DESAIN IMPLEMENTASI SISTEM NAVIGASI DAN MONITORING PADA REMOTELY OPERATED VEHICLE(ROV)

(DESIGN OF NAVIGATION AND MONITORING SYSTEM IMPLEMENTATION IN REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV))

Imawan Sobary1,, Ramdhan Nugraha2, Sony Sumaryo3
1Prodi S1Teknik Elektro, FakultasTeknik Elektro, Universitas Telkom
1imawansobary@student.telkomuniversity.ac.id , 2ramdhan@telkomuniversity.co.id , 3sny@ittelkom.ac.id .

Abstrak

***Remotely Operated Vehicle* (ROV) adalah salah satu jenis dari kapal selam bawah air tanpa awak. Saat ini ROV merupakan suatu media yang banyak digunakan untuk melakukan eksplorasi bawah air tanpa harus masuk ke dalam air. Namun dalam penggunaan sehari-hari terkadang sering terjadi masalah dalam penggunaan ROV baik secara teknis maupun non teknis. Untuk mengurangi masalah tersebut maka dilakukanlah penelitian untuk memantau kondisi dan juga posisi ROV saat berada diair.**

Adapun kondisi yang dipantau pada ROV antara lain : Posisi Kemiringan yang mana berpengaruh saat ROV beroperasi,untuk mengetahui kedalaman ROV saat ketika beroperasi menggunakan sensor tekanan air. Sedangkan untuk posisi digunakan GPS dan sensor kompas sehingga pengguna bisa mengetahui letak ROV saat beroperasi.

Hasil dari penelitian ini adalah untuk membuat suatu alat yang dapat ditempatkan didalam ROV untuk melakukan pemantauan kondisi dan posisi pada ROV. Dengan parameter yang diukur untuk pemantauan berupa kemiringan dari 0-45º, kedalaman ROV di air 1-2m. Untuk sistem navigasi melihat orientasi arah dari rov dari magnetometer, lokasi berupa langitude dan lotitude dari gps, serta menguji kemampuan gps menentukan lokasi saat berada didalam air.

Kata Kunci : Remotely Operated Vehicle(ROV), Tekanan air,Kemiringan posisi ROV, GPS, dan sensor kompas.

Abstract

Remotely Operated Vehicle (ROV) is a type of unmanned underwater submarine. Currently, ROV is a media that is widely used to explore underwater without having to enter the water. But in daily use there are often problems in the use of both technical and non-technical ROV. To reduce these problems, a study was conducted to improve the conditions and also the position of the ROV while in water.

Among the conditions monitored in the ROV include: Slope position which requires when the ROV is operated, to determine the depth of the ROV when compiling using an water pressure sensor. As for the position used by GPS and sensors that can be used, users can understand the location of the ROV when operated.

The result of this research is to make a device placed in the ROV to place and position the ROV. With parameters determined for displacement consisting of 0-45º, depth of ROV in water is 1-2m. For the navigation system, the location is in the form of longitude and latitude from GPS, and GPS capability is needed to define the location.

Keywords: Remotely Operated Vehicle (ROV), Water Pressure, Slope ROV position, GPS, and compass sensor.

1. Pendahuluan

Dewasa ini semakin banyak penelitian mengenai bawah air diawali pada tahun 1800 Robert Fulton berhasil membuat kapal selam pertama.kebanyakan ekspedisi bawah air sudah tidak menggunakan manusia langsung untuk ke dasar air, tetapi menggunakan robot sehingga bisa mengurangi risiko kecelakaan. Salah satu dari robot bawah air yang populer sekarang ini adalah Remotely Operated Vehicle (ROV). ROV merupakan wahana selam berukuran mini yang dikendalikan dari jarak yang jauh[2]–[4].

ROV digerakkan oleh operator yang berada di permukaan air menggunakan remote control, dilengkapi dengan kabel yang bertujuan sebagai media pengiriman data, suplai daya sekaligus jalur

komunikasi antara ROV dan pengendali. Komponen penyusun ROV sendiri adalah remote, motor, sensor, lampu, pelampung, dan juga kamera[4].

Hasil dari penelitian ini adalah membuat suatu alat yang ditempatkan di dalam ROV untuk melakukan pemantauan kondisi dan posisi pada ROV. Dengan parameter yang diukur untuk pemantauan berupa kemiringan dari 0-45º, kedalaman ROV di air 1-2m. Untuk sistem navigasi lokasi berupa *longitude* dan *latitude* dari GPS, serta menguji kemampuan GPS menentukan lokasi.

2. Dasar Teori

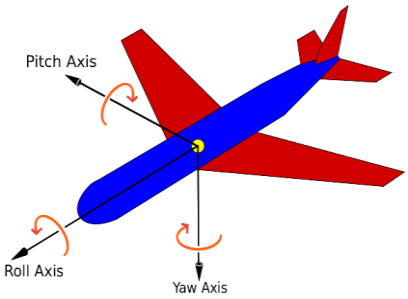
2.1 Remotely Operated Vehicle (ROV)

Remotely Operated Vehicle (ROV) adalah robot bawah air yang dapat bermanuver secara tinggi, dioperasikan oleh seseorang di atas kapal[4]. Cara kerja dari ROV ini sendiri adalah dengan dikendalikan langsung oleh operator yang berada dipermukaan air. Operator mengendalikan sistem pada ROV menggunakan beberapa kabel yang memilki kegunaan yang berbeda-beda seperti penghubung video,jalur suplai tegangan,dan jalur pengiriman data pengawasan kondisi ROV.

2.2 Posisi Kemiringan ROV

Pada saat ROV berada di dalam air terkadang terdapat benturan atau beberapa hal yang menyebabkan kondisi robot menjadi berubah-ubah dan sangat berbahaya apabila ingin melakukan manuver. Maka digunakanlah sensor IMU*(inertial measurment unit)* . IMU adalah instrumentasi elektronik yang digunakan untuk mengukur kecepatan, orientasi, dan gaya gravitasi dengan menggunakan *accelerometer* dan *gyroscope* [6]. Prinsip Kerja adalah *gyroscope* adalah dengan menetukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda yang berotasi dengan cepat pada sumbu berdasarkan momentum sudut. Sebelum digunakan, terlebih dahulu sensor

Selain menggunakan gryroscope juga menggunakan *accelerometer* yang kegunaannya untuk mengukur percepatan suatu benda yang bergerak baik dinamik maupun statik. Terdapat dua jenis pengukuran yaitu pengukuran dinamik dan static



Data dari *gyroscope* dan *accelerometer* ini akan diolah menjadi kedalam bentuk sudut *euler*. Sudut *euler* adalah 3 sudut yang membentuk rotasi sebuah objek dalam ruang(R^3)[6]. Sudut-sudut tersebut antara lain:

- Rotasi melalui sumbu x, disebut dengan *roll* (φ).
- Rotasi melalui sumbu y, disebut dengan *pitch* (θ).

- Rotasi melalui sumbu z, disebut dengan *yaw* (ψ).

Accelerometer didapat dengan memanfaatkan percepatan gravitasi yang juga diperhitungkan oleh sensor ini. Data kemiringan yang bisa didapatkan dari *accelerometer* adalah *pitch* dan *Roll* Dimana sudut *pitch* dapat diperoleh dari percepatan gravitasi yang diukur pada sumbu x dan z dari IMU, sedangkan sudut *roll* dapat diperoleh dari percepatan gravitasi yang diukur pada sumbu y dan z dari IMU.
Berikut ini adalah persamaan matematis dari *pitch* dan *roll*:

$$Pitch = \tan^{-1}\left(\frac{accelerometer\ x}{accelerometer\ z}\right) \qquad Roll = \tan^{-1}\left(\frac{accelerometer\ y}{accelerometer\ z}\right)$$

Namun *accelerometer* memiliki kelemahan apabila terkena dengan guncangan akan sangat memperngaruhi pembacaan sensor, untuk mengantisipasi hal itu maka digunakan *gyroscope* yang tahan terhadap guncangan namun tidak cocok pada kondisi statis karena nilainya akan nol bila dalam kondisi diam[7], [8].

2.3 Kedalaman ROV

Posisi kedalaman robot adalah salah satu dari aspek yang akan dipantau karena dengan mengetahui informasi berupa kedalaman robot saat ini. Pada tugas akhir ini menggunakan sensor yang mengukur tekanan air dan mengadaptasi konsep dari tekanan hidrostatis dimana dengan menggunakan informasi berupa tekanan air bisa mendapatkan nilai kedalaman robot.

Tekanan hidrostatik adalah tekanan yang diakibatkan oleh gaya yang ada pada zat cair terhadap suatu luas bidang tekan pada kedalaman tertentu[9]. Besarnya tekanan ini bergantung kepada ketinggian zat cair, massa jenis dan percepatan gravitasi. Tekanan hidrostatis hanya berlaku pada zat cair yang tidak bergerak.

Secara Konseptual tekanan hidrostatis adalah tekanan yang berlaku pada fluida atas dasar Hukum Pascal.
Tekanan hidrostatik dirumuskan sebagai berikut:

$$p = \rho\ x\ g\ x\ h$$

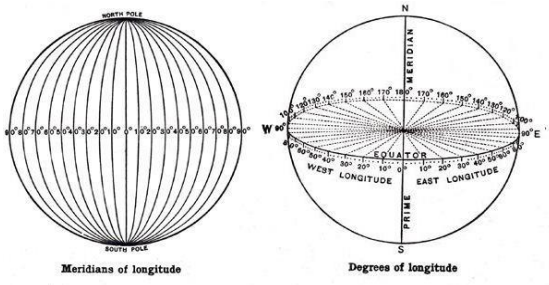
Keterangan :
p = Tekanan hidrostatik (N/m^2)
ρ= Massa jenis (kg/m^3)
g = Percepatan Gravitasi(m/s)
h = Ketinggian/Kedalaman(m)

Satuan SI untuk tekanan adalah newton per meter persegi (N/m^2), yang dinamakan Pascal (Pa), untuk menghormati Blaise Pascal, yaitu :

$$1 \quad Pa = 1\ N/m^2$$

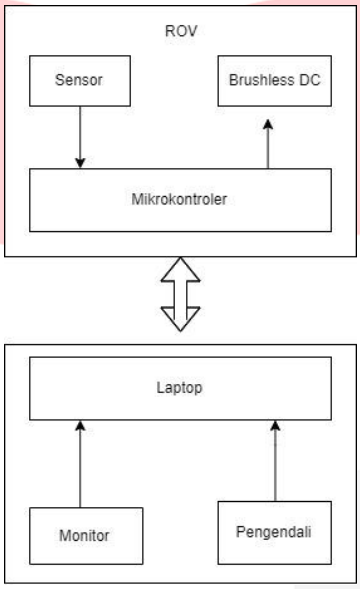
2.4 GPS

Global Positioning System (GPS) adalah sistem untuk menentukan letak di permukaan bumi dengan bantuan penyelarasan sinyal satelit[10]. Untuk mendapatkan data lokasi dalam bentuk koordinat *longitude* dan *latitude*,diperlukan perangkat GPS(*Global Position System*) *client* atau disebut juga GPS *transceiver*. Sistem posisi dengan GPS ini bekerja berdasarkan posisi relatif GPS *client* terhadap satelit-satelit GPS diluar angkasa. GPS *client* menerima sinyal dari satelit GPS, dan melempar balik sinyal *acknowledge* (ACK) ke satelit-satelit GPS. setidaknya dibutuhkan empat buah satelit GPS untuk mendapatkan titik koodinat lokasi yang akurat[10].



Data yang dihasilkan dari GPS biasanya berupa nilai dari *longitude* dan *latitude*. *Longitude* adalah garis bujur atau garis yang digunakan untuk menentukan lokasi dari Timur ke Barat, diukur dari 0° di Greenwich -180° di *Internasional Date Line*. Sedangkan *latitude* adalah garis lintang untuk menentukan lokasi dari Utara sampai Selatan. Berdasarkan dari nilai *longitude* dan *latitude* tersebut maka kita dapat mengetahui lokasi ROV.

2.5 Diagram blok



2.6 Flow Chart Sistem

3. Pembahasan

3.1 Pengujian MPU6250

Pengujian yang dilakukan dengan Arduino Nano dan laptop yang dihubungkan dengan kabel USB Arduino. Adapun nilai yang diuji dari MPU9250 ini adalah nilai *roll*,*pitch* dan *yaw* ketika ROV dan MPU9250 di atur dari sudut 0-360º dengan pengukuran setiap kenaikan 5º.

sudut kemiringan	Serial monitor		Selisih nilai		Eror	
	Roll	*Pitch*	*Roll*	*Pitch*	*Roll*	*Pitch*
-45	-45,23	-45,48	-0,23	-0,48	0,50%	1,06%
-40	-40,68	-40,6	-0,68	-0,6	1,70%	1,50%
-35	-33,31	-35,36	1,69	-0,36	4,80%	1,02%
-30	-30,51	-30,05	-0,51	-0,05	1,70%	0,16%
-25	-24,55	-25,11	0,45	-0,11	1,80%	0,44%
-20	-20,42	-20,68	-0,42	-0,68	2,10%	3,40%
-15	-15,77	-15,14	-0,77	-0,14	5,13%	0,93%
-10	-10,55	-10,27	-0,55	-0,27	5,50%	2,70%
-5	-5,34	-5,58	-0,34	-0,58	6,80%	11,60%
0	0,58	0,33	0,58	0,33	58%	33%
5	5,56	5,28	0,56	0,28	11,20%	5,60%
10	10,06	10,28	0,06	0,28	0,60%	2,80%
15	15,24	14,05	0,24	-0,95	1,60%	6,33%
20	20,06	20,7	0,06	0,7	0,30%	3,50%
25	25,88	25,64	0,88	0,64	3,52%	2,56%
30	30,88	30,2	0,88	0,2	2,93%	0,60%
35	36	35,88	1	0,88	2,85%	2,50%
40	40,32	39,99	0,32	-0,01	0,80%	0,03%
45	45,48	44,98	0,48	-0,02	1,06%	0,04%

Berdasarkan dari tabel terlihat bahwa nilai error dari setiap pengukuran sudut rata-rata tidak lebih dari 10%. Adapun nilai error pengukuran yang melebihi 10% yaitu pada *roll* 5º dan *pitch* -5º. Dan total error dari seluruh pengukuran adalah

$$\sum error \text{ roll 0-45º} = \frac{5{,}06}{225} \text{ x } 100\% = 2{,}24\%$$

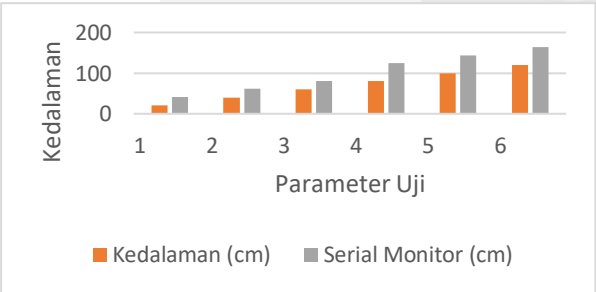
$$\sum error \text{ roll 0-(-45º)} = \frac{1{,}94}{225} \text{ x } 100\% = 0.86\%$$

$$\sum error \text{ pitch 0-45º} = \frac{2}{225} \text{ x } 100\% = 0{,}88\%$$

$$\sum error \text{ pitch 0-(-45º)} = \frac{3.6}{225} \text{ x } 100\% = 1{,}6\%$$

3.2 Pengujian Sensor Water Pressure

a. Hasil dan Analisa Pengujian



Parameter ke-	Kedalaman (cm)	Serial Monitor (cm)
1	20	41
2	40	61
3	60	81
4	80	124
5	100	144
6	120	164

Dari data diatas dapat dilihat nilai error dari sensor kurang dari 10%. Dimana nilai selisih error datanya adalah sebagai berikut:

$$\%\ error \text{ kedalaman} = \frac{195}{420} \text{ x } 100\% = 46\%$$

3.3 Pengujian GPS

a. Hasil pengujian

Tabel IV- 1 Nilai pengujian GPS di lima tempat

	googlemaps		Sensor GPS		Selisih		Error	
	lat	long	lat	long	lat	long	lat	long
place 1	-6.977148	107.630153	-6.9771105	107.630323	-3.748E-05	0.0001696	0.000537182	0.000157577
place 2	-6.97715	107.630472	-6.9771651	107.630491	1.508E-05	1.9E-05	0.000216134	1.7653E-05
place 3	-6.977152	107.630815	-6.9771468	107.630806	-5.16E-06	8.6E-06	7.39557E-05	7.99028E-06
place 4	-6.97715	107.63109	-6.9771505	107.631128	4.6E-07	3.79E-05	6.59295E-06	3.52129E-05
place 5	-6.977014	107.631477	-6.9771505	107.631135	0.00013648	0.00034204	0.001956138	0.000317788

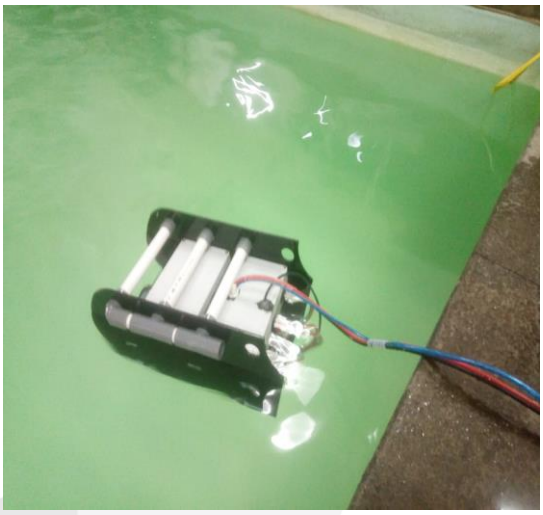
Hasil dari sensor gps cukup presisi namun dari segi akurasi masih kurang bagus. Berdasarkan dari gambar terlihat terdapat sedikit perbedaan jarak antara lokasi acuan dari gps dan lokasi dari sensor gps. Namun untuk perbedaan lokasi tidak terlalu berpengaruh besar karena nilai errornya masih dalam batas nilai toleransi dan jarak error pun masih dibawah 10 meter.

3.4 Pengujian Sistem

Pengujian pada sistem ini adalah dengan membandingkan nilai keluaran pada sensor ketika di darat dan ketika di air. Pengujian ini hampir sama dengan pengujian sebelumnya hanya saja yang membedakan adalah parameter yang diuji dan juga sistem yang sudah diintegrasikan.

3.4.1 Pengujian Kemiringan dan kedalaman ROV

sudut kemiringan	Serial monitor		Selisih nilai		Error	
	Roll	*Pitch*	*Roll*	*Pitch*	*Roll*	*Pitch*
-45	-43.5	-39.72	-1.5	5.28	3.33%	-11.73%
-40	-39.644	-34.05	-0.356	5.95	0.89%	-14.88%
-35	-36.04	-17.899	1.04	17.101	-2.97%	-48.86%
-30	-30.927	-21.454	0.927	8.546	-3.09%	-28.49%
-25	-26.02	-13.514	1.02	11.486	-4.08%	-45.94%
-20	-20.66	-8.383	0.66	11.617	-3.30%	-58.09%
-15	-17.5	-14.62	2.5	0.38	-16.67%	-2.53%
-10	-11.33	-9.19	1.33	0.81	-13.30%	-8.10%
-5	-4.25	-4.33	-0.75	0.67	15.00%	-13.40%
0	-1.68	2.42	1.68	2.42	16.8%	24.2%
5	6.1	8.79	-1.1	3.79	-22.00%	75.80%
10	12.22	13.8	-2.22	3.8	-22.20%	38.00%
15	17.41	19.03	-2.41	4.03	-16.07%	26.87%
20	21.971	24.748	-1.971	4.748	-9.86%	23.74%
25	27.219	29.79	-2.219	4.79	-8.88%	19.16%
30	30.067	34.72	-0.067	4.72	-0.22%	15.73%
35	34.53	40.24	0.47	5.24	1.34%	14.97%
40	38.708	46.64	1.292	6.64	3.23%	16.60%
45	45.443	51.476	-0.443	6.476	-0.98%	14.39%



Berdasarkan dari tabel terlihat bahwa nilai *error* dari setiap pengukuran sudut *pitch* mempunyai nilai error yang besar yaitu mencapai 75%, hal ini bisa di pengaruhi oleh peletakan sensor yang belum sesuai. Karena sensor diletakkan bagian depan. Sedangkan pada sudut *roll* persentase *error* terbesar adalah 15%. Dan total *error* dari seluruh pengukuran adalah

$$\sum error\ \ Roll\ 0\text{-}45^{o} = \frac{8{,}668}{225} \text{ x } 100\% = 3.85\%$$

$$\sum error\ \ Roll\ 0\text{-}(-45^{o}) = \frac{6{,}551}{225} \text{ x } 100\% = 2{,}9\%$$

$$\sum error\ \ pitch\ \ 0\text{-}45^{o} = \frac{46{,}654}{225} \text{ x } 100\% = 20{,}73\%$$

$$\sum error\ \ pitch\ 0\text{-}(-45^{o}) = \frac{59{,}42}{225} \text{ x } 100\% = 26{,}40\%$$

Pengujian Kedalaman

Parameter kedalaman	*Serial monitor*	Selisih nilai	*Error*
20	25.21	-5.21	-26.05%
40	9.664	30.336	75.84%
60	55.922	4.078	6.80%
80	96.596	-16.596	-20.75%
100	134.828	-34.828	-34.83%
120	155.526	-35.526	-29.61%
140	171.504	-31.504	-22.50%
160	216.126	-56.126	-35.08%

Setelah menambahkan faktor pengurangan untuk mendapatkan nilai *error* yang lebih kecil didapatkan data seperti diatas. Nilai yang dihasilkan dari tabel diatas merupakan rata-rata dari beberapa sampel nilai yang sudah diambil ketika pengujian. Untuk data lebih lengkapnya terdapat pada lampiran. Nilai *error* dari pengujian kedalaman adalah sebagai berikut:

$$\%\,error \text{ kedalaman} \quad 20\text{-}120 \text{ cm} \quad = \frac{38.85}{420} \text{ x } 100\% = 9.25\%$$

$$\%\,error \text{ kedalaman} \quad \text{Total} \quad = \frac{245.376}{620} \text{ x } 100\% = 39{,}57\%$$

4. Kesimpulan

Dari percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa nilai dari sensor kemiringan pada ROV sudah dengan nilai *error* terbesar adalah 26,40%. Kesalahan pembacaan pada bagian *pitch* yang di sebabkan karena peletakan sensor tidak benar-benar di tengah ROV. Hasil pembacaan dari sensor kedalaman air memiliki *error* yang besar dan sangat tidak cocok digunakan mengukur kedalaman robot. Penggunaan GPS pada ROV hanya bisa saat berada di permukaan air saja. Karenanya untuk memperbarui data lokasi terbaru dari GPS,ROV harus naik kepermukaan untuk mendapatkan kembali nilai dari *longitude* dan *latitude*.

Daftar Pustaka:

[1] "Build your own Underwater Robot (ROV)," vol. 2007, no. 23/10/2007. p. A step-by-step guide for constructing a simple mod, 2007.
[2] F. Nugraha, R. Pramana, and E. Prayetno, "Rancang Bangun Rov (Remotely Operated Vehicle) Berbasis Arduino Uno R3," pp. 1–11.
[3] M. A. H. Koli, E. D. Marindani, and A. Hartoyo, "Rancang Bangun Robot Bawah Air Mini ROV (Remotely Operated Vehicles) Berbasis Mikrokontroler ATMega16," *J. Tek. Elektro Univ. Tanjungpura*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2015.
[4] H. A. Kusuma, D. Ilmu, D. A. N. Teknologi, F. Perikanan, and D. A. N. Ilmu, "(Rov) Untuk Eksplorasi Bawah Air (Rov) Untuk Eksplorasi Bawah Air," 2012.
[5] R. Pi, U. Eksplorasi, and B. Laut, "Perancangan sistem monitoring pada rov mengunakan raspberry pi untuk eksplorasi bawah laut," pp. 1–16.
[6] Y. A. Pramana, "Implementasi Sensor *Accelerometer, Gyroscope* Dan *Magnetometer* Berbasis Mikrokontroler Untuk Menampilkan Posisi Benda Menggunakan Inertial Navigation System," *Indones. Comput. Univ.*, 2013.
[7] S. Solution, I. *Accelerometer*, G. Measurements, B. Platform, S. Colton, and C. Delphi, "The Balance Filter," 2007.
[8] I. M. Unit, "IMU Errors and Their Effects. Report APN-064 (Rev A)," pp. 1–6, 2014.
[9] "TEKANAN HIDROSTATIK Maulyda Awwaliyah.P, Herawati, Nining Sidriani dan Lia Aprilia . Kelas B Biologi FMIPA UNM Tahun 2014," 2014.
[10] D. T. Elektro, F. Teknik, and U. Indonesia, "Data Posisi Secara Telemetri," 2008.
[11] H. Z. Fahmi, "Implementasi Complementary Filter Menggunakan Sensor *Accelerometer* dan *Gyroscope* pada Keseimbangan Gerak Robot Humanoid," *Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 11, p. 9, 2017.

[12] https://docplayer.info/70468660-Rancang-bangun-sistem-navigasi-inersia-dengan-kalman- filter-pada-mikrokontroler-avr.html#show_full_text (Online)
[13] https://wiki.dfrobot.com/Gravity__Water_Pressure_Sensor_SKU__SEN0257