BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Robot bawah air (Underwater Robot)

Robot bawah air adalah salah satu tipe *robot mobile* yang aplikasinya ditujukan untuk melakukan kegiatan di bawah air. Secara umum robot bawah air di kelompokkan atas dua jenis yaitu AUV (*Autonomous Underwater Vehicle*) dan ROV (*Remotely Operated Vehicle*). AUV adalah jenis robot bawah air yang bersifat *autonomous* (otonom), robot dapat bergerak dan melakukan kegiatan sendiri, berdasarkan program yang telah ditanamkan di dalam chip-nya. Hal ini ditunjang dengan dukungan dari sensor-sensor yang disertakan pada robot tersebut. Sedangkan ROV adalah robot bawah air yang dikendalikan oleh operator dalam pengoperasiannya, dan didukung oleh perangkat kendali (*remote control*) dalam pengoperasiannya. Contoh Robot penyelam termasuk dalam jenis robot atau kendaraan bawah air yang tergolong ROV. Robot penyelam adalah robot yang mampu bergerak di dalam air. Gerakan yang dapat dilakukan adalah naik dan turun/menyelam. Gerakan ke atas timbul akibat adanya gaya dorong dari putaran *propeller*, sedangkan untuk gerak menyelam disebabkan oleh berat beban dari robot (saat kondisi motor off).

ROV (*Remotely Operated Vehicle*) menurut *Marine Technology Society ROV Committee's* dalam *"Operational Guidelines for ROVs"* (1984) dan *The National Research Council Committee's* dalam "Undersea Vehicles and National Needs" (1996) pada dasarnya sebuah robot bawah laut yang dikendalikan oleh operator ROV, untuk tetap dalam kondisi yang aman, pada saat ROV bekerja di lingkungan yang berbahaya. ROV secara luas dikenal sebagai nama umum bagi kapal selam mini yang kerap digunakan pada industri minyak dan gas lepas pantai. Kapal selam ini tak berawak, tapi dioperasikan dari kapal lain. Sistem ROV terdiri atas *vehicle* (atau sering disebut ROV itu sendiri), yang terhubung oleh kabel *umbilical* ke ruangan kontrol dan operator di atas permukaan air (kapal, rig atau barge). Melalui kabel umbilical, tenaga listrik dan juga perintah-perintah, atau sinyal-sinyal kontrol, disampaikan dari perangkat kontrol ke ROV, secara dua arah. ROV dilengkapi

dengan peralatan atau sensor tertentu seperti kamera video, transponder, kompas, odometer, *bathy* (data kedalaman) dan lain-lain tergantung dari keperluan dan tujuan surveinya. Kebanyakan ROV dilengkapi dengan kamera video dan lampu yang digunakan untuk melakukan pengamatan (*observation*). Kemampuannya bisa ditingkatkan dengan menambahkan sonar, magnetometer, kamera foto, manipulator atau lengan robotik, pengambil sampel air, dan alat pengukur kejernihan air, penetrasi cahaya, serta temperatur. Kabel-kabel ROV dilapisi dengan tabung penuh minyak agar terhindar dari korosi air laut. Alat pendorong dipasang di tiga lokasi agar menghasilkan kontrol penuh terhadap alat itu. Adapun kamera, lampu, dan lengan manipulator berada di bagian depan atau belakang.

Mengenai siapa yang pertama kali memperkenalkan istilah ROV dan yang membuatnya tidak diketahui secara pasti. Namun setidaknya ada dua peristiwa penting yang berkaitan dengan mulai populernya istilah ROV yaitu ketika diluncurkannya PUV (*Programmed Underwater Vehicle*) yang dibuat oleh *Luppis-Whitehead Automobile* (LWA) di Austria pada tahun 1864. Sebutan ROV sendiri pertama kali dibuat oleh Dimitri Rebikoff dalam Marine Technology Society tahun 1953, yang membuat ROV dengan nama POODLE.

2.2 Metode Kalman Filter

Kalman Filter (KF) adalah suatu metode estimasi variabel keadaan dari sistem dinamik stokastik linear diskrit yang meminimumkan kovariansi *error* estimasi. Metode KF pertama kali diperkenalkan oleh Rudolph E. Kalman pada tahun 1960 lewat papernya yang terkenal tentang suatu penyelesaian rekursif pada masalah filtering data diskrit yang linear (Welch & Bishop, 2006). KF merupakan suatu pendekatan teknis untuk menaksir fungsi parameter dalam peramalan deret berkala (*time series*). Keunggulan metode KF adalah kemampuannya dalam mengestimasi suatu keadaan berdasarkan data yang minim. Data minim yang dimaksud adalah data pengukuran (alat ukur) karena KF merupakan suatu metode yang menggabungkan model dan pengukuran. Data pengukuran terbaru menjadi bagian penting dari algoritma KF karena data mutakhir akan berguna untuk mengoreksi hasil prediksi, sehingga hasil estimasinya selalu

$$\boldsymbol{Xk+1 = Ak.Xk + Bk.u_k + Wk} \qquad \textbf{(i)}$$

Ket :

$\boldsymbol{Xk+1}$ = Variabel keadaan pada waktu *k* +1

$\boldsymbol{Xk}$ = Variabel keadaan pada waktu *k*

u_k = Vektor masukan deterministik

$\boldsymbol{Wk}$ = *noise* pada sistem

$\boldsymbol{Ak, Bk}$ = matriks-matriks dengan nilai elemen-elemennya adalah koefisien variabel masing- masing

Proses estimasi Kalman Filter dilakukan dengan dua tahapan, yaitu dengan cara memprediksi variabel keadaan berdasarkan sistem dinamik yang disebut tahap prediksi (*time update*) dan selanjutnya tahap koreksi (*measurement update*) terhadap data-data pengukuran untuk memperbaiki hasil estimasi.

Tahap prediksi dipengaruhi oleh dinamika sistem dengan memprediksi variabel keadaan dengan menggunakan persamaan estimasi variabel keadaan dan tingkat akurasinya dihitung menggunakan persamaan kovariansi *error*.

Pada tahap koreksi hasil estimasi variabel keadaan yang diperoleh pada tahap prediksi dikoreksi menggunakan model pengukuran. Salah satu bagian dari tahap ini yaitu menentukan matriks Kalman Gain yang digunakan untuk meminimumkan kovariansi *error*. Tahap prediksi dan koreksi dilakukan secara rekursif dengan cara meminimumkan kovariansi *error* estimasi

2.3 Arduino Mega 2560

Arduino Mega 2560 adalah papan mikrokontroler berbasiskan Atmega 2560. Arduino Mega 2560 memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai *input* analog, dan 4 pin sebagai *UART* (*port* serial *hardware*), 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung *microcontroller*. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau *power* dihubungkan dengan adaptor AC – DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega 2560 kompatibel dengan sebagian besar *shield*

yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega 2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega.

Arduino Mega 2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan *chip driver* FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan *chip* Atmega 16U2 (Atmega 8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega 2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke *Ground*, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU.

Arduino Mega 2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

a) Pin out : ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan *shield* untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, *shield* akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt.
b) Sirkuit RESET.
c) *Chip* ATmega16U2 menggantikan *chip* Atmega 8U2.

Gambar 2.1 *Board* Arduino Mega 2560 Tampak Depan
(sumber : google image Arduino mega)

d) Daya (Power)

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke

jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER.

Papan Arduino ATmega 2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt.

Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- VIN: Adalah *input* tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-*regulator* lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- 5V: Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-*regulator* 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-*regulator*) dari *regulator* yang tersedia (*built-in*) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari *jack power* DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada *board* (7-12 Volt).
- 3V3: Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh *regulator* yang terdapat pada papan (*on-board*). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- GND: Pin *Ground* atau *Massa*.
- IOREF: Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada *microcontroller*. Sebuah perisai (*shield*) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan penerjemah tegangan (*voltage translator*) pada *output* untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt

e) Memori

Arduino ATmega 2560 memiliki 256 KB *flash memory* untuk menyimpan kode (8 KB digunakan untuk *bootloader*), 8 KB SRAM dan 4 KB EEPROM (yang dapat dibaca dan ditulis dengan perpustakaan EEPROM).

f) Input dan Output

Masing-masing dari 54 digital pin pada Arduino Mega dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode() , digitalWrite() , dan digitalRead()*. Arduino Mega beroperasi pada tegangan 5 volt. Setiap pin dapat memberikan atau menerima arus maksimum 40 mA dan memiliki resistor *pull-up* internal (yang terputus secara *default*) sebesar 20 – 50 kilo ohms.

Tabel 2.1 Spesifikasi dari Arduino Mega 2560

Microcontroller	**ATmega 2560**
Tegangan Operasi	5V
Inputvoltage (disarankan)	7-12V
Inputvoltage (limit)	6-20V
Jumlah pin I/O digital	54 (15 pin untuk *output* PWM)
Jumlah pin *input* analog	16
Arus DC tiap pin I/O	40 mA
Arus DC untuk pin 3.3V	50 mA
Flash Memory	256 KB (8 KB untuk *bootlader)*
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

2.4 *Power Supply (*DC*)*

Power Supply (*DC/*arus searah) adalah arus listrik yang mengalir pada suatu hantaran yang tegangannya berpotensial tetap, tidak berubah-ubah. Listrik DC adalah listrik yang asli, artinya listrik yang dapat dihasilkan dari sumbersumber susunan material alam. Muatan-muatan listrik yang terjadi akibat adanya gesekan pada dua jenis material adalah muatan listrik yang berbentuk DC.

2.4.1 Sumber *Power Supply (*DC*)*

DC adalah listrik alami, dimana sumber kelistrikan DC yang telah dibuat :

1. Aki dan segala jenis baterai,
2. *Spoel* generator pada kendaraan mobil,
3. Solar *cell*,
4. Generator serta adaptor

2.5 Aki (*Accu*)

Aki atau *accu* adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian, cas, *charge* energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran (*discharge*) energi kimia diubah menjadi energi listrik.

Aki terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2V, artinya aki mobil dan aki motor yang memiliki tegangan 12V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri (12V = 6 x 2V) sedangkan aki yang memiliki tegangan 6V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri (6V = 3 x 2V).

Gambar 2.2 Aki Basah dan Kering
(http://www.wartasaranamedia.com/2014/06/bagian-kompone-utama-akikering-dan-aki-basah-197.html)

Antara satu sel dengan sel lainnya dipisahkan oleh dinding penyekat yang terdapat dalam bak aki, artinya tiap ruang pada sel tidak berhubungan karena itu cairan elektrolit pada tiap sel juga tidak berhubungan (dinding pemisah antar sel tidak boleh ada yang bocor atau merembes).

Sebuah aki kering 12V dan 18Ah mencantumkan nilai spesifikasi sebagai berikut :

a. 20hr x 0,9A = 18A

b. 5hr x 3,06A = 15,3A

c. 1hr x 10.8A = 10,8A

d. 1/2hr x 18A = 9A

Jika dilihat dari spesifikasi maka aki ini memiliki kapasitas efektif sebesar 18Ah namun suplai dari aki sebenarnya hanya bisa dilakukan selama :

a. 20 jam jika kuat arus yang dipakai hanya sebesar 0,9A untuk tiap jam artinya hanya memakai daya sebesar 10,8Watt/jam (12V x 0,9A). Kapasitas= 18Ah (0,9A x 20hour).
b. 5 jam jika kuat arus yang dipakai 3,06A atau berdaya 36,72Watt/jam (12V x 3,06A). Kapasitas = 15,3Ah (3,06A x 5hour).
c. 1 jam jika kuat arus yang dipakai 10,8A atau berdaya 129,6Watt/jam (12V x 10,8A). Kapasitas = 10,8Ah (10,8A x 1hour)
d. 1/2 jam jika kuat arus yang dipakai sama dengan kapasitas efektifnya yang 18 Ah atau berdaya 216 Watt/jam (12V x 18A). Kapasitas = 9 Ah (18A x 0,5hour)

2.6 Joystick Playstation 2 Wireless

Kontroler adalah antarmuka pengguna utama untuk PlayStation. Standar PSX controller memiliki 14 tombol. Diantaranya adalah:

a) 4 tombol diatur sebagai directional pad di kiri atas
b) Start dan Select tombol di tengah atas
c) 4 tombol aksi di kanan atas
d) 2 tombol aksi di sebelah kiri depan
e) 2 tombol aksi di sebelah kanan depan

Gambar 2.3 *Joystick PS2*

(Sumber : http//:data-uploadku.com/2013/04/konfigurasi-joystick-di emulator-psx.html?m=1 pada pada tanggal 12 Desember 2014**)**

Meskipun masing-masing tombol dapat dikonfigurasi untuk melakukan tindakan tertentu dan tersendiri, tombol-tombol tersebut bekerja pada prinsip yang sama. Pada dasarnya, setiap tombol adalah sebuah saklar yang melengkapi rangkaian ketika ditekan. Sebuah disk logam kecil di bawah tombol ditekan ke dalam kontak dengan dua potongan bahan konduktif pada papan sirkuit pada *controller*. Sementara disk logam dalam kontak, menghantarkan listrik antara dua potongan. *Controller* merespon bahwa sirkuit tertutup dan mengirim data ke PSX. CPU membandingkan data dengan instruksi dalam perangkat lunak game untuk tombol itu, dan memicu respon yang tepat. Ada juga disk logam di bawah masingmasing lengan *directional pad*.

Dual Shock PSX terbaru memiliki *joystick analog* pada *controller* tersebut, serta tombol standar. *Joystick* ini bekerja dengan cara yang sama sekali berbeda dari tombol yang dijelaskan sebelumnya. Dua potensiometer (*variabel resistor*) yang diposisikan tegak lurus satu sama lain di bawah *joystick*. Arus mengalir terus-menerus melalui masing-masing, tetapi jumlah arus ditentukan oleh jumlah hambatan. *Resistance* (hambatan) meningkat atau menurun berdasarkan posisi *joystick*. Dengan memonitor output dari setiap potensiometer, PSX dapat menentukan sudut yang tepat di mana *joystick* ditahan, dan memicu respon yang tepat berdasarkan sudut itu. Dalam game yang mendukung joystick analog, fitur analog seperti ini memungkinkan untuk kontrol yang menakjubkan pada permainan.

Gambar 2.4 Potensiometer (*Variabel Resistor*) pada *Joystick PS2*
(Sumber : http//:data-uploadku.com/2013/04/konfigurasi-joystick-di emulator-psx.html?m=1 pada pada tanggal 12 Desember 2014**)**

Fitur lain dari *Dual Shock controller* adalah umpan balik yang dapat dirasakan. Fitur ini menyediakan rangsangan taktil untuk tindakan tertentu dalam permainan. Misalnya, dalam permainan balap, Anda mungkin merasa getaran menggelegar

seperti membanting mobil Anda ke dinding. Umpan balik ini sebenarnya dicapai melalui penggunaan perangkat yang sangat umum, motor listrik sederhana. Dalam *Dual Shock controller*, dua motor yang digunakan, satu bertempat di masingmasing pegangan. Poros dari masing-masing motor memegang berat seimbang. Bila daya dipasok ke motor, motor berputar. Karena berat badan tidak seimbang, motor mencoba goyah. Tapi karena motor ini aman dipasang di dalam *controller*, goyangan yang diterjemahkan menjadi getaran gemetar dari *controller* itu sendiri.

Gambar 2.5 Motor listrik yang terdapat pada Joystick PS2
(http://electronics.howstuffworks.com/playstation3.htm)

Joystik PS2 *Wireless* terdiri dari dua modul, yaitu modul *transmitter* dan modul *receiver*. Modul *transmitter* berfungsi sebagai data input dan mengirim data input tersebut ke modul *receiver*. Sedangkan modul *receiver* berfungsi sebagai penerima data yang dikirim dari modul *transmitter*. Pada setiap *Stik PS (joystick Playstation)* terdapat kontroler yang bertugas untuk berkomunikasi dengan *console playstation*. Komunikasi yang digunakan adalah serial sinkron, yaitu data dikirim satu per satu melalui jalur data. Untuk mengkoordinasikan antara pengirim dan penerima terdapat satu jalur clock. Hal inilah yang membedakan serial sinkron dengan serial asinkron (UART/RS232) yang dapat bekerja tanpa jalur clock karena masing-masing pengirim dan penerima mempunyai clock.

2.6.1 Komponen *Joystick*

Joystick yang digunakan pada mesin robot ROV ini memiliki komponen - komponen sebagai berikut :

a. *Switch* Tombol : Menggunakan saklar-saklar dua keadaan sebagai pemberi input ke mikrokontroler.

b. Modul *receiver* : Penerima data inputan yang dikirim dari Joystick (*Transmitter*)

c. *Power Supply* : Membutuhkan baterai AAA dengan tegangan 1,5V yang dipasang secara seri untuk dapat mengaktifkan *joystick.*

2.6.2 Pin Konfigurasi

Konfigurasi pin *connector Joystik Wireless PS2*, berikut gambarnya:

Gambar 2.6 *Connector Modul Receiver PS2 Controller*
(http://electronics.howstuffworks.com/playstation3.htm)

Wireless joystick PS2 mengunakan komunikasi *SPI (Serial Pheripheral Interface)* atau biasa orang sebut sebagai 3 *wire interface*. Pada gambar 2.5 merupakan connector PS2 Controller yang akan langsung dihubungkan dengan pin pin pada mikrokontoler. Ada pun penjelasan setiap pin dari connector PS2 controller tersebut sebgai berikut :

a. Data : Dihubungkan pada pin PA.7 pada mikrokontroler
b. Command : Dihubungkan pada pin PA.6 pada mikrokontroler
c. Motor Vibrate : Vcc
d. Gnd : Ground
e. Vcc : +5v
f. Attention : Dihubungkan pada pin PA.5
g. Clock : Dihubungkan pada pin PA.4 (SCK)
h. NC : Tidak dihubungkan
i. ACK : Tidak dihubungkan

Pada penjelesan pin-pin dari *joystick PS2* diketahui bahwa untuk melakukan hubungan anatar *joystick PS2* dan mikrokontroler dibutuhkan 3 jalur utama yaitu pin 1 *Data* dihubungkan ke mikrokontroler pin PA.7 (MISO), pin 2 *Command* dihubungan ke mikrokontroler pin PA.6 (MOSI) dan pin 7 *Clock* dihubungkan ke mikrokontroler pin PA.4 (SCK). Dari ketiga pin tersebut penjelasannya sebagi berikut :

a. MISO : *Master Output Slave Input* artinya jika dikonfigurasikan sebagai *master* maka pin MOSI sebagi *output* tetapi jika dikonfigurasikan sebagi *slave* maka pin MOSI sebgai *input*.
b. MOSI : *Master Input Slave Output* artinya jika dikonfigurasikan sebagai *master* maka pin MOSI sebagai *input* tetapi jika dikonfigurasikan sebagai *slave* maka pin MOSI sebagai *output.*
c. CLK : *Clock* jika dikonfigurasikan sebagai *master* maka pin CLK berlaku sebagai *output* tetapi jika dikonfigurasikan sebagai *slave* maka pin CLK berlaku sebagai *input*.

2.6.3 Data Protokol

Data protokol berfungsi untuk mengatur komunikasi dengan kontroler pada Stik PS2 Wireless dan diperlukan beberapa proses pengiriman ID :

a) Mikrokontroler mengirim data &H01 (start up).
b) Setelah itu mikrokontroler mengirim data &H42 (read data).
c) Kemudian disaat yang sama mikrokontroler akan menerima data tipe Stik
d) PS2 yang digunakan. &H41 = Konsul Digital &H73 = Konsul Analog
e) Setelah itu mikrokontroler akan menerima data &H5

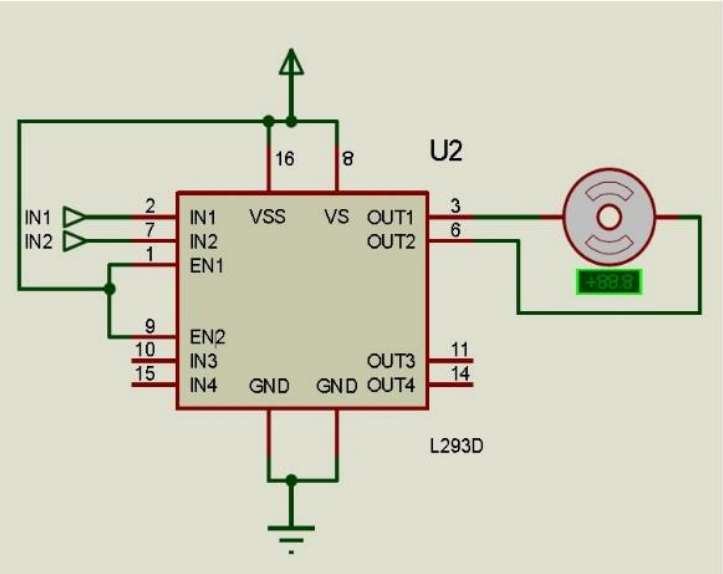
2.7 Motor Pendorong (*Thruster*)

Sistem penggerak ROV terdiri dari dua pendorong atau lebih, dan biasanya memakai motor DC yang dipadukan dengan sebuah *propeller* atau kipas pendorong untuk menghasilkan gaya dorong. Pada umumnya mini ROV biasanya menggunkan *bilge pump* sebagai motor pendorong yang merupakan salah satu jenis motor DC. *Bilge pump* biasanya digunakan di dalam kapal atau perahu untuk menyedot air yang ada di lambung kapal. *Bilge pump* dioperasikan pada tegangan 12VDC dengan arus tertentu sesuai dengan tipe dari *bilge pump* itu sendiri.

Gambar 2.7 Motor Pendorong (*Thruster*)
(sumber : google image motor thruster)

2.8 Driver Motor DC H-*Bridge* dengan IC L293D

Rangkaian ini merupakan rangkaian penggerak motor DC H-*Bridge* yang sangat sederhana dan dapat digunakan untuk mengontrol 2 *unit* motor DC secara PWM (*Pluse Width Modulation*) maupun dengan logika TTL. Untuk merakit rangkaian ini dapat melihat gambar 2.8



Gambar 2.8 Driver motor

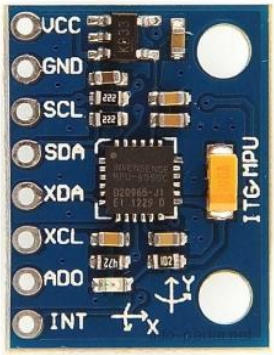
2.9 Sensor MPU6050 Accelerometer Gyro

Accelerometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran (vibrasi), dan mengukur percepatan akibat gravitasi. Sensor accelerometer mengukur percepatan dari 3 sumbu gerakan akibat gerakan benda yang melekat padanya. Percepatan merupakan suatu keadaan berubahnya kecepatan terhadap waktu. Bertambahnya suatu kecepatan dalam suatu rentang waktu disebut juga percepatan (*acceleration*). Jika kecepatan semakin berkurang dari pada kecepatan sebelumnya, disebut deceleration. Percepatan juga bergantung pada arah/orientasi karena merupakan penurunan kecepatan yang merupakan besaran vektor. Berubahnya arah pergerakan suatu benda akan menimbulkan percepatan pula.

Gyroscope adalah suatu alat berupa sensor *gyro* untuk menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda atau cakram yang berotasi dengan cepat pada

sumbu. *Gyroscope* memiliki output yang peka terhadap kecepatan sudut dari arah sumbu x yang nantinya akan menjadi sudut phi (*roll*), dari sumbu y nantinya menjadi sudut theta (*pitch*), dan sumbu z nantinya menjadi sudut psi (*yaw*). Penggunaan *gyroscope* dalam kehidupan sehari belum banyak. *Gyroscope* lazimnya digunakan pada pesawat terbang, kapal, helikopter, dan lainnya. Hal tersebut untuk mengurangi getaran yang ditimbulkan mesin agar keseimbangan tidak goyah. *Gyroscope* baru-baru ini juga diterapkan pada mainan helikopter dengan tujuan menyeimbangkan saat diterbangkan. Kompas adalah alat navigasi untuk menentukan arah berupa sebuah panah penunjuk magnetis yang bebas menyelaraskan dirinya dengan medan magnet bumi secata akurat. Kompas memberikan rujukan arah tertentu, sehingga sangat membantu dalam bidang navigasi. Arah mata yang ditunjuknya adalah utara, selatan, timur, dan barat. Apabila digunakan bersama-sam dengan jam dan sekstan, maka kompas akan lebih akurat dalam menunjukkan arah. Alat ini membantu perkembangan perdagangan maritime dengan membuat perjalanan jauh lebih aman dan efisien dibandingkan saat manusia masih berpedoman pada kedudukan bintang untuk menentukan arah.

Kompas dibedakan menjadi dua jenis, yaitu kompas analog dan kompas digital. Kompas analog adalah kompas yang biasa kita lihat dalam kehidupan sehari-hari. Misalnya saja kompas yang dipakai ketika acara pramuka. Sedangkan kompas digital merupakan kompas yang telah menggunakan proses digitalisasi. Dengan kata lain, cara kerja kompas ini menggunakan komputerisasi. *MPU6050 Axelerometer Gyro* adalah sebuah sensor dengan fasilitas 3 axis accelerometer, gyrometer dan megnetometer. Sensor *MPU6050 Axelerometer Gyro* mendukung berbagai pengukuran sekala accelerometer dengna kemampuan pengaturan ±2, 4, 6, 8, atau 16g. Sedangkan Gyrosmeter mendukung ±245, 500, dan 2000^0/s. Untuk magnetometer memiliki rentang skala penuh ±2, 4, 8, atau 16 gauss. Selain itu *MPU6050 Axelerometer Gyro* memiliki komunikasi dengan dunia luar menggunakan jalur serial bus I2C dan SPI.



Gambar 2.9 Sensor MPU6050 Axelerator Gyro
(sumber : google image sensor MPU6050 Axelerometer Gyro)

2.9.1 *Accelerometer*

Accelerometer adalah suatu sensor yang berfungsi untuk mengukur percepatan, mendeteksi dan mengukur getaran, mengukur percepatan gravitasi bumi, dan juga dapat digunakan untuk mendeteksi perubahan posisi pada suatu perangkat sekaligus menghitung nilai perubahannya. Percepatan sendiri dapat diukur dalam satuan SI, seperti meter per detik kuadrat (m/s2), atau untuk percepatan gravitasi bumi, diukur dalam satuan *g-force* (g) dimana 1g = 9,8 m/s2. *Accelerometer* dapat digunakan untuk mendeteksi kemiringan pada pergerakan *pitch* dan *roll*. Untuk menghitung kemiringan pada *pitch* dan *roll*, rumusnya adalah:

- **Pitch = arc tan (x / z) * (180/ π)** **(1)**
- **Roll = arc tan (y / z) * (180/ π)** **(2)**

dimana,

x = Percepatan gravitasi di sumbu x (dalam satuan g)

y = Percepatan gravitasi di sumbu y (dalam satuan g)

Sensor *accelerometer* pada modul MPU6050 sudah memiliki output digital ADC (*Analog to Digital*) 16 bit untuk setiap sumbunya (x, y, z) dan memliki pilihan skala pengukuran 2g, 4g, 8g dan 16g. Sehingga untuk melakukan konversi data *accelerometer* dari output ADC 16 bit ke percepatan gravitasi bumi adalah:

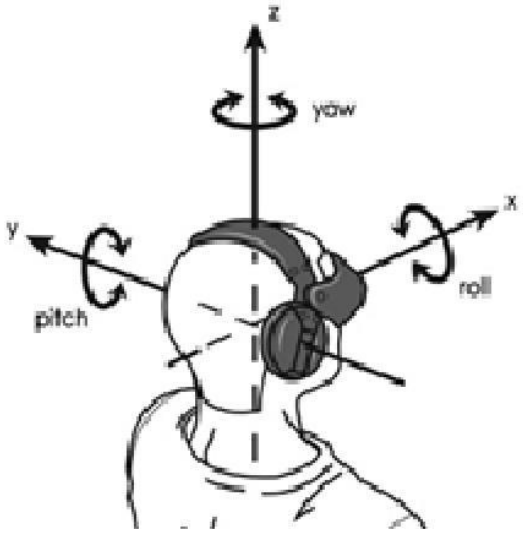
α = Output ADC / Faktor pembagi **(3)**

dimana,α adalah Percepatan gravitasi di salah satu sumbu *accelerometer* (x,y atau z) dalam g*force*

Hubungan antara faktor pembagi dan skala yang dipilih ini dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2.2 Hubungan skala pengukuran

NO.	SKALA	Faktor Pembagi / Devider
1.	2g	16384 LSB/deg/s
2.	4g	8192 LSB/deg/s
3.	8g	4096 LSB/deg/s
4.	16g	2048 LSB/deg/s



Gambar 2.10 Ilustrasi gerakan pitch, roll , dan yaw

2.9.2 Gyroscope

Dalam dunia instrumentasi, *gyroscope* digunakan untuk mengukur orientasi berdasarkan prinsip momentum sudut. Sensor ini akan mengukur kecepatan sudut dari suatu rotasi yang satuannya adalah radian per detik (rad/s). *Gyroscope* yang digunakan pada penelitian ini sendiri adalah *gyroscope* elektrik yang ada di dalam sensor MPU6050. MPU6050 sendiri memiliki pilihan skala pembacaan *gyroscope* maksimal yang bisa dipilih, yaitu 250o/sec, 500o/sec, 1000o/sec, dan 2000o/sec. Sensor *gyroscope* pada modul MPU6050 sudah memiliki *output* digital ADC (*Analog to Digital*) 16 bit, sehingga untuk melakukan konversi ke deteksi kecepatan sudut, *output* ini harus dibagi dengan faktor pembagi yang berbeda pada setiap skala yang dipilih. Seperti ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 2.3 Hubungan skala pengukuran

NO.	SKALA	Faktor Pembagi / Devider
1.	250˚/s	131 LSB/deg/s
2.	500˚/s	65,5 LSB/deg/s
3.	1000˚/s	32,8 LSB/deg/s
4.	2000˚/s	6,4 LSB/deg/s

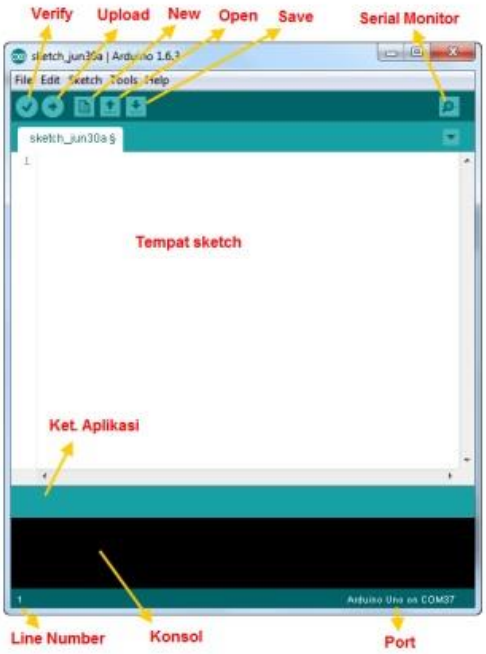
Dengan begitu, konversi data *gyroscope* dari *output* ADC 16 bit ke satuan derajat/detik dapat dirumuskan:

ω = Output ADC / Faktor pembagi **(4)**

Dimana : ω = KecepatanSudut (˚/s atau deg/s)

2.10 Arduino IDE

Untuk memprogram board Arduino, kita butuh aplikasi IDE (*Integrated Development Environment*) bawaan dari Arduino. Aplikasi ini berguna untuk membuat, membuka, dan mengedit *source code* Arduino (*Sketches*, para *programmer* menyebut *source code* arduino dengan istilah "*sketches*"). Sketch merupakan *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroller (Arduino).



Gambar 2.11 *Interface Arduino IDE*

Bagian-bagian IDE Arduino terdiri dari:

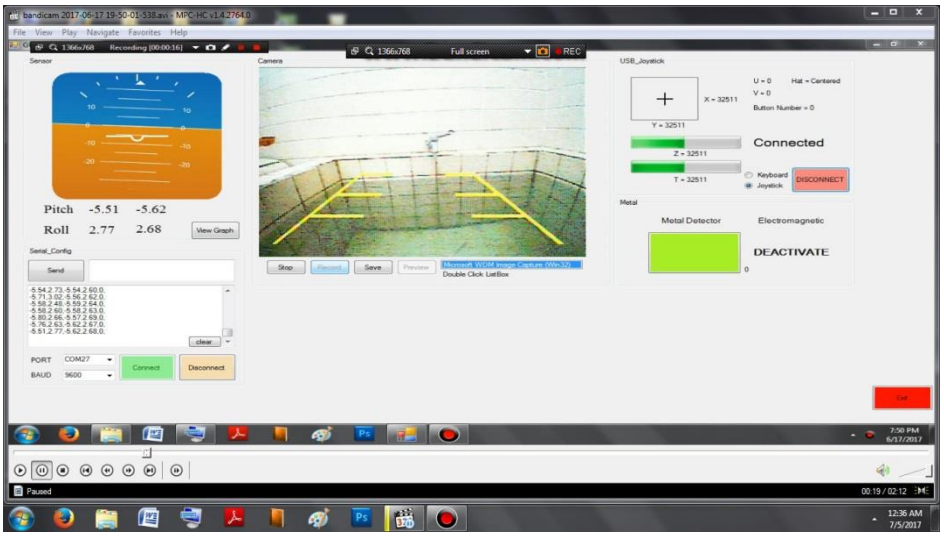
- **Verify** : pada versi sebelumnya dikenal dengan istilah *Compile*. Sebelum aplikasi diupload ke *board* Arduino, biasakan untuk memverifikasi terlebih dahulu *sketch* yang dibuat. Jika ada kesalahan pada *sketch*, nanti akan muncul error. Proses Verify / *Compile* mengubah *sketch* ke *binary code* untuk diupload ke mikrokontroller.
- **Upload** : tombol ini berfungsi untuk mengupload *sketch* ke *board* Arduino. Walaupun kita tidak mengklik tombol *verify*, maka *sketch* akan di-*compile*, kemudian langsung diupload ke *board*. Berbeda dengan tombol *verify* yang hanya berfungsi untuk memverifikasi *source code* saja.
- **New Sketch** : Membuka window dan membuat *sketch* baru
- **Open Sketch** : Membuka *sketch* yang sudah pernah dibuat. *Sketch* yang dibuat dengan IDE Arduino akan disimpan dengan ekstensi file **.ino**
- **Save Sketch** : menyimpan *sketch*, tapi tidak disertai mengcompile.
- **Serial Monitor** : Membuka *interface* untuk komunikasi serial, nanti akan kita diskusikan lebih lanjut pada bagian selanjutnya
- **Keterangan Aplikasi** : pesan-pesan yang dilakukan aplikasi akan muncul di sini, misal "*Compiling*" dan "*Done Uploading*" ketika kita mengcompile dan mengupload *sketch* ke *board* Arduino
- **Konsol** : Pesan-pesan yang dikerjakan aplikasi dan pesan-pesan tentang *sketch* akan muncul pada bagian ini. Misal, ketika aplikasi mengcompile atau ketika ada kesalahan pada *sketch* yang kita buat, maka informasi *error* dan baris akan diinformasikan di bagian ini
- **Baris Sketch** : bagian ini akan menunjukkan posisi baris kursor yang sedang aktif pada *sketch*.
- **Informasi Port** : bagian ini menginformasikan *port* yang dipakah oleh *board* Arduino.

2.11 GUI (*Graphic User Interface*)

GUI adalah suatu media virtual yang dapat membuat pengguna memberikan perintah tertentu pada komputer tanpa mengetik perintah tersebut, namun menggunakan gambar yang tersedia. Pengguna tidak mengetikkan perintah seperti pada komputer dengan *Shell* atau teks. Dengan GUI, perintah dapat dikonversi menjadi ikon dalam layar monitor yang dapat diklik untuk memulai fungsinya. GUI berfungsi untuk memudahkan pengguna dalam menggunakan suatuaplikasi komputer, selain itu juga untuk memperindah tampilan suatu aplikasi. GUI adalah tipe antarmuka yang digunakan oleh pengguna untuk berinteraksi dengan sistem operasi melalui gambar-gambar grafik, ikon, menu, dan menggunakan perangkat penunjuk (*pointing device*) seperti mouse atau track ball. Elemen-elemen utama dari GUI bisa diringkas dalam konsep WIMP (*window, icon, menu, pointing device*).

2.12 Microsoft Visual Basic

Microsoft Visual Basic (sering disingkat sebagai VB saja) merupakan sebuah bahasa pemrograman yang menawarkan Integrated Development Environment (IDE) visual untuk membuat program perangkat lunak berbasis sistem operasi Microsoft Windows dengan menggunakan model pemrograman (COM), Visual Basic merupakan turunan bahasa pemrograman BASIC dan menawarkan pengembangan perangkat lunak komputer berbasis grafik dengan cepat. Beberapa bahasa skrip seperti Visual Basic for Applications (VBA) dan Visual Basic Scripting Edition (VBScript), mirip seperti halnya Visual Basic, tetapi cara kerjanya yang berbeda. Para programmer dapat membangun aplikasi dengan menggunakan komponen-komponen yang disediakan oleh Microsoft Visual Basic Program-program yang ditulis dengan Visual Basic juga dapat menggunakan Windows API, tapi membutuhkan deklarasi fungsi luar tambahan.



Gambar 2.12 Tampilan Display Visual Basic pada Robot Detektor Logam Bawah Air

Pada sistem robot ROV ini menggunakan tampilan monitor visual basic sehingga dapat mengetahui sistem kerja robot dan menampilkan respon sistem yang terjadi pada sensor MPU 6050.