

# STUDI AWAL PERANCANGAN *PROTOTYPE REMOTELY OPERATED VEHICLE (ROV)*

Zaenal Husin<sup>1\*</sup>, Beta Firmansyah<sup>1</sup>, Edy Lazuardi<sup>1</sup>, Abdi Prasetyo<sup>1</sup>, Nilam Nurhasanah<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya, \*E-mail : zaenalhusin@gmail.com

*Abstrak*—Paper ini menjelaskan tentang studi awal dalam perancangan *prototype Remotely Operated Vehicle (ROV)* yang merupakan sebuah wahana tanpa awak dan dimanfaatkan untuk monitoring dan pekerjaan lain di bawah air. Gerakan ROV yang penting antara lain adalah mengapung, menyelam hingga pada dasarnya. Dalam upaya untuk melakukan gerakan tersebut maka diperlukan perhitungan yang mengikuti hukum *Archimedes* agar ROV tersebut dapat melakukan gerakan dengan baik. Pada *prototype* ini didapatkan perhitungan sebesar 942.468 kg/m<sup>3</sup> untuk massa jenisnya dan gaya apung sebesar 40.646676 N.

*Kata kunci:* ROV, Gaya Apung, Monitoring.

*Abstract*— *This paper describes a preliminary study in the design of the prototype Remotely Operated Vehicle (ROV) which is an unmanned vehicle and used for monitoring and other work under water. ROV important movement include floats, dive to the bottom. In an effort to make the movement it is necessary to follow the law of Archimedes' calculation that the ROV can perform with good movement. In this prototype calculation obtained by 942 468 kg / m<sup>3</sup> to its density and buoyancy of 40.646676 N.*

*Keywords.* ROV, Bouyancy, Monitoring

## I. PENDAHULUAN

Rasa ingin tahu akan suatu hal terkadang juga menuntut orang untuk ikut mengembangkan pengetahuannya melalui sebuah penelitian akibatnya pengetahuan semakin berkembang lebih pesat lagi. Salah satu pengetahuan yang berkembang dewasa ini yaitu tentang teknologi robot, *smart vehicle* dan lain-lain. Salah satu *smart vehicle* yang sedang dikembangkan orang yaitu *Remotely Operated Vehicle (ROV)*.

ROV ini biasanya merupakan *underwater vehicle* yang dikendalikan dari permukaan menggunakan *Surface Control Unit (SCU)* dimana “pilot” membuat keputusan dan pengendalian secara langsung. Salah satu kecenderungan yang utama yaitu adanya sifat otomatis untuk beberapa fungsi pada ROV tersebut seperti pelacakan posisi (*position tracking*), pergerakan posisi yang dinamis (*dynamic position*), kendali kedalaman (*autodepth control*). Oleh karena itu, ada dua utama tantangan yang berkaitan dengan kontrol ROV[1]: yang pertama adanya ketidakpastian parameter seperti penambahan massa, koefisien hidrodinamika dan lain-lain). Yang kedua yaitu : sifat alam yang sangat dinamis pada lingkungan bawah air yang menyajikan gangguan signifikan terhadap kendaraan yang berbentuk arus bawah air dan juga gelombang pada air dangkal dan lain-lain.

Semakin banyak paper yang didedikasikan untuk posisi dinamis ROV menegaskan bahwa pentingnya pengembangan pengendali yang dapat mengatasi gangguan berupa dinamika sistem yang nonlinier, koefisien hidrodinamika yang menyebabkan tidak presisinya sensor dan gangguan eksternal lainnya[2].

Di dalam ROV biasanya terdapat CCD (kamera video) dan lampu pencahayaan. Beberapa instrumen dapat ditambahkan untuk menambahkan kemampuan ROV seperti kamera, manipulator, *water sampler*, dan CTD (*Conductivity, Temperature and Depth*) (NOAA, 2010). ROV digunakan untuk membantu penyelam atau memperluas kemampuan manusia untuk menjangkau laut dalam dimana penyelam sulit bekerja secara aman dan efektif. Biasanya ROV digunakan untuk melakukan dua pekerjaan yaitu inspeksi, manipulasi, instalasi dan pemeliharaan peralatan bawah air (*subsea equipment*) dan survei dasar laut seperti survei karang (Lirman *et al*, 2006). Perkembangan ROV di dunia semakin pesat, seiring perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, mulai dari ukuran yang besar hingga yang kecil bahkan ukurannya sudah dalam mikro. Namun sayangnya, perkembangan ini belum diikuti secara baik di Indonesia. Di Indonesia hanya ada beberapa ROV yang dikembangkan. Salah satunya adalah RJ45 buatan Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Sebenarnya perkembangan penelitian tentang ROV ini masih banyak yang belum dikembangkan khususnya pada dunia pendidikan (perguruan tinggi).

Berdasarkan hal tersebut penulis mengambil topik pada penelitian ini yaitu perancangan *prototype Remotely Operated Vehicle (ROV)* yang digunakan sebagai monitoring kejadian dibawah air (ujicoba pada kolam, danau maupun sungai Musi).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Remotely Operated Vehicle (ROV)

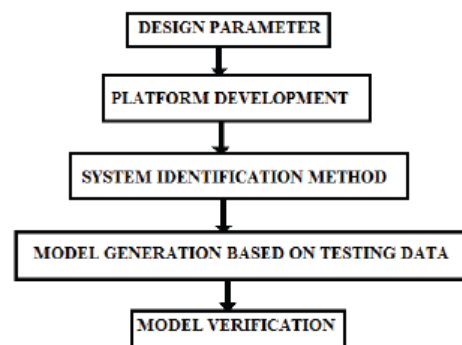
Sebuah kendaraan bawah air yang dioperasikan dari jarak jauh, sering disebut sebagai ROV, adalah kendaraan bawah air ditambatkan. Sementara itu singkatan tradisional "ROV" yang berarti kendaraan yang dioperasikan dari jarak jauh, ini harus membedakannya dari kendaraan *remote control* yang beroperasi di darat atau di udara. ROV yang kosong, dapat bermanuver dan dioperasikan oleh operator. Mereka terkait pada kapal dengan menambatkannya atau sering ketika bekerja dalam kondisi yang berbahaya atau dalam air yang lebih dalam membawa beban dengan kabel *umbilical* yang digunakan secara bersama dalam Sistem Manajemen Tether (TMS). TMS adalah salah satu garasi/kotak seperti perangkat yang berisi ROV selama menurunkan melalui zona *splash*, atau pada kelas pekerjaan yang lebih besar, ROV tersebut dipasang terpisah dengan dudukan pada atas ROV tersebut. Tujuan TMS tersebut adalah untuk memanjangkan dan memendekkan Tether sehingga pengaruh kabel selama berada didalam arus air dapat diminimalkan. Kabel *umbilical* merupakan inti kabel yang berisi dari kumpulan konduktor dan fiber optik yang membawa daya listrik, video dan sinyal data diterima atau dikirim antara operator dan TMS. Dimana saat digunakan, TMS kemudian sinyal rele dan daya untuk ROV turun ke kabel tether.<sup>[3]</sup>

ROV ini terbagi atas beberapa bagian yaitu :

- a. *Host Module*; ini merupakan wahana yang dipergunakan, dikendalikan dan yang langsung masuk ke dalam air. Pada *host module* ini terdapat beberapa komponen yaitu :
  1. Sensor-sensor seperti : *depth sensor, compass, temperature, humidity*
  2. Penggerak dan pengendali : motor DC, *propeller*, dan mikrokontroler
  3. Pendukung yaitu : lampu, kamera, *video overlay, power supply* dan RS485 *interface* sebagai penghubung dengan sisi operator
- b. *Remote Module*; bagian ini merupakan alat pengendali yang digunakan operator untuk mengendalikan *host module*. Pada bagian ini terdapat beberapa komponen yang hampir sama dengan *host module* yaitu :
  1. Mikrokontroler
  2. *Power supply*
  3. *RS485 interface*
  4. *RTC (Real Time Clock)*
  5. *PSX joystick*
  6. *LCD monitor*

Penelitian tentang ROV ini telah dikembangkan khususnya untuk membantu pihak kelautan dalam penelitian mereka dibidang perikanan. Mohd Shahrivel, 2013 membahas tentang pemodelan *thruster* untuk kendaraan bawah air yang dioperasikan jarak jauh (ROV) dengan identifikasi sistem menggunakan MICROBOX 2000/2000C. MICROBOX 2000/2000C merupakan target XPC perangkat mesin untuk antarmuka antara ROV *thruster* dengan perangkat lunak MATLAB 2009. Pada penelitian ini, model *thruster* akan dikembangkan terlebih

dahulu agar sistem *toolbox* identifikasi dalam MATLAB dapat digunakan. Penelitian ini juga menyajikan perbandingan pemodelan secara matematis dan empiris. Percobaan telah dilakukan dengan menggunakan kompresor mini sebagai tekanan *depth dummy* yang diterapkan pada sensor tekanan. Model *thruster* akan mendorong dan menenggelamkan kapal hingga mencapai setpoint dan menjaga kedalaman *setpoint*. Kedalaman ini didasarkan pada pengukuran sensor tekanan. Pada penelitian ini digunakan pengendali konvensional proporsional dan hasilnya dikumpulkan untuk dilakukan seleksi.<sup>[3]</sup> Untuk sistem identifikasi, pengembangan kendaraan bawah air akan dipertimbangkan terlebih dahulu dan selanjutnya disebut dengan pengembangan *platform (platform development)*. Metodologi yang dilakukan pada penelitian ini yaitu seperti terlihat pada gambar 1 berikut ini :

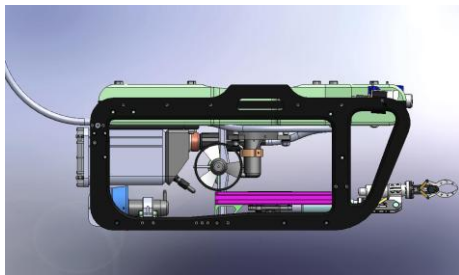


Gambar 1. Metodologi penelitian<sup>[3]</sup>

Tahap pertama adalah dengan membangun parameter disain. Persamaan gerak dinamis harus dikenalkan terlebih dahulu. Selanjutnya dilakukan pengembangan platform dengan memperhatikan parameter yang telah didapatkan pada tahap pertama. Setelah itu mulailah dilakukan sistem identifikasi pada sistem ROV. Untuk pengujian pada tahap selanjutnya. Pengujian akan mendapatkan data testing, kemudian baru dapat dibangun sebuah model dari data hasil pengujian tersebut. Tahap terakhir barulah akan dilakukan verifikasi untuk model yang telah terbentuk.

Penelitian lain yang dilakukan oleh Luis Govinda García-Valdovinos (Garcia, 2013) membahas tentang pentingnya peranan ROV ini pada sejumlah misi pada air dangkal dan dalam untuk ilmu kelautan, ekstraksi dan eksplorasi minyak dan gas dimana ROV yang terbentuk diberi nama Kaxan ROV. Pada aplikasi ini, gerakan ROV dipandu oleh pilot pada kapal pendukung permukaan melalui kabel *umbilical* yang memberikan daya dan telemetri atau dengan pilot otomatis. Dalam kasus kendali otomatis, kondisi umpan balik ROV disediakan melalui sensor akustik dan inersia dan informasi pada keadaan ini yang sesuai dengan strategi pengendali akan digunakan untuk melakukan beberapa tugas antara lain *station-keeping* dan *autoimmersion/heading* dan lain-lain. Dalam penelitian ini, pemodelan, disain dan kendali dari ROV disajikan dalam beberapa hal yaitu : i) Enam derajat kebebasan yang lengkap, model non linier hidrodinamika dengan parameternya, ii) Arsitektur *hardware/software* Kaxan, iii) Simulasi numerik pada MATLAB/*Simulink* untuk *platform* dari model bebas orde dua menggunakan mode *sliding control* berdasarkan arus pada lautan sebagai

gangguan dan dinamika *thruster*, iv) Lingkungan *virtual* untuk menggambarkan gerakan dari ROV Kaxan dan v) Hasil pengujian pada satu derajat kebebasan sistem *underwater*. Pada gambar 2 berikut ini diperlihatkan Kaxan ROV.



Gambar 2. Kaxan ROV

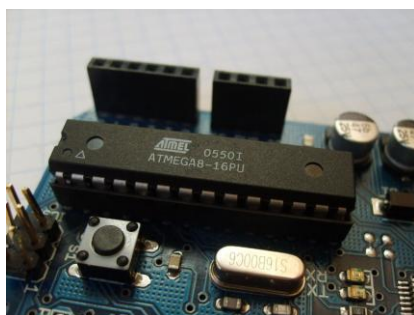
**B. Mikrokontroler[4]**

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung di dalam sebuah *chip*. Mikrokontroler berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena di dalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan di dalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja.

Berbeda dengan CPU serba guna, mikrokontroler tidak memerlukan memori eksternal, sehingga mikrokontroler dapat dibuat dengan biaya yang lebih murah dan ukuran yang relatif lebih kecil serta jumlah pin yang lebih sedikit.

Sebuah chip mikrokontroler umumnya memiliki fitur:

1. CPU (*Central Processing Unit*)
2. Pin I/O
3. Antarmuka komunikasi serial
4. Fitur *timer* dan *counter*
5. RAM untuk penyimpanan data
6. ROM, EPROM, EEPROM atau *flash memory* untuk menyimpan program komputer
7. ADC (*Analog to Digital Converter*)



Gambar 3. Modul Arduino berbasis Mikrokontroler ATmega 8

**C. Hukum Archimedes**

Hukum Archimedes menyatakan sebagai berikut, Sebuah benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya ke dalam zat cair akan mengalami gaya ke atas yang besarnya sama dengan berat zat cair yang dipindahkannya. Sebuah benda yang tenggelam seluruhnya atau sebagian

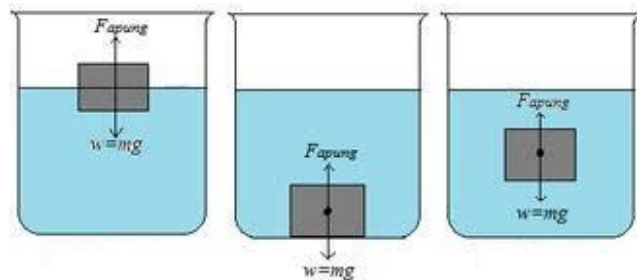
dalam suatu fluida akan mendapatkan gaya angkat ke atas yang sama besar dengan berat fluida fluida yang dipindahkan. Besarnya gaya ke atas menurut Hukum *Archimedes* ditulis dalam persamaan :[5]

$$F_a = \rho \cdot v \cdot g \tag{1}$$

Keterangan :

- $F_a$  = gaya ke atas (N)
- $V$  = volume benda yang tercelup (m<sup>3</sup>)
- $\rho$  = massa jenis zat cair (kg/m<sup>3</sup>)
- $g$  = percepatan gravitasi (N/kg)

Bila benda dicelupkan ke dalam air maka ada tiga kemungkinan yang akan dialami oleh benda tersebut, yaitu mengapung, melayang dan tenggelam [6]. Suatu benda dikatakan terapung dalam zat cair bila sebagian benda tercelup dan sebagian lagi muncul di udara, dengan kata lain benda akan terapung diatas permukaan air bila massa jenis benda lebih kecil dari massa jenis zat cair seperti terlihat pada gambar 3 berikut :



Gambar 4. Pengertian benda mengapung

Berdasarkan hukum *Newton I*, bila suatu benda dalam keadaan diam (setimbang), maka resultan gaya yang bekerja pada benda harus sama dengan nol.

$$\Sigma F = 0 \text{ sehingga,}$$

$$F_a - W_b = 0 \text{ maka didapatkan}$$

$$F_a = W_b \tag{2}$$

Berdasarkan hubungan massa dan berat benda:

$$W_b = m \cdot g \tag{3}$$

Dari persamaan :  $m = \rho \cdot v$ , maka

$$W_b = \rho_b \cdot g \cdot v_b \tag{4}$$

Berdasarkan hukum *Archimedes* bahwa besarnya gaya keatas yang dikerjakan fluida pada benda adalah sama dengan berat fluida yang dipindahkan oleh benda. Maka kita substitusikan persamaan (4) dan persamaan (1) kedalam persamaan (2) maka diperoleh:

$$F_a = W_b \tag{5}$$

$$\rho_f \cdot g \cdot v_{bf} = \rho_b \cdot g \cdot v_b \tag{6}$$

$$\rho_f \cdot v_{bf} = \rho_b \cdot v_b \tag{7}$$

$$\rho_b = (v_{bf} / v_b) \rho_f \tag{8}$$

dimana :

- $F_a$  = gaya ke atas (N)
- $W$  = gaya berat benda (N)
- $v_{bf}$  = volume benda yang tercelup dalam fluida (m<sup>3</sup>)
- $v_b$  = volume benda seluruhnya (m<sup>3</sup>)
- $\rho_f$  = massa jenis fluida (kg/m<sup>3</sup>)
- $\rho_b$  = massa jenis benda (kg/m<sup>3</sup>)

Untuk menghitung besarnya massa jenis fluida dapat dilakukan dengan percobaan sebuah tabung dimasukkan kedalam sebuah bejana yang berisi air, maka sebagian dari

tabung tercelup kedalam air dan sebagian lagi muncul diudara. Berdasarkan persamaan (9) bahwa besarnya gaya ke atas yang dialami benda dalam zat cair sama dengan berat benda tersebut, maka massa jenis fluida dapat dihitung dengan rumus:

$$\rho_f = \frac{m_b}{h_{bf} \cdot A} \tag{9}$$

Dari persamaan (9), jika massa tabung bertambah yaitu dengan memasukkan n buah gotri kedalam tabung, maka tabung akan tercelup kebawah sebesar  $\Delta h = h_{bf2} - h_{bf1}$  sehingga persamaan (9) menjadi :

$$\rho_f = \frac{n \cdot m_b}{\Delta h \cdot A} \tag{10}$$

dimana :

- $\rho_f$  = massa jenis fluida ( $\text{kg/m}^3$ )
- $m_b$  = massa benda (kg)
- $A$  = luas penampang tabung ( $\text{cm}^2$ )
- $\Delta h$  = pertambahan tinggi tabung yang tercelup ke dalam zat cair (cm)
- $n$  = jumlah gotri (guli baja)

Agar prinsip *Archimedes* digunakan, objek tersebut harus berada dalam keseimbangan oleh karena itu;

$$mg = \rho_f Vg \tag{11}$$

maka

$$m = \rho_f V \tag{12}$$

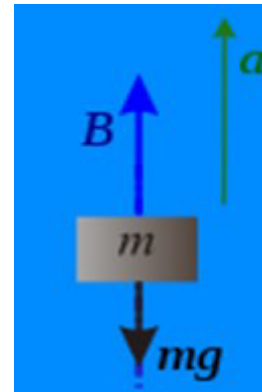
Menunjukkan bahwa kedalaman dimana objek mengambang akan tenggelam, dan *volume* cairan akan menggantikan, dan tidak bergantung pada medan gravitasi terlepas dari lokasi geografis. Hal ini dapat terjadi bahwa tidak hanya sekedar gaya apung dan gravitasi ikut bermain. Hal ini terjadi jika benda tersebut tertahan atau tenggelam . Sebuah objek yang cenderung untuk mengapung membutuhkan T menahan ketegangan memaksa agar tetap sepenuhnya terendam. Sebuah objek yang cenderung tenggelam pada akhirnya akan memiliki gaya normal dari kendala N diberikan atasnya oleh lantai yang solid. Gaya kendala dapat ketegangan dalam skala musim semi mengukur berat di fluida, dan adalah bagaimana berat semu didefinisikan. Jika objek dinyatakan akan mengapung, ketegangan untuk mengendalikan sepenuhnya terendam adalah:

$$T = \rho_f Vg - mg \tag{13}$$

sehingga didapatkan gaya normal :

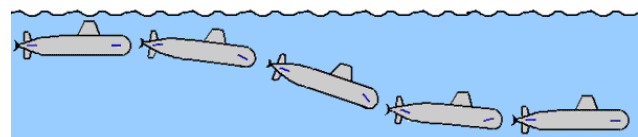
$$N = mg - \rho_f Vg \tag{14}$$

'Buoyancy gaya = berat benda dalam ruang kosong - berat benda tenggelam dalam fluida'. Gambar 4 gaya yang terjadi pada benda di air



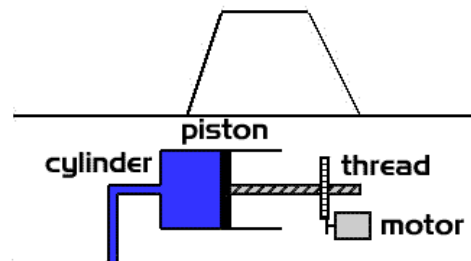
Gambar 5. Gaya yang terjadi pada benda di air[7]

Pada dasarnya, ada dua cara untuk menenggelamkan kapal selam yaitu dengan cara menyelam secara dinamis dan statis. Banyak model kapal selam menggunakan metode statis dan dinamis saat menyelam pada umumnya digunakan oleh semua kapal selam militer. Sistem dinamis adalah sistem dengan metode penyelaman dinamis dimana kapal selam menggunakan sirip atau biasa disebut dengan hidroplane dan dibantu dengan kecepatan dari kapal selam tersebut untuk membantu pergerakan kapal selam tersebut agar dapat menyelam dan mengapung di air. Sedangkan untuk kapal selam statis yaitu memiliki proses penyelaman dengan cara mengubah berat kapal selam tersebut misalnya dengan cara mengisi tangki *ballast* yang bertujuan untuk melakukan pergerakan penyelaman dan untuk melakukan pergerakan mengapung dilakukan dengan memompa air dari tangki *ballast* keluar dari ROV. Berikut ini adalah contoh gambar proses penyelaman secara dinamik :



Gambar 6. Menyelam secara dinamik[8]

Berikut ini adalah contoh gambar proses penyelaman secara static dengan menggunakan salah satu model sistem *ballast* yaitu dengan sistem piston.



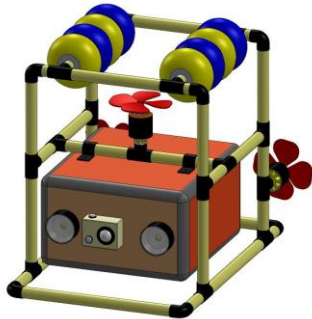
Gambar 7. Menyelam secara statis dengan bantuan sistem *ballast*[8]

III. METODE PENELITIAN

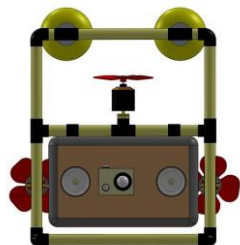
Penelitian ini dilakukan dengan beberapa tahapan dimulai dari perancangan perangkat keras, perancangan elektris, dan perancangan perangkat lunak.

A. Perancangan Perangkat Keras

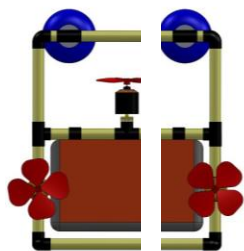
Untuk perancangan ini dibagi menjadi dua yaitu : *modelling design* dan *controller design*. Adapun untuk gambar rancangan pada penelitian ini adalah sebagai berikut :



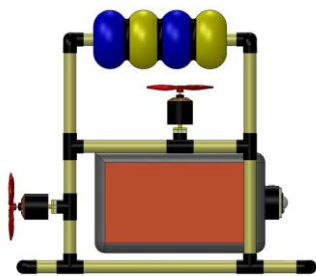
Gambar 8. Rangkaian Penelitian keseluruhan



(a)



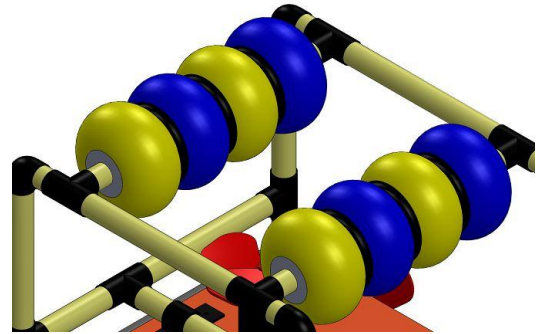
(b)



(c)

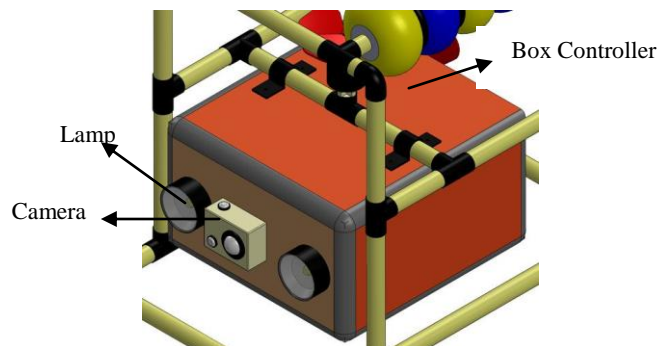
Gambar 9. ROV a) tampak depan, b)tampak belakang, c) tampak samping

Pada perancangan ini akan terlihat bahwa sistem ini bekerja dengan menggunakan tiga buah *propeller* yang diletakkan sesuai dengan fungsinya yaitu untuk bergerak kebawah dan ke depan, ke belakang ataupun ke samping. Sedangkan untuk bergerak ke atas dengan menggunakan pelampung seperti yang terlihat pada gambar 5 berikut ini :



Gambar 10. Rancangan pelampung

Untuk pengendalinya yaitu mikrokontroller maupun komponen pendukung lainnya diletakkan pada sebuah kotak yang tertutup rapat agar terhindar dari masuknya air yang dapat merusak komponen tersebut seperti terlihat pada gambar 6 berikut ini :



Gambar 11. Rancangan Control Box, Lam dan Camera

Sedangkan untuk dapat melihat kondisi didalam air digunakan kamera yang dibantu dengan lampu sebagai penerang karena tentunya didalam air pencahayaan sangat kurang.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada tahap awal ini akan dicari bagaimana ROV yang dirancang akan dapat mengapung pada air. Dengan demikian jika hasil perhitungan ini dimanfaatkan tinggal mencari kecepatan ROV tersebut dengan memanfaatkan kecepatan putar motor penggerak ROV tersebut.

$$\begin{aligned}
 \text{Volume (v)} &= 4147620.53 \text{ mm}^3 = 0.00414762 \text{ m}^3 \\
 \text{Massa (m)} &= 3909.14526 \text{ gram} = 3.909 \text{ kg} \\
 \text{Jadi} \\
 \text{Massa jenis (}\rho\text{)} &= m/v \\
 &= 942.468 \text{ kg/m}^3 \\
 \rho \text{ zat cair} = \rho \text{ air} &= 1000 \text{ kg/m}^3
 \end{aligned}$$

$\rho$  benda <  $\rho$  air = mengapung

$$\begin{aligned} \text{Gaya Apung (F}_A) &= \rho_{\text{zat cair}} * v * g \\ &= 1000 \text{ kg/m}^3 * 0.00414762 \text{ m}^3 * 9.8 \text{ m/s}^2 \\ &= 40.646676 \text{ N} \end{aligned}$$



Gambar 12. Prototipe ROV tampak depan



Gambar 13. Prototipe ROV tampak samping



Gambar 14. Prototipe ROV tampak belakang

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Garcia-V, L.G., et al, "Modelling, Design and Robust Control of a Remotely Operated Underwater Vehicle", *International Journal of Advanced Robot System*, 2014, 11:1 | DOI: 10.5772/56810, 2013.
- [2] Bessa, Wallace M., et al, "Dynamic Positioning of Underwater Robotic Vehicles with Thruster Dynamics Compensation", *International Journal of Advanced Robot System*, 2013, Vol. 10, 325:2013. DOI: 10.5772/56601, 2013.
- [3] M.Arras, M. Shahrieer, et al, "Thruster Modelling for Underwater Vehicle Using System Identification Method", *International Journal of Advanced Robot System*, 2013, Vol. 10, 252:, 2013.
- [4] H., Winoto, "Mikrokontroler AVR ATmega8/32/16/8535 dan Pemrogramannya dengan Bahasa C pada WinAVR", Bandung: Informatika, 2010.
- [5] Tipler A. Paul, "Fisika untuk Sains dan Teknik", Edisi ke tiga jilid I, Erlangga, Jakarta, 1996
- [6] Jewett, 2009, "Serway Fisika Untuk Sains dan Teknik", Buku 1 edisi 6 Salemba Teknika, Jakarta
- [7] [www.mbari.org/auv/mappingauv/vehicle\\_specs.htm](http://www.mbari.org/auv/mappingauv/vehicle_specs.htm)

## V. KESIMPULAN

1. ROV ini dapat dipergunakan untuk berbagai kepentingan didalam air.
2. ROV yang telah dirancang ini memiliki gaya apung sebesar 40.646676 N.