

BAB II

PENDEKATAN PEMECAHAN MASALAH

A. Sampah

Sampah adalah zat/benda sisa dari kegiatan manusia atau proses alam yang dibuang karena sudah tidak diperlukan atau kurang bermanfaat. Sampah laut dapat berupa sampah padat yang dianggap tidak berguna lagi dan harus di daur ulang agar tidak membahayakan dan merusak lingkungan. Sampah merupakan limbah yang bersifat padat terdiri atas zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sampah umumnya dalam bentuk sisa makanan (sampah dapur), daun-daun, ranting pohon, kertas/karton, plastik, kain bekas, kaleng dan debu sisa penyapuan.

Sampah adalah hasil sisa dari produk atau sesuatu yang dihasilkan dari sisa-sisa penggunaan yang manfaatnya lebih kecil dari pada produk yang digunakan oleh penggunanya, sehingga hasil dari sisa ini dibuang atau tidak digunakan kembali (Widawati et al. (2014). Sampah merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi oleh banyak kota di seluruh dunia. Semakin tinggi jumlah penduduk dan beragam aktivitasnya, maka semakin meningkat pula volume dan variasi sampah yang dihasilkan (Wijaya, 2009).

Sampah dapat didefinisikan sebagai semua buangan yang dihasilkan dari aktivitas manusia dan hewan yang berupa padatan, yang dibuang karena sudah tidak berguna atau diperlukan lagi (Tchobanoglaus, et.al,1993). Pengertian tentang sampah menurut SK SNI T -13 – 1990 – F adalah limbah

yang bersifat padat terdiri dari zat organik dan zat anorganik yang dianggap tidak berguna lagi dan harus dikelola agar tidak membahayakan lingkungan dan melindungi investasi pembangunan. Sedangkan menurut WHO, sampah adalah sesuatu yang tidak digunakan, tidak dipakai, tidak disenangi, atau sesuatu yang dibuang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya (Chandra, 2007).

Pada prinsipnya sampah dibedakan menjadi sampah padat, cair dan gas. Namun, untuk sampah perairan pada marine debris survey monitoring of NOAA (2015) telah membagi jenis-jenis sampah ke dalam beberapa tipe/jenis yang mewakili semua jenis sampah perairan yaitu berupa plastik, logam/metal, kaca, karet, kayu, pakaian/fiber dan lainnya.



Gambar 1. Sampah Perairan

(Sumber : <https://www.liputan6.com/>)

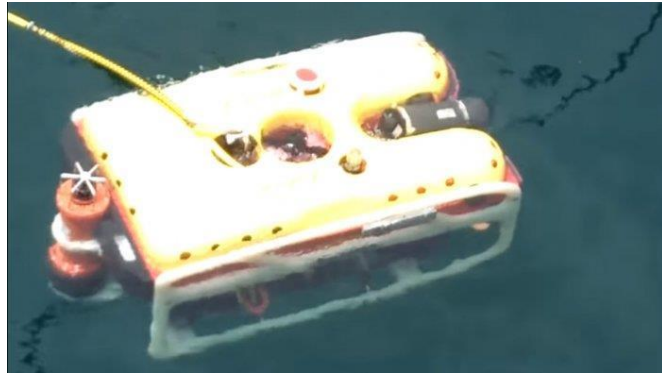
B. Robot ROV (*Remotely Operated Vehicle*)

Robot adalah sebuah alat mekanik yang dapat melakukan tugas fisik. Ada yang menggunakan pengawasan dan control manusia, ataupun

menggunakan program yang telah didefinisikan terlebih dulu (kecerdasan buatan). Robot klasik sudah ada sejak zaman Yunani kuno. Hingga kini robot terus dikembangkan sehingga keberadaannya sangat membantu manusia dalam mengerjakan pekerjaan rutin dan berat, atau bahkan sebagai penghibur. Secara umum robot dapat didefinisikan sebagai sebuah piranti mekanik yang mampu melakukan pekerjaan manusia atau berperilaku seperti manusia (Gordon McComb, 2001).

Robot merupakan gabungan dari berbagai macam peralatan mekanik, yang dikontrol oleh peralatan elektronika dan dapat bergerak sesuai dengan fungsi tertentu. Pada saat ini, bidang elektronika sangat dibutuhkan, sebab didalam bidang ini terdapat beberapa sistem yang dapat membantu mempermudah pekerjaan manusia.

Remotely Operated Vehicle adalah salah satu metode untuk mengendalikan “*Vehicle*” dalam bahasan disini adalah robot, secara manual dari jarak jauh. Pada kasus robot ini, menggunakan komunikasi secara wireless. Hal ini dirasa akan lebih praktis, karena tidak memerlukan kabel untuk mengirim perintah. Perkembangan ROV di dunia sudah pesat. Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan teknologi ROV dikembangkan mulai dari ukuran yang besar hingga yang kecil bahkan ukurannya sudah dalam mikro. Namun sayangnya, perkembangan ini tidak diikuti secara baik di Indonesia. Di Indonesia hanya ada beberapa ROV yang dikembangkan.



Gambar 2. Robot ROV

(<https://medan.tribunnews.com/>)

C. *Remote Control* Turnigy 6X

Remote Control atau yang biasa disebut pengendali jarak jauh merupakan sebuah alat elektronik yang digunakan untuk mengoperasikan sebuah mesin dari jarak jauh. Istilah *remote control* juga sering disingkat menjadi remot saja. Pada umumnya, pengendali jarak jauh digunakan untuk memberikan perintah dari kejauhan kepada televisi atau barang-barang elektronik lainnya seperti system stereo, mainan dan pemutar DVD. Remot kontrol untuk perangkat biasanya berupa benda kecil nirkabel yang digenggam dengan sederetan tombol untuk menyesuaikan berbagai setting. Kebanyakan remot berkomunikasi dengan perangkatnya melalui sinyal-sinyal infra merah dan melalui sinyal radio. *Remote control* yang digunakan memiliki merk Turnigy 6X (dapat dilihat pada Gambar 3). Spesifikasi dari *remote control* Turnigy 6X terdapat pada Tabel 1.



Gambar 3. *Remote Control* Turnigy 6X

(Sumber : <https://hobbyking.com/>)

Komponen-komponen *remote control* yang dijelaskan adalah jenis *remote control* yang sering dijumpai di peralatan-peralatan elektronika rumah, menggunakan gelombang infra merah sebagai pembawa sinyal. Sebuah sistem *remote control* terdiri dari beberapa bagian :

1. *Transmitter* (pengirim sinyal), Alat ini berfungsi untuk mengirimkan instruksi ke peralatan elektronika. Alat ini adalah sebuah LED (light emitting diode) sinar infra merah yang berada di pesawat *remote control*.
2. Panel. Panel ini berisi sejumlah tombol di pesawat *remote control*. Setiap tombol memiliki fungsi yang berbeda-beda. Bentuk panel ini tergantung dari jenis alat yang dikendalikannya.
3. Papan rangkaian elektronik, dalam setiap *remote control* terdapat sebuah papan rangkaian elektronik, dalam bentuk sirkuit terintegrasi. Fungsi komponen ini adalah membaca tombol yang ditekan pengguna kemudian membangkitkan transmitter untuk mengirimkan sinyal dengan pola sesuai tombol yang ditekan
4. *Receiver* (penerima sinyal), alat ini berada di dalam alat elektronika

yang akan menerima instruksi. Untuk jenis sinar infra merah alat yang digunakan adalah fototransistor infra merah. Alat ini berperan dalam mendeteksi pola sinyal infra merah yang dikirimkan remote control. Gelombang infra merah adalah salah satu nama untuk lebar frekuensi pada spektrum gelombang elektromagnetik. Pada spektrum gelombang electromagnet, panjang gelombang infrared lebih panjang dari cahaya tampak dan lebih pendek dari gelombang radio.

Prinsip cara kerja *remote control* sendiri sebetulnya cukup sederhana, sinyal sinar infra merah dipancarkan dari pemancar remote control membentuk pola sinyal tertentu. Selanjutnya pola sinyal tersebut akan diterima oleh peralatan elektronik, lalu pola sinyal tersebut akan diterjemahkan menjadi instruksi tertentu.

Tabel 1. Spesifikasi *Remote Control* Turnigy X6

Parameter	Nilai
Channels	6 Channels
Model Type	Glider / Heli / Airplane
Rentang RF	2,40-2,48 GHz
Bandwidth	500KHz
Band	142
Daya RF	Kurang Dari 20dBm
2.4GHz Sistem	AFHDS 2A dan AFHDS
Jenis Kode	GFSK
Sensitivitas	1024
Peringatan Tegangan Rendah	kurang dari 4.2V
DSC Port	PS2
Port Charger	-
Panjang ANT	26mm * 2 (antena ganda)
Berat	392g
Mode tampilan	Transflective tipe STN positif, 128 * 64 dot matrix VA73 * 39mm, lampu latar putih.
Ukuran	174x89x190mm

(Sumber : <https://www.rcgroups.com/>)

D. Motor *Brushless* DC ODAY B2445

Motor *brushless* yang digunakan ialah Motor brushless DC ODAY B2445 seperti pada Gambar 4. Motor brushless DC atau dapat disebut juga dengan PMSM motor (*Permanent Magnet Synchronous Motor*) merupakan motor listrik synchronous AC 3 fasa. Synchronous berarti medan magnet yang dibangkitkan oleh stator dan medan magnet yang dibangkitkan oleh rotor berputar pada frekuensi yang sama. Motor *brushless* DC telah digunakan secara luas untuk kebutuhan rumah tangga, otomotif, medis, maupun industri. Berbeda dengan motor DC, motor brushless DC tidak menggunakan brush (sikat) sebagai media komutasinya melainkan terkomutasi secara elektris. Motor *brushless* DC memiliki beberapa keuntungan dibandingkan dengan

motor DC atau motor induksi diantaranya memiliki keandalan dan efisiensi yang tinggi, noise akustik yang rendah, dan memiliki range kecepatan yang tergolong tinggi.

Motor *brushless* DC satu fasa memiliki satu belitan stator sedangkan motor *brushless* DC tiga fasa memiliki tiga belitan stator yang dihubungkan wye (Y). Motor *brushless* DC juga dapat digolongkan berdasarkan jenis belitan statornya. Ada dua jenis belitan stator yaitu trapezoidal dan sinusoidal yang mengacu pada bentuk sinyal *Back Electromotive Force* (BEMF). Bentuk BEMF ditentukan oleh bentuk interkoneksi kumparan dan jarak *air gap*-nya. Selain itu, bentuk arusnya juga mengikuti bentuk sinusoidal ataupun trapezoidal. dari penjelasan tadi dapat dibuat persamaan untuk menghitung RPM dan BEMF yaitu :

$$\text{RPM} = K_v \times \text{Volts} \dots\dots\dots (\text{Eric, 2015})$$

$$\text{BEMF} = \text{RPM} / K_v \dots\dots\dots (\text{Eric, 2015})$$

Dimana :

K_v = Tegangan konstan

RPM = Banyaknya putaran dalam satu menit

V = Tegangan

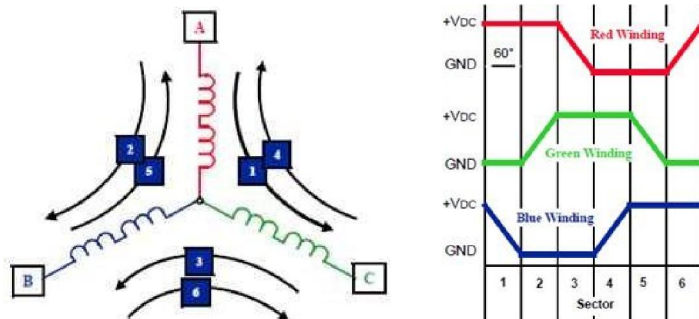
motor yang ideal, R dan L adalah 0. Motor akan berputar sedemikian rupa sehingga pada sebuah titik akan sama dengan BEMF tegangan yang diberikan.



Gambar 4. Motor BLDC OCDAY B2445

(Sumber : <https://www.11street.my/>)

Metode Six-Step yang ditunjukkan pada Gambar 5 adalah metode yang paling sering digunakan dalam pengendalian BLDC. Hal ini disebabkan karena metode ini sederhana sehingga mudah diimplementasikan. Hanya saja metode ini memiliki kelemahan yaitu arus RMS (*Root Mean Square*) yang tinggi. Ini dapat terjadi karena PWM yang digunakan dalam metode ini merupakan PWM square dengan frekuensi tertentu sehingga menciptakan gelombang AC yang berbentuk trapezoid atau square. Akibat dari gelombang yang berbentuk square atau trapezoid adalah timbulnya gelombang harmonik. Gelombang harmonik inilah yang mengakibatkan motor berputar. Setiap langkah atau *sector* adalah ekuivalen dengan 60 derajat elektrik. 6 sektor menjadi 360 derajat elektrik atau satu putaran elektrik.



Gambar 5. Komutasi Six-Step.

(Sumber : <http://library.binus.ac.id/>)

Tanda panah pada kumparan menunjukkan arah di mana arus mengalir melalui kumparan- kumparan motor setiap langkah pada *Six-Step*.

Urutan langkah komutasi adalah sebagai berikut:

1. Langkah 1: Kumparan A diberitegangan positif, Kumparan B tidak diberi tegangan dan Kumparan C diberi tegangan negatif.
2. Langkah 2 : Kumparan A diberi tegangan positif, Kumparan B diberi tegangan negatif dan Kumparan C tidak diberi tegangan.
3. Langkah 3 : Kumparan A tidak diberi tegangan, Kumparan B diberitegangan negatif dan Kumparan C diberi tegangan positif.
4. Langkah 4 : Kumparan A diberi tegangan negatif, Kumparan B tidak diberitegangan, dan Kumparan C diberi tegangan positif.
5. Langkah 5 : Kumparan A diberi tegangan negatif, Kumparan B diberi tegangan positif, dan Kumparan C tidak diberi tegangan.
6. Langkah 6 : Kumparan A tidak diberi tegangan, Kumparan B diberitegangan positif, dan Kumparan C diberi tegangan negatif.

Metode ini disebut *Six-Step* karena agar mampu menciptakan gelombang trapezoidal atau square yang menyerupai gelombang sinus soidal, digunakan PWM square yang terdiri dari 6 bagian yaitu 2 bagian positif dan 2 bagian negatif, dan 2 bagian *floating*. Masing- masing bagian besarnya 60 derajat gelombang sinus soidal. Kondisi *floating* pada algoritma ini adalah kondisi ketika gelombang sinusoidal bepotongan pada titik 0.

Tabel 2. Spesifikasi motor *brushless* OCDAY B445

Parameter	Nilai
RPM	43.200 rpm
Tegangan kerja	13.2V
Arus kerja	1.8A
Hambatan	0.0065 ohm
Diameter	24mm
Diameter <i>shaft</i>	2.3mm
Panjang <i>shaft</i>	12mm
Warna	Orange
Kutub	4
Kabel	3.5mm golden banana plug

(Sumber : <https://www.rcmoment.com/>)

E. *Electronic Speed Control (ESC) OCDAY 60a*

ESC (*Electronic Speed Control*) yang ditunjukkan pada Gambar 7 adalah rangkaian elektronik yang digunakan untuk mengubah kecepatan motor listrik, putaran dan juga berfungsi sebagai rem dinamis. ESC juga digunakan pada pengontrol radio elektronik, dan juga sering digunakan pada motor brushless 3-phase bertenaga listrik dengan tegangan masukan tegangan dan arus yang rendah. ESC dapat langsung disambungkan dengan penerima sinyal dari *remote control* sebagai pengatur *throttle* pada R/C *drone*. ESC dapat bekerja untuk menghidupkan atau mematikan pulsa ke motor, sehingga respon

kendali motor cepat. Selain itu ESC dapat digunakan tanpa program, sehingga ESC dapat langsung digunakan secara *plug-and-play*. ESC yang digunakan tergabung dalam satu fisik, sehingga tidak memerlukan konfigurasi wiring yang terlalu banyak. Spesifikasi ESC dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Spesifikasi ESC

Parameter	Nilai
Arus keuaran (A)	maks 60A
Input	2-3 cells LiPo
BEC Output	3A/5.5V
Size Approx (PxLxT)	50 x 38 x 37mm.
Connector	4.0mm Banana Bullet

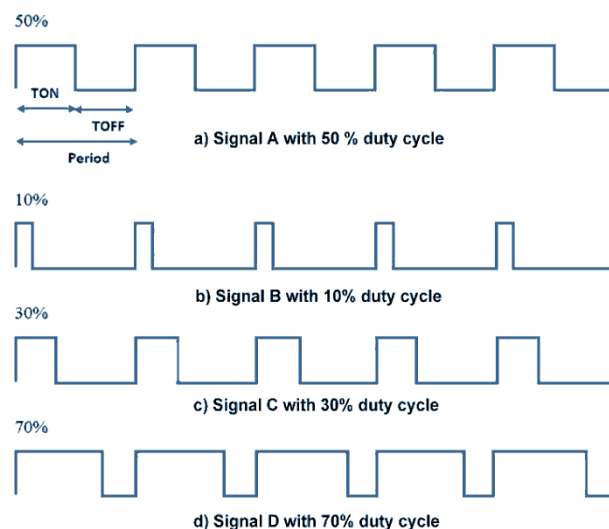
(Sumber : <https://www.rcmoment.com/>)

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

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 program dari pabrikan.
5. *Cut Off*, berfungsi sebagai pemotong arus jika baterai habis.

PWM (*Pulse Width Modulation*) adalah salah satu teknik modulasi dengan mengubah lebar pulsa (*duty cylce*) dengan nilai amplitudo dan frekuensi yang tetap. Satu siklus pulsa merupakan kondisi high kemudian

berada di zona transisi ke kondisi low. Lebar pulsa PWM berbanding lurus dengan amplitudo sinyal asli yang belum termodulasi. *Duty Cycle* merupakan representasi dari kondisi logika high dalam suatu periode sinyal dan dinyatakan dalam bentuk (%) dengan range 0% sampai 100%, sebagai contoh jika sinyal berada dalam kondisi high terus menerus artinya memiliki *duty cycle* sebesar 100%. Jika waktu sinyal keadaan high sama dengan keadaan low maka sinyal mempunyai *duty cycle* sebesar 50%. (Firman, 2015). Sinyal dengan beberapa *duty cycle* pada PWM dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 6. *Pulse Width Modulation (PWM)*

(Sumber : <https://www.electronicwings.com/>)

Ton adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi tinggi (baca: high atau 1) dan, Toff adalah waktu dimana tegangan keluaran berada pada posisi rendah (baca: low atau 0). Anggap T_{total} adalah waktu satu siklus atau penjumlahan antara Ton dengan Toff , biasadikenal dengan istilah “periode satu gelombang”.

$$T_{total} = T_{on} + T_{off}$$

Tegangan keluaran dapat bervariasi dengan *duty-cycle* dan dapat dirumuskan sebagai berikut,

$$V_{out} = D \times V_{in}$$

sehingga:
$$V_{out} = \frac{T_{on}}{T_{total}} \times V_{in}$$

Dari rumus tersebut dapat ditarik kesimpulan bahwa tegangan keluaran dapat diubah-ubah secara langsung dengan mengubah nilai **Ton**. Apabila **Ton** adalah 0, **Vout** juga akan 0. Apabila **Ton** adalah **Ttotal** maka **Vout** sama dengan **Vin**. (Samsul Arifin, 2014).



Gambar 7. *Electronic Speed Control (ESC) ODAY*

(Sumber : <https://www.rcmoment.com/>)

F. *Video Sender Transmitter TS5828*

Video Sender merupakan perangkat elektronik yang dapat digunakan untuk mengirimkan sebuah data audio dan video tanpa kabel (nirkabel). *Video Sender* yang digunakan ialah tipe TS5828 seperti pada Gambar 8 dan spesifikasi pada Tabel 4. *Video sender* memiliki sisi pemancar

(*Transmitter/Tx*) dan penerima (*Receiver/Rx*). Pada pemancar, sumber informasi gambar dan suara diolah menjadi sinyal listrik yang diperoleh dari jalur transmisi. Tx yang digunakan menggunakan gelombang radio VHF (*very high frequency*) sebagai pembawa informasi. *Video sender* memungkinkan untuk mengubah cctv menjadi cctv nirkabel, sehingga pemantauan tidak terbatas pada satu ruangan, namun juga dapat digunakan untuk area yang luas seperti kantor/pabrik. Selain itu *video sender* juga dapat dihubungkan dengan *decoder* TV satelit, TV kabel, DVD *player* atau semua *gadget* lain yang memiliki AV *output*. (Alistia, R. B., 2010)

Bagian antena pada penerima menangkap sinyal yang dikirim pemancar dalam bentuk sinyal RF (*Radio Frequency*) yang sudah dimodulasi dengan sinyal video. Sinyal dikuatkan dan kemudian dideteksi untuk mendapatkan kembali sinyal videonya. Sinyal video diumpankan ke tabung gambar untuk membentuk gambar. Pemancar yang digunakan menggunakan gelombang radio VHF sebagai pembawa informasi. Gelombang VHF (*very high frequency*) memiliki frekuensi antara 30 – 300 MHz dengan panjang gelombang kurang lebih 3 meter.



Gambar 8. *Video Sender Transmitter* TS5828

(Sumber : <https://www.oscarliang.com/>)

Tabel 4. Spesifikasi *Video Sender Transmitter* TS5828

Parameter	Nilai
Frekuensi	15.8GHz
Power	600mW/27DB max
Tegangan kerja	7V-25VDC
Arus kerja	300mA@12V
Kanal	32CH
Dimensi	28mm20mm7.7mm
Berat	8g

(Sumber : <https://oscarliang.com/>)

G. *Receiver* RC805

Receiver (Rx) pada Gambar 9 merupakan penangkap sinyal dari isyarat yang kita berikan dari remot (*Transmitter*) di darat sehingga dapat dikontrol sesuai keinginan kita tanpa kabel. Penerima (Rx) menginterpretasikan sinyal dari pemancar kemudian mengirimnya ke layar FPV. Kanal penerima harus cocok dengan pemancar agar dapat diterima oleh penerima. Spesifikasi pada receiver RC805 dapat dilihat pada Tabel 5.



Gambar 9. *Receiver RC805*

(Sumber : <http://buaya-instrument.com/>)

Tabel 5. Spesifikasi *Receiver RC805*

Parameter	Nilai
Frekuensi	5.8Ghz
Frekuensi yang diterima	5665-5945MHz
Kanal	8CH (Bands E)
Sensitifitas penerimaan frekuensi	-90dBm
AV output	Dual 2CH output (2.5mm plug)
Konektor antena	RP-SMA
Tegangan kerja	8-12V
Arus kerja	150Ma
Dimensi	75x54x15mm
Berat	130g

(Sumber : <http://buaya-instrument.com/>)

H. *Monitor FPV*

First-person View (FPV) atau dikenal juga dengan *Remote-person View* (RPV) merupakan metode yang digunakan untuk mengontrol sebuah wahana atau kendaraan *radio control* dari sudut pandang pilot. Sebagian besar FPV digunakan untuk wahana udara tak berawak (UAV) atau pesawat yang

memakai *radio control*. Dengan kamera yang diletakkan tersebut kita dapat merasakan seolah-olah kita berada di dalam wahana tersebut dan melakukan pengendalian wahana dengan mudah. Pergerakan wahana tetap dikendalikan oleh operator secara manual, dengan adanya FPV maka operator dapat mengetahui arah, kondisi sekitar maupun lokasi yang akan dituju. Monitor FPV ditunjukkan pada Gambar 10.

Terdapat dua sistem utama dalam penggunaan FPV yaitu komponen perekam diudara dan ground station atau komponen yang berada didarat. Biasanya FPV menggunakan kamera dan *video transmitter* analog di bagian komponen perekam diudara, dan menggunakan *video receiver* dan *display* pada bagian komponen *ground station*. Tambahan lain untuk FPV yaitu dapat menambahkan *On Screen Display* (OSD) yaitu sebuah media informasi yang didapat langsung pada layar *display*.



Gambar 10. *Monitor* FPV

(Sumber : <https://www.getfpv.com/>)

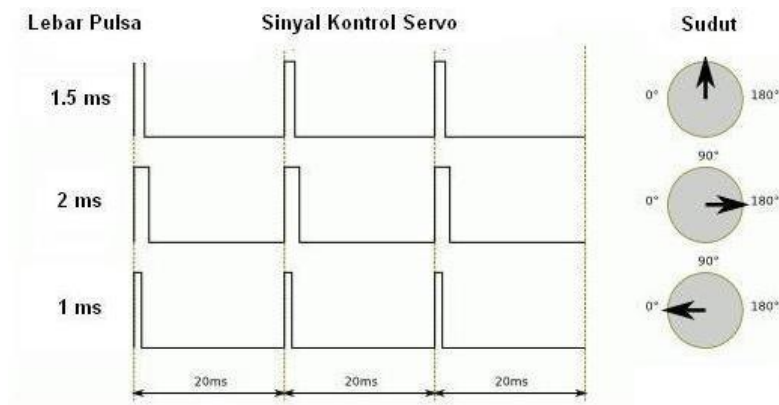
I. Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat elektronik bisa disebut juga actuator putar (motor) yang mampu berputar searah jarum jam atau arah sebaliknya dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi pada motor tersebut dimana posisi dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo. Motor servo ini bekerja pada tegangan masukan 5 Volt, terdiri dari sebuah motor, serangkaian *gear*, potensiometer dan rangkaian kontrol.

Secara umum terdapat 2 jenis motor servo. yaitu motor servo standard dan motor servo Continuous. Servo motor tipe standar hanya mampu berputar 180 derajat. Motor servo standard sering dipakai pada sistim robotika misalnya untuk membuat “Robot Arm” (Robot Lengan). Sedangkan Servo motor continuous dapat berputar sebesar 360 derajat. motor servo continuous sering dipakai untuk Mobile Robot. Pada badan servo tertulis tipe servo yang bersangkutan. Pengendalian gerakan batang motor servo dapat dilakukan dengan menggunakan metode PWM. (Pulse Width Modulation). Teknik ini menggunakan system lebar pulsa untuk mengemudikan putaran motor. Sudut dari sumbu motor servo diatur berdasarkan lebar pulsa yang dikirim melalui kaki sinyal dari kabel motor. Tampak pada gambar dengan pulsa 1.5 ms pada periode selebar 2 ms, maka sudut dari sumbu motor akan berada pada posisi tengah. Semakin lebar pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke

arah jarum jam dan semakin kecil pulsa OFF maka akan semakin besar gerakan sumbu ke arah yang berlawanan dengan jarum jam.

Untuk menggerakkan motor servo ke kanan atau ke kiri, tergantung dari nilai delay yang kita berikan. Untuk membuat servo pada posisi center, berikan pulsa 1.5ms. Untuk memutar servo ke kanan, berikan pulsa $\leq 1.3\text{ms}$, dan pulsa $\geq 1.7\text{ms}$ untuk berputar ke kiri dengan delay 20ms, seperti pada Gambar 12. (Sujarwata, 2013)



Gambar 11. Pensinyalan motor

Motor servo yang digunakan pada alat ini ialah tipe SG90 ditunjukkan pada Gambar 12 dan MG995 pada Gambar 13.



Gambar 12. Motor Servo SG90
(Sumber : <http://www.electronics-lab.com/>)



Gambar 13. Motor Servo MG995
(Sumber : <https://robu.in/>)

Motor servo pada Gambar 12 digunakan sebagai *bracket* kamera yang akan bergerak ke kanan-kiri untuk mengarahkan gerak visual kamera. Sedangkan motor servo pada Gambar 13 digunakan sebagai penggerak *rudder* kendali agar dapat membelok ke kanan dan kiri. Adapun cara kerja dari kedua motor servo ini ialah dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar

pulsa (PWM) melalui kabel kontrol. Spesifikasi motor servo SG90 ditunjukkan pada Tabel 6 dan spesifikasi motor servo MG995 ditunjukkan pada Tabel 7.

Tabel 6. Spesifikasi motor servo SG90

Parameter	Nilai
Kecepatan Tanpa Muatan	0,12 detik / 60 derajat (4.8V)
Torsi	1,6 kg / cm (4,8 V)
Suhu pengoperasian	-30 ~ +60 derajat Celcius
<i>Dead Set</i>	7 mikrodetik
Tegangan Pengoperasian	4.8V - 6V
Bekerja Saat Ini	<500Ma
Panjang kabel	180mm

(Sumber : <https://www.indo-ware.com/>)

Tabel 7. Spesifikasi motor servo MG995

Parameter	Nilai
Tegangan Operasi	4.8 ~ 7.2V
Arus	100mA
Kecepatan	0.17sec / 60degree (4.8V) ~ 0.13sec
Torsi	13.0kg / cm (4.8V) ~ 15.0kg / cm (6.0V)
<i>Dead Band Width</i>	4 mikrodetik
Suhu Pengoprasian	-30 ~ + 60 °C
Panjang Kabel	30cm
Jenis Servo	Servo Analog

(Sumber : <https://www.towerpro.com.tw/>)

J. Kamera FPV

Kamera FPV yang ditunjukkan pada Gambar 14 merupakan salah satu dari beberapa bagian penting dari *drone* FPV , *RC Plane* FPV atau *RC FPV* lainnya yang cara kerjanya kamera akan menangkap *video drone* secara langsung kemudian dipancarkan melalui *video Transmitter* (vtx) kualitas gambar di dalam LCD. Ukuran dan bentuk kamera FPV menentukan seberapa

mudah kamera dapat dipasang dalam bingkai multirotor yang diberikan. (Mr-
endre. 2019)

Teknologi FPV pada umumnya terdiri dari layar *goggle* berbentuk kacamata dengan diameter 2" sampai 52" dengan jarak proyeksi hingga 2 meter. Alat berbentuk kacamata memiliki dua input yaitu input AV dan input audio sehingga memudahkan untuk dihubungkan dengan perangkat multimedia lainnya. Kamera terhubung ke pemancar melalui circuit board atau menggunakan kabel. Dengan perangkat FPV menggunakan secara langsung *plug and play*, cukup hanya mencolokkan konektor yang sudah tersedia. Kabel untuk FPV adalah sama dengan semua perangkat elektronik biasa. Kabel hitam dan merah adalah ground (-) dan power (+). Kabel lainnya yang terdapat pada kamera adalah kabel berwarna kuning (sinyal video) dan jika ada yang keempat biasanya berwarna putih, kabel itu untuk sinyal audio. Kamera FPV bisa dilihat pada Gambar 14.



Gambar 14. Kamera FPV

(Sumber : <http://buaya-instrument.com/>)

K. Baterai *Lithium Polymer* (Li-Po)

Baterai Li-Po 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 Li-Po dapat dibuat dalam berbagai bentuk dan ukuran. Diluar dari kelebihan arsitektur baterai Li-Po, 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. (Oetomo. 2017)

Baterai Li-Po merupakan salah satu jenis baterai yang biasa digunakan dalam dunia robotika atau dunia *radio control*. Baterai Li-Po menggunakan elektrolit polimer kering seperti lapisan tipis plastik film. Lapisan tipis ini disusun secara berlapis-lapis diantara anoda dan katoda yang menimbulkan pertukaran ion. Elektrolit yang terlalu kering membuat baterai Li-Po yang menyebabkan lemahnya aliran pertukaran ion, Hal ini dapat menyebabkan penurunan pada saat charging dan discharging rate.

Pada pembuatan proyek akhir ini penulis menggunakan baterai Li-Po(*Lithium Polymer*) salah satunya dengan merk Gens yang berkapasitas 2200mAh yang terpasang pada robot, tegangan keluaran sebesar 3 di kali 3,3 Volt sama dengan 11,1 Volt karena baterai memiliki 3 cell, dan 25C (*discharge*) yang berarti baterai dapat dikosongkan sebesar 25 kali dari kapasitas baterai. Adapun rumus yang digunakan untuk menentukan daya tahan baterai yang digunakan tersebut.

$$25C \times 2200mAh = 55000 \text{ mAh}$$

Dari perhitungan di atas berarti baterai memiliki *discharge rate* (maksimal) sebesar 55000 miliampere (55 Ampere) per jam.

$$55000 \text{ mAh} / 60 \text{ menit} = 916,667 \text{ mA per menit}$$

Dari perhitungan di atas berarti baterai memiliki *discharge rate* (maksimal) sebesar 916,667 miliampere (0,916667 Ampere) per menit.

$$2200 \text{ mAh} / 916,667 \text{ mA} = 2,4 \text{ menit}$$

Dari perhitungan di atas dapat disimpulkan bahwa baterai berkapasitas 2200 mAh, 25C, dan tegangan keluaran 3x3,3 Volt dapat bertahan lama hingga 2,4 menit jika beban yang tersambung membutuhkan arus sebesar 55 A. Baterai Li-Po ditunjukkan pada Gambar 15.



Gambar 15. Baterai Li-Po

(Sumber : <https://www.pusatkomponen.com/>)