang melengkung Inti kutub dari lamisani plat – plat baja yang terisolasi satu sama lain, Sepatu kutub dilaminasi dan dibalut ke kutub ini. Maka kutub medan direkatkan bersama - sama kemudian dibalut pada rangka. Pada inti kutub ini dibelitkan kumparan medan yang terbuat dari kawat tembaga yang berfungsi untuk menghasilkan fluks magnet.

c. **Sikat Arang**

Sikat arang adalah jembatan bagi aliran arus ke lilitan jangkar. Maka fungsi dan posisi sikat arang cukup penting sebagai komponen pada motor DC ini. Sikat – sikat ini berbahan dasar karbon dengan tingkat kekerasan material yang bervariasi. Tetapi ada juga pada kasus lain karbon dicampur dengan unsur lain seperti tembaga. Sikat arang pada umumnya harus memiliki kekuatan material yang lebih lunak dari komutator (bagian dari motor arus searah). Tujuannya supaya gesekan yang terjadi antara segmen – segmen komutator dan sikat arang itu sendiri tidak mengakibatkan komutator cepat aus atau usang. Sebagai konsekuensi sikat arang untuk komponen yang sering diganti dari motor DC.

d. **Kumparan Medan**

Kumparan medan adalah susunan konduktor yang dibelitkan pada inti kutub. Dimana konduktor tersebut berbahan dasar dari kawat tembaga yang memiliki geometri bulat ataupun persegi yang berfungsi untuk menghasilkan fluks utama dibentuk dari kumparan pada setiap kutubnya.

e. **Jangkar**

Inti dari jangkar adalah silinder. Bentuknya adalah silinder yang diberi alur – alur pada permukaanya untuk tempat melilitkan kumparan jangkar. Bahan yang digunakan dalam pembuatan jangkar ini adalah dari kombinasi dari baja dan *silicon*. Bentuk ini paling umum dalam penggunaan motor DC. Dimana ggl induksi akan timbul pada area ini.

f. **Kumparan Jangkar**

Kumparan jangkar pada konstruksi motor DC merupakan tempat yang penting dalam membentuk gaya gerak listrik induksi pertama kali. Ada tiga jenis kumparan jangkar pada rotor, yaitu:

- 1) Kumparan jerat (*lap winding*)
- 2) Kumparan gelombang (*wave winding*)
- 3) Kumparan zig – zag (*frog – leg winding*)

g. **Komutator**

Komutator terdiri dari sejumlah segmen tembaga yang berbentuk lempengan – lempengan yang disusun ke dalam silinder dan terpasang pada poros. Tiap lempengan atau segmen komutator terisolasi dengan baik antara satu sama lainnya. Komutator sering diasosiasikan dengan penyearah (*rectifier*). Maka agar dihasilkan tegangan arus searah yang konstan, maka diperlukan komutator dengan jumlah yang banyak. Bahan isolasi yang digunakan pada komutator adalah mika.

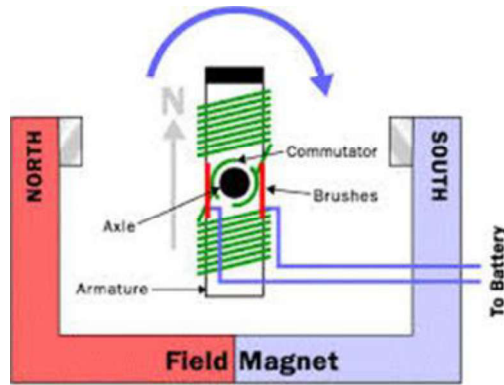
h. **Celah Udara**

Celah Udara adalah salah satu komponen yang sangat penting. Celah udara merupakan ruang atau celah antara permukaan sepatu kutub yang menyebabkan jangkar tidak bergesekan dengan sepatu kutub. Fungsi utamanya adalah tempat mengalirnya fluks yang dihasilkan oleh kutub – kutub medan. Rangka juga memiliki fungsi mengalirkan fluks magnet yang timbul dari kutub – kutub medan. Rangka dibuat dengan menggunakan bahan yang kuat dan memiliki sifat *ferromagnetic* yang memiliki permeabilitas tinggi untuk melewatkan fluks magnet. Rangka motor DC ini biasa dibuat dari bahan *cast steel* atau baja tuang atau bisa dari baja lembaran atau *rolled steel* yang berfungsi sebagai penopang mekanis dan juga sebagai bagian dari rangkaian magnet.

## 2. **Prinsip Kerja Motor DC**

Padaprinsipnya motor DC menggunakan fenomena elektromagnet untuk bergerak, ketika arus listrik diberikan ke kumparan, permukaan kumparan yang bersifat utara akan bergerak menghadap ke magnet yang ber kutub selatan dan kumparan yang bersifat selatan akan bergerak menghadap ke utara magnet. Saat ini, karena kutub utara kumparan bertemu dengan kutub selatan magnet ataupun kutub selatan kumparan bertemu dengan kutub utara magnet maka akan terjadi saling tarik menarik yang menyebabkan pergerakan kumparan berhenti. Untuk menggerakkannya lagi, tepat pada saat kutub kumparan berhadapan dengan kutub magnet, arah arus pada kumparan dibalik. Dengan demikian, kutub utara

kumparan akan berubah menjadi kutub selatan dan kutub selatannya akan berubah menjadi kutub utara.



Gambar 11. Prinsip Kerja Motor DC

Pada saat perubahan kutub tersebut terjadi, kutub selatan kumparan akan berhadapan dengan kutub selatan magnet dan kutub utara kumparan akan berhadapan dengan kutub utara magnet. Karena kutubnya sama, maka akan terjadi tolak menolak sehingga kumparan bergerak memutar hingga utara kumparan berhadapan dengan selatan magnet dan selatan kumparan berhadapan dengan utara magnet. Pada saat ini, arus yang mengalir ke kumparan dibalik lagi dan kumparan akan berputar lagi karena adanya perubahan kutub. Siklus ini akan berulang-ulang hingga arus listrik pada kumparan diputuskan. Prinsip kerja motor DC dijelaskan pada.

## I. ESC (ELECTRONIC SPEED CONTROL)



Gambar 12. ESC

Sebuah Modul Rangkaian Electronic yg fungsinya mengatur putaran pada motor sesuai ampere yg di butuhkan oleh motor bisa dibilang 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.



## J. Li-Po Batrai

Baterai LiPo tidak menggunakan cairan sebagai elektrolit melainkan menggunakan elektrolit polimer kering yang berbentuk seperti lapisan plastik film tipis. Lapisan film ini disusun berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang mengakibatkan pertukaran ion. Dengan metode ini baterai LiPo dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai LiPo, terdapat juga kekurangan yaitu lemahnya aliran pertukaran ion yang terjadi melalui elektrolit polimer kering. Hal ini menyebabkan penurunan pada charging dan discharging rate. Masalah ini sebenarnya bisa diatasi dengan memanaskan baterai sehingga menyebabkan pertukaran ion menjadi lebih cepat, namun metode ini dianggap tidak dapat untuk diaplikasikan pada keadaan sehari-hari. Seandainya para ilmuwan dapat memecahkan masalah ini maka risiko keamanan pada batera jenis lithium akan sangat berkurang.

Boleh dibilang hampir semua baterai jenis LiPo yang beredar diluar sekarang ini sebenarnya adalah jenis *Hybrid Lithium Polymer*. Nama yang biasa digunakan untuk baterai ini adalah *Lithium-ion Polymer*, namun dunia lebih sering menyebutnya dengan *Lithium Polymer* saja. Contoh baterai Lipo bisa dilihat pada gambar 2.1. Padahal betera jenis ini tidak sepenuhnya menggunakan elektrolit kering seperti yang telah dijelaskan diatas. Dengan menggunakan elektrolit tipe gel terhadap polimer, pertukaran ion yang terjadi meningkat pesat. Elektrolit gel menyebabkan berkurangnya tingkat kebocoran, namun tetap masih mudah terbakar. Baterai jenis itu tidak terlalu berbahaya jika dibandingkan dengan baterai Li-Ion, namun tetap apabila tidak diperlakukan dengan benar seperti baterai terbakar api, *recharge*, korslet, dll baterai ini dapat memicu ledakan.

Pada baterai jenis NiCad atau NiMH tiap sel memiliki 1,2 volt sedangkan pada baterai Lipo memiliki rating 3,7 volt per sel. Keuntungannya adalah Tegangan baterai yang tinggi dapat dicapai dengan menggunakan jumlah sel yang lebih sedikit. Pada setiap paket baterai LiPo selain tegangan ada label yang disimbolkan dengan S. Disini S berarti sel yang dimiliki sebuah paket baterai (battery pack). Sementara bilangan yang berada didepan simbol

menandakan jumlah sel dan biasanya berkisar antar 2-6S (meskipun kadang ada yang mencapai 10S). Berikut adalah beberapa contoh notasi baterai LiPo.

1. 3.7 volt battery = 1 cell x 3.7 volts
2. 7.4 volt battery = 2 cells x 3.7 volts (2S)
3. 11.1 volt battery = 3 cells x 3.7 volts (3S)
4. 14.8 volt battery = 4 cells x 3.7 volts (4S)
5. 18.5 volt battery = 5 cells x 3.7 volts (5S)
6. 22.2 volt battery = 6 cells x 3.7 volts (6S)

Kapasitas baterai menunjukkan seberapa banyak energi yang dapat disimpan oleh sebuah baterai dan diindikasikan dalam *miliampere hours* (mAh). Notasi ini adalah cara lain untuk mengatakan seberapa banyak beban yang dapat diberikan kepada sebuah baterai selama 1 jam, dimana setelah 1 jam baterai akan benar-benar habis.

Sebagai contoh sebuah baterai RC LiPo yang memiliki rating 1000 mAh akan benar-benar habis apabila diberi beban sebesar 1000 miliampere selama 1 jam. Apabila baterai yang sama diberi beban 500 miliampere, maka baterai akan benar-benar habis setelah selama 2 jam. Begitu pun apabila beban ditingkatkan menjadi 15.000 miliampere (15 Amps) maka energi di dalam baterai akan habis terpakai setelah selama 4 menit saja. (15 Amp merupakan jumlah beban yang umum digunakan pada RC kelas 400). Seperti yang telah dijelaskan, dengan beban arus yang begitu besar maka merupakan sebuah keuntungan apabila menggunakan baterai dengan kapasitas yang lebih besar (misal 2000 mAh). Dengan begitu maka waktu discharge akan meningkat menjadi 8 menit.