

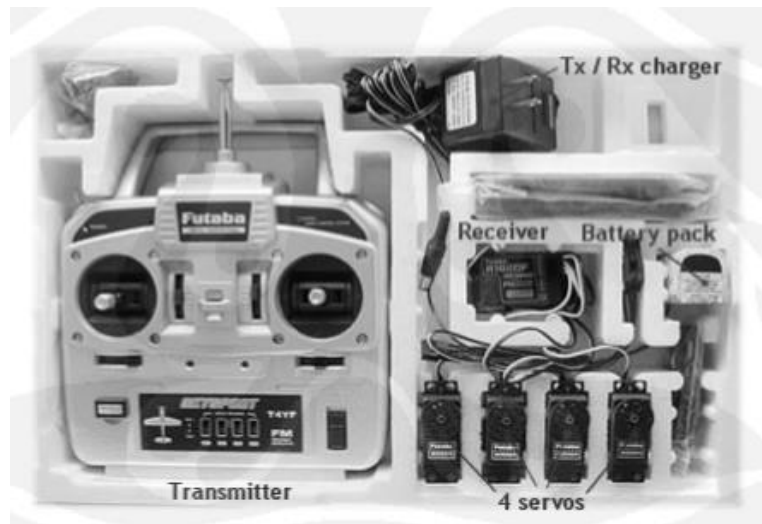
## BAB 2

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Radio Kontrol ( Radio *Transmitter* dan *Receiver* )

Radio kontrol adalah suatu sistem pengendalian dengan menggunakan gelombang radio. Sistem kendali jarak jauh yang digunakan untuk mengendalikan pesawat terbang, helikopter, roket, maupun mobil-mobilan sebenarnya merupakan contoh yang sederhana dari sistem pengendalian dengan menggunakan gelombang radio. Tx dan rx: *transmitter* dan *receiver* adalah pengirim data dan penerima data, data yang dikirim adalah data PPM (*Pulse Position Modulation*) atau PCM (*Pulse Code Modulation*). Dengan frekuensi 27, 35, 72 dan 2,4 GHz.

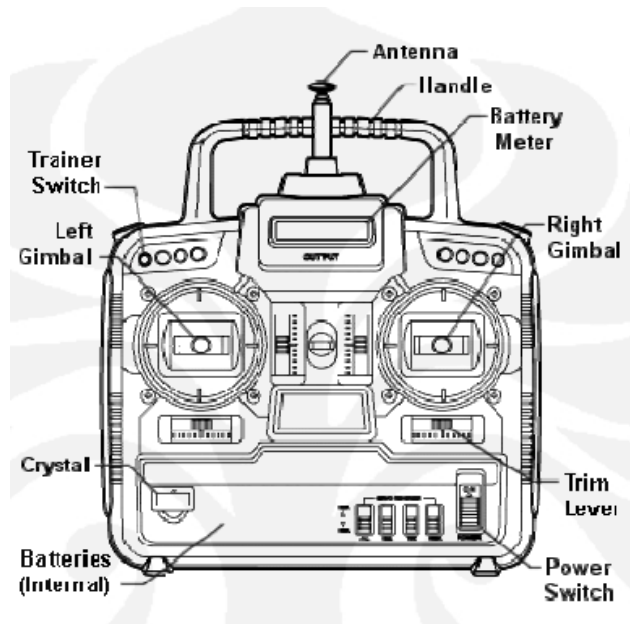
Berbeda dengan sistem *remote* kontrol untuk *alarm* mobil atau untuk pengatur televisi yang umumnya menggunakan tombol tekan sebagai input pengendaliannya, sistem kendali radio atau yang selanjutnya disebut radio kontrol ini lebih banyak menggunakan potensiometer sebagai inputnya.



**Gambar 2.1** Contoh Radio Kontrol

Sistem radio kontrol pada awalnya memang ditujukan untuk keperluan militer, yakni untuk mengendalikan peluru kendali yang tidak berawak yang

dilepaskan dari pesawat terbang untuk menghancurkan daerah lawan. Namun pada saat ini radio kontrol sudah banyak digunakan orang untuk mengendalikan berbagai sistem, baik untuk keperluan riset, industri, rekreasi maupun keperluan rumah tangga. Berbagai jenis pesawat terbang model, helikopter, perahu, mobil-mobilan bahkan robot mainan saat ini pun sudah dilengkapi radio kontrol. Pada Gambar 2.2 dibawah ini dapat dilihat dengan jelas spesifikasi bagian *remote control*.



**Gambar 2.2** Bagian – bagian *Remote Control*

Bagian-bagian dari remote kontrol :

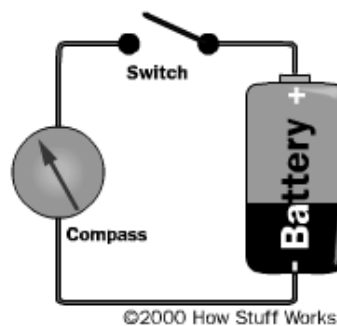
1. *Antenna* : berfungsi untuk mentransmisi sinyal.
2. *Batteries* : untuk menyediakan tenaga buat transmitter.
3. *Handle* : pegangan pada transmitter.
4. *Battery Meter* : untuk memonitor kondisi baterai.
5. *Crystal* : untuk mengatur frekuensi transmisi.
6. Gimbal (*Stick*) : untuk mengatur pergerakan / kemudi pesawat.
7. *Power Switch* : untuk menghidupkan dan mematikan transmitter.
8. *Trainer Switch* : *switch* yang dipakai instruktur dalam melepaskan/mengambil alih pengendalian pesawat kepada murid waktu latihan terbang.
9. *Trim Lever* : tombol geser untuk mentrim kontrol pada waktu terbang .

Secara umum sistem radio kontrol terdiri dari sebuah pemancar atau *transmitter*, sebuah penerima atau *receiver* dan beberapa buah servo sebagai penggerak. Baterai sebagai sumber daya diperlukan oleh bagian pemancar maupun bagian penerima. Pemancar atau *transmitter* bertugas menerima perintah kendali dari orang yang mengendalikan dan merubahnya menjadi sinyal elektronik dan mengirimkannya melalui gelombang radio ke udara. Bagian penerima atau *receiver* bertugas menerima informasi gelombang radio, menerjemahkan sinyal elektroniknya menjadi perintah gerak yang dikirimkan ke servo. Selanjutnya servo bertugas melaksanakan perintah gerak elektronik menjadi gerakan mekanik ke posisi tertentu yang diinginkan.

### 2.1.1 Transmitter

Transmitter adalah bagian dari sistem komunikasi wireles yang berfungsi untuk mengirimkan data ke tempat lain berupa gelombang radio. Prinsip kerja dari transmitter ini adalah adanya induksi medan magnetik dari sumber potensial yang menyebabkan arus dan menginduksi rangkian lainnya.

Secara sederhana tarnsmitter dapat dibuat dengan cara mengubah on dan off baterai yang dihubungkan dengan kabel.



**Gambar 2.3** Rangkaian Transmitter

Switch diatas harus dibuat lebih halus yang akan membentuk gelombang sinus seperti pada gambar ,karena jika tidak maka akan berupa squire.



**Gambar 2.4** Sine Wave



**Gambar 2.5** Square Wave

ketika menghubungkan ke batere makan di kabel akan 1,5 volt jika diputus akan nol, jika dilakukan secara cepat akan seperti pada gambar diatas

Transmitter diatas yang berupa gelombang sinus ternyata tidak mengandung informasi apapun, maka diperlukan modulasi untuk menyampaikannya. Jenisnya ada 3 yaitu pulse modulation, amplitud modulation dan frequency modulation.



**Gambar 2.6** Pulse Modulation



**Gambar 2.7** Amplitude Modulation

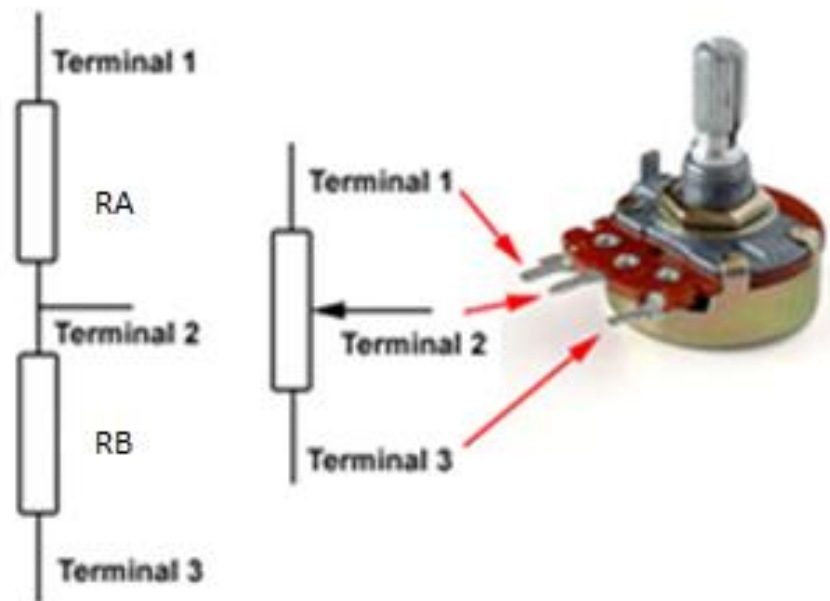


**Gambar 2.8** Frequency Modulation

### 2.1.2 Potensiometer

Potensiometer atau variabel resistor adalah resistor yang dapat berubah nilai satuan Ohm-nya dengan cara memutar tuas pemutar atau sekrup yang menggerakkan kontak geser/penyapu (wiper) yang terdapat di dalam resistor tersebut. Potensiometer merupakan alat yang digunakan untuk mengukur potensial yang berdasarkan sifat-sifat kelistrikan, yang dapat digunakan untuk menentukan jumlah analit (kuantitatif) dengan menggunakan sinyal potensial.

Potensiometer adalah resistor tiga terminal dengan sambungan geser yang membentuk pembagi tegangan dan dapat diatur nilai resistasinya. Jika hanya dua terminal yang digunakan (salah satu terminal tetap dan terminal geser), potensiometer berperan sebagai resistor variabel atau Rheostat. Potensiometer biasanya digunakan untuk mengendalikan peranti elektronik seperti pengendali suara pada penguat. Potensiometer yang dioperasikan oleh suatu mekanisme dapat digunakan sebagai transduser, misalnya sebagai sensor joystick.



**Gambar 2.9** Potensiometer

Dengan menghitung nilai hambatan yang ada di potensiometer dapat ditulis dengan persamaan:

$$R_{total} = \frac{R_a}{R_a + R_b}$$

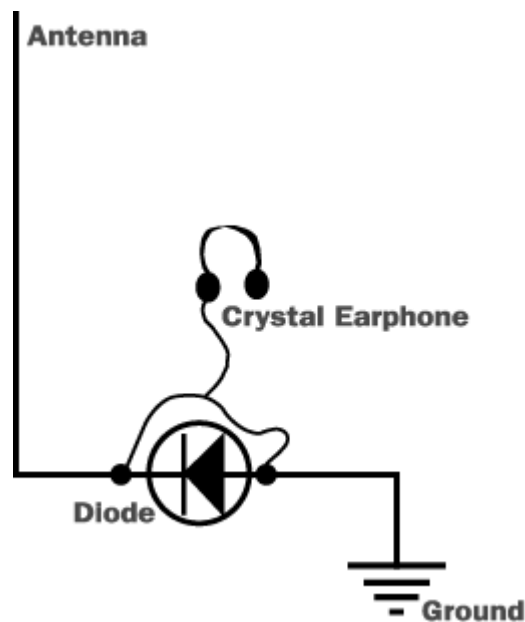
$$V_{out} = V_{in} \times \frac{R_a}{R_a + R_b}$$

Nilai sumber tegangan didapatkan dengan melepaskan resistor beban di antara terminal A dan B lalu dihitung besar tegangan sirkuit terbuka diantara kedua terminal tersebut. Sedangkan nilai resistor pengganti dapat dihitung nilai ekuivalen resistansi diantara terminal A dan B.

### 2.1.2 Receiver

Receiver merupakan bagian yang berfungsi untuk menerima sinyal atau data yang dikirimkan oleh transmitter. Bagian sederhana dari trasnmmitter dapat tersusun dari komponen berikut :

Dioda, kabel, batang logam untuk antenna,ground, dan earphone, seperti terlihat pada gambar 2.9 dibawah ini.



Gambar 2.10 Receiver

## 2.2 UAV ( *Unmanned Aerial Vehicle* )

*Unmanned Aerial Vehicle* (UAV) atau disebut wahana udara tak berawak merupakan sebuah wahana terbang yang mempunyai kemampuan dapat beroperasi tanpa adanya pilot didalam wahana tersebut. UAV merupakan wahana udara tak berawak yang salah satu pengoperasiannya dengan cara dikendalikan dari jarak jauh. UAV dapat berupa, pesawat atau helikopter yang menggunakan sistem navigasi mandiri. Pada dasarnya pesawat, atau helikopter dapat dipertimbangkan untuk menjadi kendaraan udara yang dapat melakukan misi yang berguna dan dapat dikendalikan dari jauh atau memiliki kemampuan terbang secara otomatis.

### 2.2.1 Jenis – Jenis (UAV)

Agar dapat mengenal serta membedakan UAV yang ada saat ini, kita dapat melakukan pengelompokan ataupun klasifikasi terhadapnya. Sebernarnya terdapat banyak jenis pengelompokan UAV yang bisa digunakan, seperti pengelompokan 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 pengelompokkan 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.

- a. Drone adalah pesawat tanpa awak yang dikendalikan dari jarak jauh. Pesawat tanpa awak atau Pesawat nirawak (*Unmanned Aerial Vehicle* atau disingkat UAV), adalah sebuah mesin terbang yang berfungsi dengan kendali jarak jauh oleh pilot atau mampu mengendalikan dirinya sendiri,

menggunakan hukum aerodinamika untuk mengangkat dirinya, bisa digunakan kembali dan mampu membawa muatan baik senjata maupun muatan lainnya .



**Gambar 2.11.** Drone

- b. Fixed wing Drone ( Tunggal).Drone jenis ini berbentuk seperti pesawat komersial dan digunakan untuk proses yang cepat, daya jangkau lebih cepat serta lebih luas, biasanya untuk pemetaan (mapping) atau konsepnya seperti scanning. Drone jenis Fixed wins memiliki Energi lebih irit baterai karena single baling baling.



**Gambar 2.12.** Fixwing baling-baling depan ( cessa )



**Gambar 2.13.** Fix wing baling-baling belakang



- c. Multicopter Drone (Multi). Untuk Anda yang ingin membuat video yang bagus sangat cocok memilih drone yang multi copter dikarenakan Lebih stabil dan daya angkut serta kekuatan untuk mengangkat beban (kamera) bisa yang lebih berat. Semakin banyak baling baling semakin stabil dan lebih aman.



**Gambar 2.14.**Multicopter

### **2.2.2 Kategori Pesawat Aeromodelling Secara Umum**

Menurut kategorinya, pesawat aeromodelling dibedakan menjadi :

#### **1. Trainer**

Pesawat jenis trainer di desain dengan sayap di atas (high wing) supaya lebih stabil secara lateral dan mudah dikendalikan, jenis pesawat ini memiliki kemampuan maneuver yang rendah. Pesawat jenis trainer ideal untuk digunakan dalam belajar (pemula).



**Gambar 2.15.** UAV jenis trainer

## 2. *Sport*

Pesawat yang pada umumnya low wing dan mid wing ini dapat bermanuver lebih baik dari jenis trainer, pesawat jenis ini juga kadang digunakan untuk belajar, namun tingkat yang lebih lanjut dan profesional.



**Gambar 2.16.** UAV Jenis Sport

## 3. *Aerobatic*

Pesawat ini didesain untuk melakukan gerakan maneuver yang ekstrim serta gerakan 3 dimensi. pada umumnya pesawat jenis ini bersayap mid wingserta memiliki control surface yang luas, sehingga manuvernya bisa sangat ekstrim. Pesawat ini juga didesain memiliki struktur yang kuat dan mampu menahan beban yang besar saat bermanuver.



**Gambar 2.17.** UAV jenis Aerobatic

#### 4. Jet

Pesawat ini biasanya didorong dengan mesin gas turbin atau dengan EDF (*Electric Ducted Fan*) yang mana bertujuan untuk mendapatkan kecepatan yang sangat tinggi dibandingkan dengan jenis pesawat lainya. Pada umumnya pesawat *aeromodelling* jenis ini tergolong relatif mahal.



**Gambar 2.18.** UAV jenis Jet

#### 5. Glider

Pesawat ini didesain untuk terbang tanpa mesin pendorong, yang mana memanfaatkan angin atau termal untuk mempertahankan terbangnya. Pada umumnya pesawat ini di desain dengan aspect ratio yang besar untuk meningkatkan daya tahan nya (*endurance*) sehingga dapat bertahan melayang di udara lebih lama dan stabil.



**Gambar 2.19.** UAV jenis Glider

#### 6. Powered Glider

Pada dasarnya pesawat ini identik dengan jenis glider hanya saja terdapat mesin pendorong untuk mengendalikannya. Pesawat jenis ini juga cocok digunakan untuk pemula karena stabil dan mudah dikendalikan meskipun tidak dirancang untuk manuver yang ekstrim.

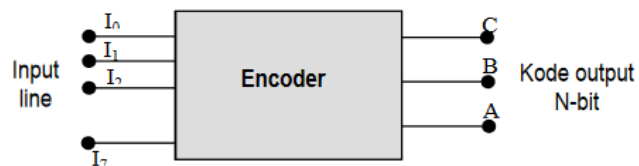


**Gambar 2.20.** UAV jenis Power Glider

### 2.3 Encoder dan Decoder

#### 2.3.1 Encoder

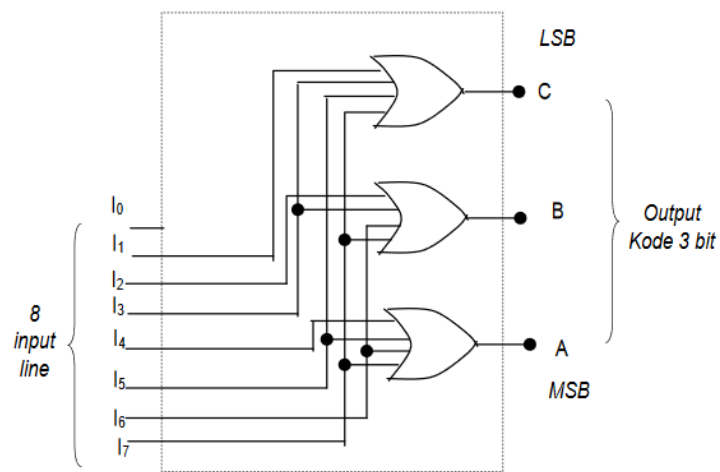
*Encoder* adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengubah (konversi) bentuk sinyal *decimal* menjadi biner.



**Gambar 2.21** Blok Diagram *Encoder*

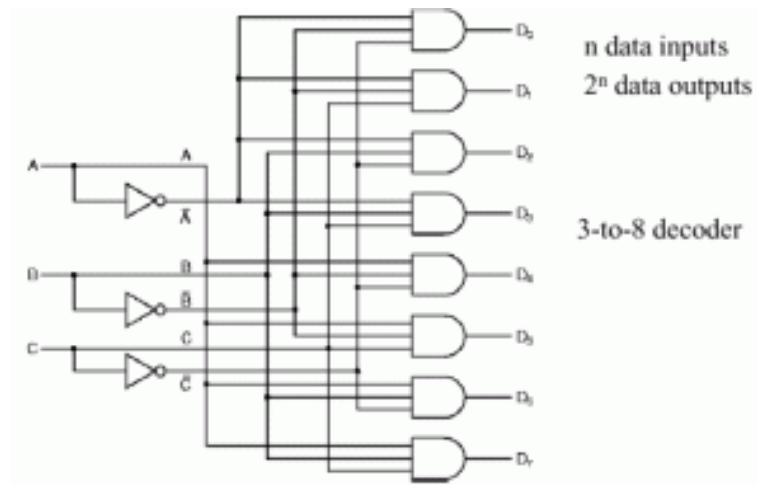
**Tabel 2.1** Tabel Kebenaran Encoder 8 x 3

| INPUT |       |       |       |       |       |       |       | OUTPUT |   |   |
|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|---|---|
| $I_0$ | $I_1$ | $I_2$ | $I_3$ | $I_4$ | $I_5$ | $I_6$ | $I_7$ | A      | B | C |
| 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0 | 0 |
| 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 0 | 1 |
| 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 1 | 0 |
| 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0      | 1 | 1 |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 0     | 1      | 0 | 0 |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 0     | 1      | 0 | 1 |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 0     | 1      | 1 | 0 |
| 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 0     | 1     | 1      | 1 | 1 |

**Gambar 2.22** Rangkaian Encoder 8 x 3

### 2.3.2 Decoder

*Decoder* adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengubah bentuk sinyal biner menjadi decimal.

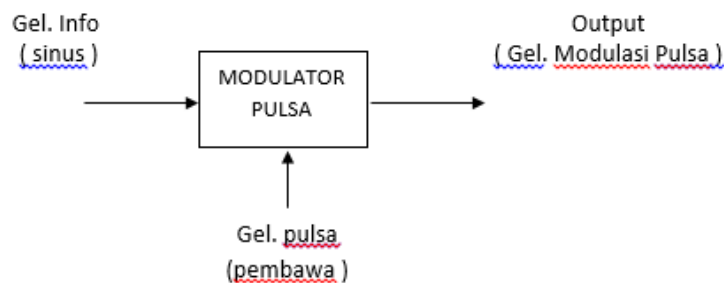


**Gambar 2.23** Rangkaian Dekoder

Pengertian decoder dapat di bentuk dari susunan gerbang logika dasar atau menggunakan IC yang banyak jual di pasaran, seperti decoder 74LS48, 74LS154, 74LS138, 74LS155 dan sebagainya. Dengan menggunakan IC, kita dapat merancang sebuah decoder dengan jumlah bit dan keluaran yang di inginkan. Contohnya adalah dengan merancang sebuah decoder 32 saluran keluar dengan IC decoder 8 saluran keluaran.

## 2.4 Modulasi Pulsa

Pada sistem modulasi pulsa, gelombang pembawa merupakan gelombang pulsa, sehingga pulsa-pulsa pembawa inilah yang dimodulasi oleh sinyal informasi.

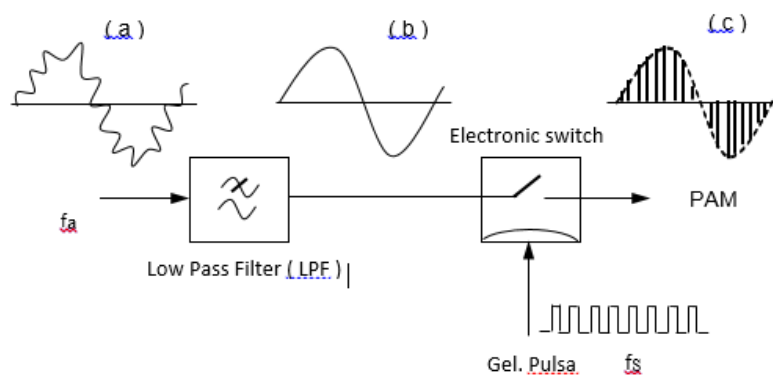


**Gambar 2.24** Modulasi Pulsa

Ditinjau dari besaran ( parameter ) yang dirubah-rubah, maka modulasi pulsa ini dapat dibagi atas :

1. *Pulse Amplitude Modulation* ( PAM )
2. *Pulse Code Modulation* ( PCM )
3. *Pulse Position Modulation* ( PPM )
4. *Pulse Width Modulation* ( PWM )

#### 2.4.1 *Pulse Amplitude Modulation* ( PAM )



**Gambar 2.25** Pembangkit Gelombang PAM

Keterangan gambar.

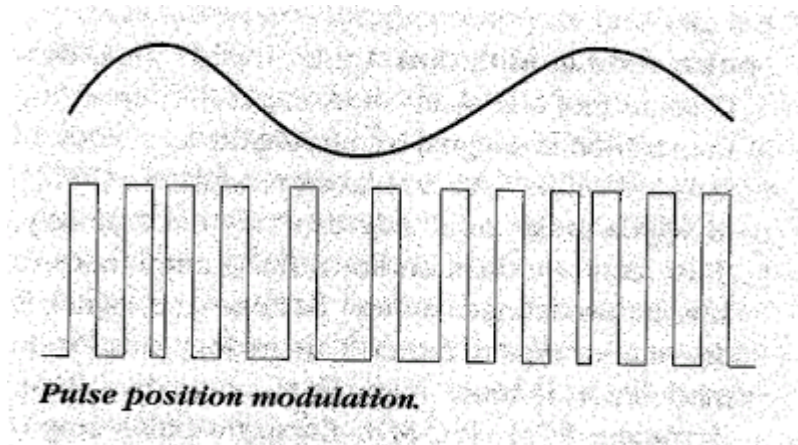
- ( a ) Gelombang sinus yang mengandung riak ( *ripple* ) sebagai frekuensi rendah
- ( b ) Gelombang sinus yang bersih dari riak
- ( c ) Gelombang PAM

#### 2.4.2 *Pulse Code Modulation* ( PCM )

Untuk memperoleh gelombang PCM , maka gelombang PAM diproses dengan langkah kuantisasi, yaitu merubah amplitude dari gelombang PAM menjadi amplitude yang rata berdasarkan level atau interval kuantisasi.

### 2.4.3 *Pulse Position Modulation (PPM)*

PPM merupakan bentuk modulasi pulsa yang mengubah-ubah posisi pulsa (dari posisi tak termodulasinya) sesuai dengan besarnya tegangan sinyal pemodulasi. Semakin besar tegangan sinyal pemodulasi (informasi) maka posisi pulsa PPM menjadi semakin jauh dari posisi pulsa tak-termodulasinya.

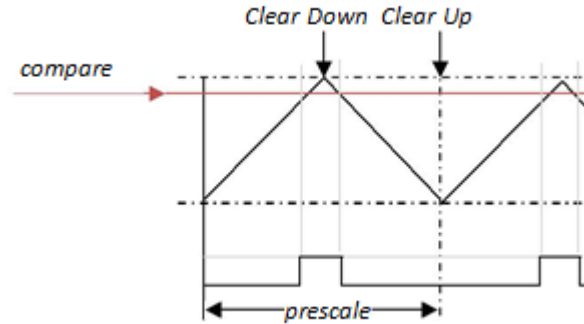


**Gambar 2.26** *Pulse Position Modulation ( PPM )*

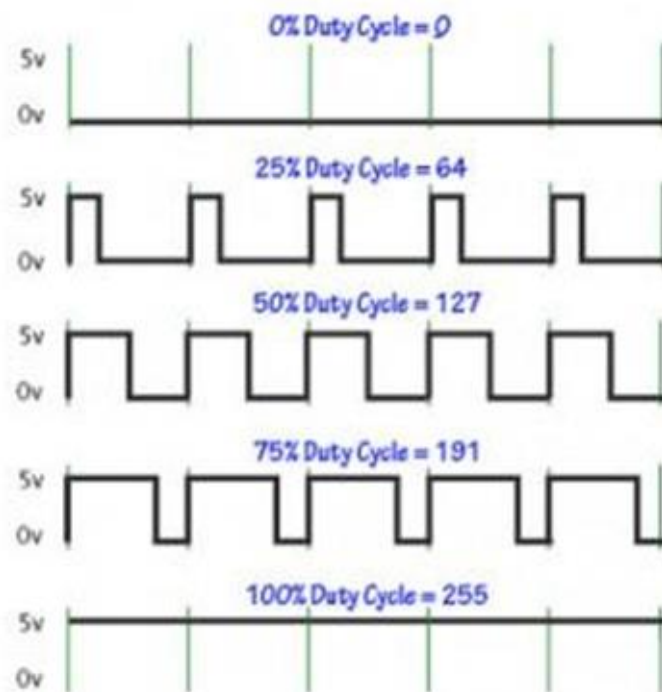
### 2.4.4 *Pulse Width Modulation ( PWM )*

Tegangan atau amplitudo sinyal informasi akan mempengaruhi lebar pulsa sinyal *carrier*. Semakin besar tegangan sinyal informasi maka akan semakin lebar pula pulsa sinyal modulasi. PWM merupakan suatu teknik teknik dalam mengatur kerja suatu peralatan yang memerlukan arus *pull in* yang besar dan untuk menghindari disipasi daya yang berlebihan dari peralatan yang akan dikontrol. PWM digunakan sebagai metoda untuk mengatur kecepatan perputaran motor dengan cara mengatur persentase lebar pulsa *high* terhadap perioda dari suatu sinyal persegi dalam bentuk tegangan periodik yang diberikan ke motor sebagai sumber daya. Semakin besar perbandingan lama sinyal *high* dengan perioda sinyal maka semakin cepat motor berputar, perubahan PWM dipengaruhi oleh resolusi dari PWM itu sendiri.





**Gambar 2.27** Proses pembangkitan sinyal  
*Pulse Width Modulation ( PWM )*



**Gambar 2.28** Pulsa PWM

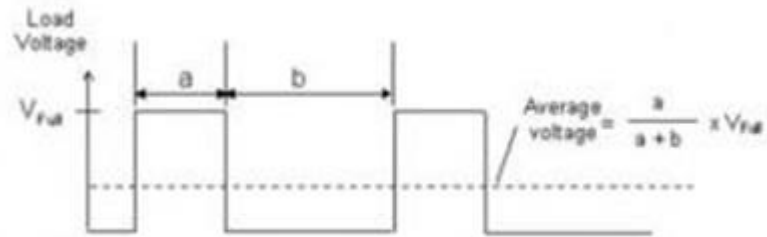
Resolusi adalah jumlah variasi perubahan nilai dalam PWM tersebut. Misalkan suatu PWM memiliki resolusi 8 bit berarti PWM ini memiliki variasi perubahan nilai sebanyak  $2 \text{ pangkat } 8 = 256$  variasi mulai dari 0 – 255 perubahan nilai. *Compare* adalah nilai pembanding, nilai ini merupakan nilai referensi *duty cycle*

dari PWM tersebut dan nilai *compare* bervariasi sesuai dengan resolusi dari PWM. Pada Gambar 2.27, nilai *compare* ditandai dengan garis warna merah, dimana posisinya diantara dasar segitiga dan ujung segitiga. *Clear* digunakan untuk penentuan jenis komparator apakah komparator *inverting* atau *non-inverting*. Mikrokontroler akan membandingkan posisi keduanya, misalkan bila PWM diset pada kondisi *clear down*, berarti apabila garis segitiga berada dibawah garis merah (*compare*) maka PWM akan mengeluarkan logika 0. Begitu pula sebaliknya apabila garis segitiga berada diatas garis merah (*compare*) maka PWM akan mengeluarkan logika 1. Lebar sempitnya logika 1 ditentukan oleh posisi *compare*, lebar sempitnya logika 1 itulah yang menjadi nilai keluaran PWM. Maka dari itu nilai *compare* inilah yang dijadikan nilai *duty cycle* PWM. *Clear Up* adalah kebalikan dari *Clear Down* pada keluaran logikanya.

Dengan cara mengatur lebar pulsa “*on*” dan “*off*” dalam satu perioda gelombang melalui pemberian besar sinyal referensi output dari suatu PWM akan didapat *duty cycle* yang diinginkan. *Duty cycle* dari PWM dapat dinyatakan sebagai:

$$Duty\ Cycle = t_{ON}/(t_{ON}+t_{OFF}) \times 100\%$$

*Duty cycle* 100% berarti sinyal tegangan pengatur motor dilewatkan seluruhnya. Jika tegangan catu 100V, maka motor akan mendapat tegangan 100V. pada *duty cycle* 50%, tegangan pada motor hanya akan diberikan 50% dari total tegangan yang ada, begitu seterusnya. Untuk melakukan perhitungan pengontrolan tegangan output motor dengan metode PWM sebagaimana dapat dilihat pada ilustrasi Gambar 2.29.



**Gambar 2.29** Pengontrolan Tegangan Pulsa PWM

Dengan menghitung duty cycle yang diberikan, akan didapat tegangan output yang dihasilkan. Sesuai dengan rumus yang telah dijelaskan pada gambar.

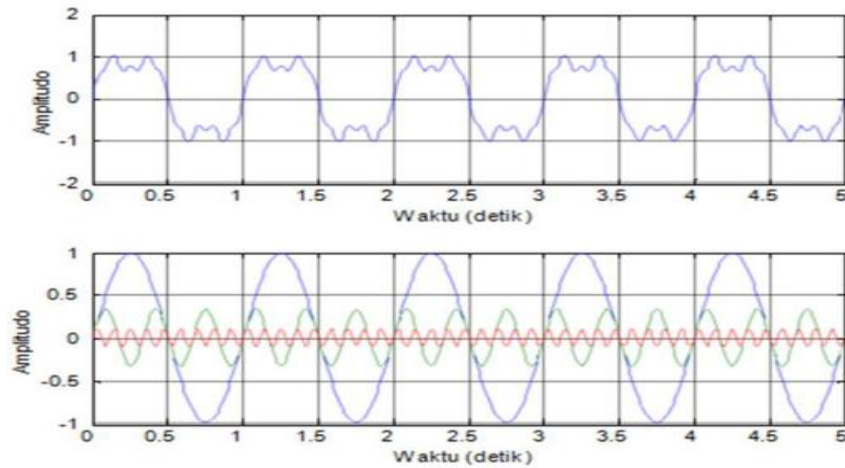
$$Average\ Voltage = (a/a+b) \times V_{full}$$

*Average voltage* merupakan tegangan *output* pada motor yang dikontrol oleh sinyal PWM. *a* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “on”. *b* adalah nilai *duty cycle* saat kondisi sinyal “off”.  $V_{full}$  adalah tegangan maksimum pada motor. Dengan menggunakan rumus diatas, maka akan didapatkan tegangan output sesuai dengan sinyal kontrol PWM yang dibangkitkan.

## 2.5 Sinyal Analog Komposit dan Sinyal Digital

### 2.5.1 Sinyal Analog Komposit

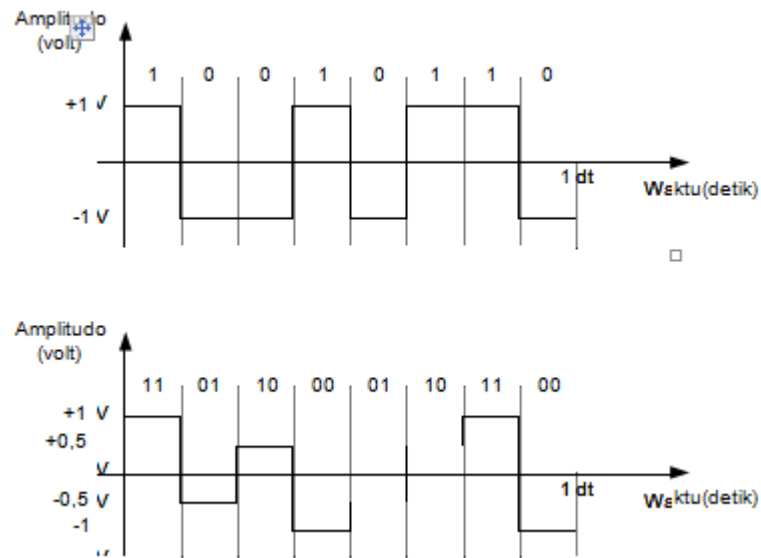
**Sinyal Analog Komposit** adalah sinyal analog dalam kondisi nyala sebenarnya merupakan gabungan dari beberapa sinyal sinus. Sinyal ini disebut dengan sinyal komposit. Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.10. Gambar 2.10 pada sisi atas merupakan sinyal komposit, sedangkan pada sisi bawah merupakan hasil dekomposisi dari sinyal komposit.



**Gambar 2.30** Ilustrasi Sinyal analog komposit

### 2.5.2 Sinyal Digital

Sinyal digital adalah diskrit. Sinyal digital tidak memiliki amplitudo yang kontinyu sepanjang waktu. Seperti dijelaskan pada bagian awal dari bab ini bahwa apabila bit-bit diinginkan untuk ditransmisikan melalui media komunikasi dalam bentuk sinyal digital maka bit-bit tersebut harus ditransformasi ke dalam bentuk gelombang listrik. Misalnya bit 1 diwakili oleh tegangan listrik +1 volt dan bit 0 diwakili oleh tegangan listrik -1 volt. Representasi sinyal listrik semacam ini merupakan bentuk transformasi paling sederhana dimana 1 level tegangan sinyal listrik mewakili 1 bit data digital. Pada keadaan nyata, 1 level tegangan sinyal digital dapat mewakili beberapa bit data digital dengan tujuan untuk meningkatkan kecepatan pengiriman data. Sebagai ilustrasi perhatikan Gambar 2.31.



**Gambar 2.31** Sinyal Digital

Dalam Gambar 2 bagian atas terlihat bahwa dalam 1 detik terdapat 8 bit data. Karena itu dikatakan bahwa kecepatan pengiriman data untuk gambar pada bagian atas adalah 8 bit per second (bps). Sedangkan pada gambar bagian bawah dalam 1 detik terkirim sebanyak 16 bit. Karena itu kecepatan pengiriman data adalah 16 bps. Terbukti bahwa dengan membuat 1 level tegangan mewakili 2 bit data, kecepatan pengiriman data sekarang meningkat 2 kali lipat. Pada Gambar 2.10 bagian bawah juga terlihat agar 1 level tegangan merupakan representasi dari 2 bit data maka secara keseluruhan dibutuhkan sebanyak 4 level tegangan. Dimana tegangan +1 volt mewakili bit 11, tegangan +0,5 volt mewakili bit 10, tegangan -0,5 volt mewakili bit 01, dan tegangan -1 volt mewakili bit 00.

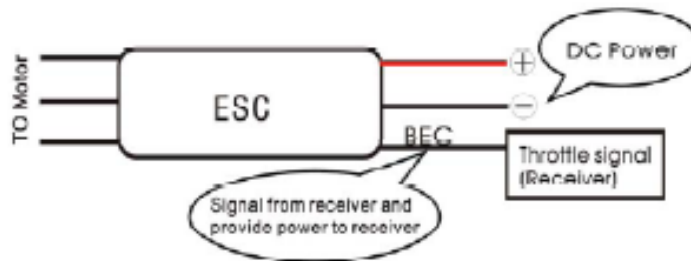
Hampir semua sinyal digital bersifat tidak-periodik. Karena itu sinyal digital tidak memiliki properti periode dan frekuensi sebagaimana halnya pada sinyal analog periodik. Satuan ukur yang secara umum digunakan pada sinyal digital adalah bit rate. Bit rate didefinisikan sebagai jumlah bit yang terkirim dalam 1 detik yang dinyatakan dengan satuan bit per second (bps).

## 2.6 *Electronic Speed Controller (ESC)*

ESC (*Elektronik Speed Control*) yang berfungsi sebagai pengatur kecepatan motor, selain itu juga berfungsi untuk menaikkan jumlah arus yang diperlukan oleh motor. ESC dapat dikatakan juga sebagai *Drive* motor dengan mengeluarkan pulsa untuk *brushless* motor yang berasal dari mikrokontroler.



**Gambar 2.32** *Electronic Speed Controller*



**Gambar 2.33** Skematik ESC (*Electronic Speed Controller*)

ESC yang digunakan adalah berjenis *brushless*, terdiri atas susunan MOSFET (*Metal Oxide Semiconductor Field Effect Transistor*) untuk mengendalikan kecepatan motor *brushless*.

ESC memberikan catuan pada motor sesuai dengan sinyal *Pulse Width Modulation* (PWM) yang masuk pada input ESC. Selain itu ESC ini juga memiliki fasilitas *Battery Eliminator Circuit* (BEC) yang memiliki keluaran tegangan kecil untuk mencatu *flight controller* serta sensor yang lain. Berikut ini merupakan fitur yang dimiliki ESC MOSFET ini :

1. *Brake*, berfungsi untuk menghentikan motor secara spontan.

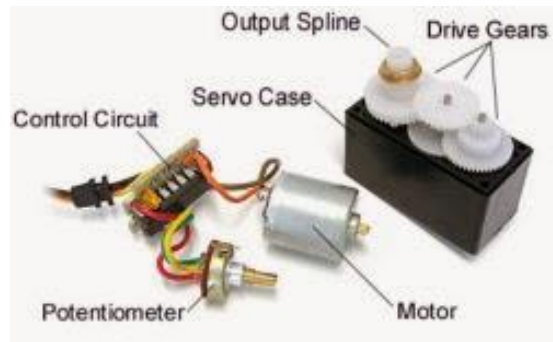
2. *Soft start*, berfungsi sebagai pengatur lama waktu menyalakan sistem.
3. *Battery type*, pemilihan baterai yang digunakan.
4. *Microprocessor*, berfungsi untuk mengatur fitur agar dapat diprogram.
5. *Cut Off*, berfungsi sebagai pemotong arus jika baterai akan habis.

## 2.7 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di set-up atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor<sup>[6]</sup>. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan sederhananya begini, posisi poros output akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang di inginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol input akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan. Untuk lebih jelasnya mengenai sistem kontrol loop tertutup, perhatikan contoh sederhana beberapa aplikasi lain dari sistem kontrol loop tertutup, seperti penyetelan suhu pada AC, kulkas, setrika dan lain sebagainya.

Motor servo biasa digunakan dalam aplikasi-aplikasi di industri, selain itu juga digunakan dalam berbagai aplikasi lain seperti pada mobil mainan radio kontrol, robot, pesawat, dan lain sebagainya.



**Gambar 2.34.** Motor Servo

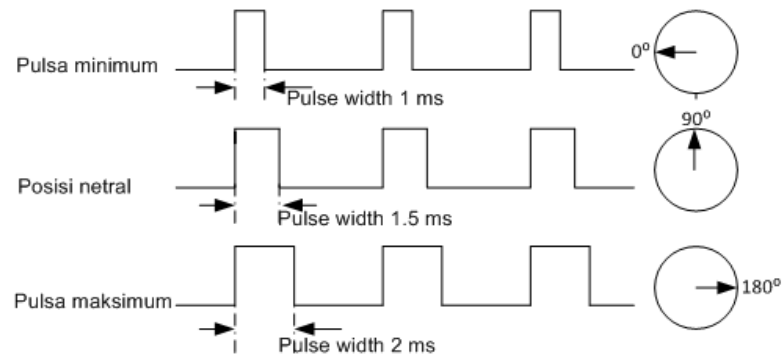
Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat. Bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo rotation  $180^0$  dan servo *rotation continuous*.

- a. Motor servo standard (servo rotation  $180^0$ ) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya  $90^0$  ke arah kanan dan  $90^0$  ke arah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau  $180^0$ .
- b. Motor servo rotation continuous merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

Prinsip kerja motor servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (Pulse Wide Modulation / PWM) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut  $90^0$ . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi  $0^0$  atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi  $180^0$  atau ke kanan (searah jarum jam). Lebih jelasnya perhatikan gambar dibawah ini.





**Gambar 2.35.** Lebar pulsa PWM pada motor servo.

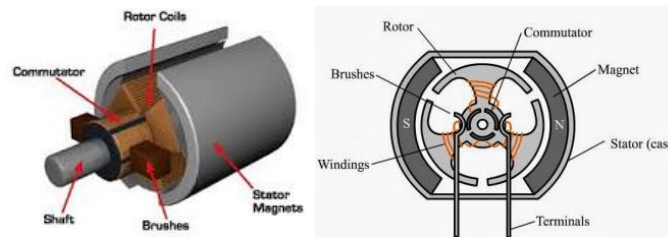
Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (rating torsi servo). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

## 2.8 Motor DC

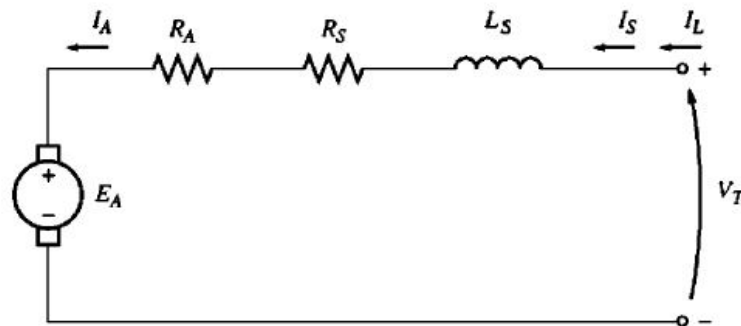
Motor DC adalah motor listrik yang memerlukan suplai tegangan arus searah pada kumparan medan untuk diubah menjadi energi gerak mekanik. Kumparan medan pada motor dc disebut stator (bagian yang tidak berputar) dan kumparan jangkar disebut rotor (bagian yang berputar). Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. Motor DC memiliki 3 bagian atau komponen utama untuk dapat berputar sebagai berikut.

### 2.8.1 Bagian atau Komponen Utama Motor DC

1. Kutub medan. Motor DC sederhana memiliki dua kutub medan: kutub utara dan kutub selatan. Garis magnetik energi membesar melintasi ruang terbuka diantara kutub-kutub dari utara ke selatan. Untuk motor yang lebih besar atau lebih kompleks terdapat satu atau lebih elektromagnet.
2. Current Elektromagnet atau Dinamo. Dinamo yang berbentuk silinder, dihubungkan ke as penggerak untuk menggerakkan beban. Untuk kasus motor DC yang kecil, dinamo berputar dalam medan magnet yang dibentuk oleh kutub-kutub, sampai kutub utara dan selatan magnet berganti lokasi.
3. Commutator. Komponen ini terutama ditemukan dalam motor DC. Kegunaannya adalah untuk transmisi arus antara dinamo dan sumber daya.



Gambar 2.36 Motor DC dan bagian-bagiannya



Gambar 2.37 Rangkaian Ekuivalen Motor DC

## 2.9 Baling – Baling (*Propeller*)

Baling-baling adalah alat yang mengubah gerak putar menjadi daya dorong. Daya dorong inilah yang dimanfaatkan pesawat sebagai penghasil daya dorong utama. Bilah-bilah dari propeller berperan sebagai sayap yang berputar menghasilkan sebuah perbedaan tekanan antara permukaan depan dan belakang bilah tersebut.

Ada beberapa parameter penting yang dimiliki propeller pada RC aeromodelling. Parameter-parameter ini bisa dijadikan pedoman untuk memilih baling-baling sesuai kebutuhan:

### 1. Diameter dan pitch

Semua baling-baling RC yang tersedia memiliki 2 buah ukuran, yaitu diameter dan pitch. Diameter dihitung berdasarkan diameter lingkaran yang dibentuk saat baling-baling berputar. Sedangkan pitch merupakan jarak yang ditempuh oleh baling-baling jika diputar 1 putaran penuh. Semakin panjang diameter dan pitch baling-baling semakin banyak pula udara yang disapu dan semakin besar pula daya dorong yang dihasilkan. Tapi diameter dan pitch dari baling-baling ini harus disesuaikan dengan motor dan sumber daya yang digunakan. Satuan dari diameter dan pitch dari baling-baling adalah inch. Baling-baling dengan ukuran 10x4.5 memiliki diameter 10 inch dan pitch 4.5 inch

### 2. Jumlah bilah

Umumnya jumlah bilah pada baling-baling RC aeromodelling adalah 2 bilah. Tetapi ada yang menggunakan 3 bilah dan 4 bilah. Semakin banyak bilah pada baling-baling menyebabkan semakin banyak udara yang disapu sehingga menghasilkan daya dorong yang lebih besar. Semakin banyak bilah juga menuntut motor dengan torsi yang lebih besar.



**Gambar 2.38.** Propeller 2 bilah

### 2.10 Baterai Lithium Polimer (Li-Po)

Baterai Lithium Polimer (Li-Po) merupakan baterai tercanggih dan paling maju dalam dunia baterai saat ini. Keunggulan utamanya adalah rasio *Power to Weight* nya dan memungkinkan baterai dicetak sesuai dengan keinginan.



**Gambar 2.39** Baterai Lippo

Selain memiliki keunggulan, Li-Po juga memiliki kelemahan/kekurangan. Sifatnya yang sensitif dan mudah rusak apabila diperlakukan dengan tidak tepat. Memiliki bahaya resiko explosive jika *overcharge*, di tusuk atau bocor. Cara-cara merawat baterai Li- Po adalah sebagai berikut :

1. *OverCharge*.

Voltase Li-Po maksimum 4,2 Volt. Gunakan charger yang bagus, karena usia Li-po sangat di tentukan oleh charger. Jangan mengisi ulang saat hendak tidur.

2. *Overdischarge*.

Voltase minimum Li-po adalah 3,5volt dan untuk amannya batasi hingga 3,6Volt, artinya sewaktu lowbat jangan dipaksakan lagi. Ini adalah kesalahan yang paling sering terjadi pada pemula karena tidak puas dengan play time. Jika voltasenya dibawah 3,5volt walaupun hanya sesekali, Li-po akan cepat gembung dan memperpendek usianya.

3. Jangan langsung *charge* setelah selesai bermain.

Li-Po akan hangat dan bahkan panas saat tenaganya dikuras habis, diamkanlah setidaknya 10 - 15 menit agar panasnya berkurang setelah itu baru boleh di charge/ di isi ulang.

4. Jangan simpan baterai Li-Po di dalam suhu ruangan yang panas. Hal ini karena baterai Li-po bisa gembung dengan sendirinya dan kehilangan arus.
5. Pakailah baterai Li-Po dengan spek sesuai yang diinginkan . Gunakan baterai sesuai dengan spesifikasi minimum, tapi akan lebih baik lagi jika baterai yang digunakan merupakan baterai yang *recommended* spesifikasinya.

Pada tiap paket baterai Li-Po 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 antara 2-6S. berikut adalah beberapa contoh notasi baterai Li-Po:

- a. 3.7 volt battery = 1 cell x 3.7 volts
- b. 7.4 volt battery = 2 cell x 3.7 volts (2S)
- c. 11.1 volt battery = 3 cell x 3.7 volts (3S)
- d. 14.8 volt battery = 4 cell x 3.7 volts (4S)
- e. 18.5 volt battery = 5 cell x 3.7 volts (5S)