

# Rancang Bangun *Automatic Ballasting System Control* pada *Remotely Operated Vehicle (ROV)*

Muhammad Mishbahul Munir, Sutopo Purwono Fitri dan Juniarko Prananda  
Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia  
*e-mail*: sutopopf@ne.its.ac.id

*Remotely Operated Vehicle (ROV)* adalah salah satu jenis dari *unmanned underwater vehicle* yang pengoperasiannya menggunakan kontrol dan dioperasikan oleh operator di atas air. ROV ini menggunakan sistem ballas tipe kompresor dengan memanfaatkan udara bertekanan untuk *surfacing* sedangkan untuk *diving* ROV ini menggunakan beratnya. Banyak ROV menggunakan tipe *piston tank* dan *thruster* untuk sistem ballasnya dan masih sedikit yang mempunyai sistem kontrol otomatis. *Prototype* ini menggunakan kompresor mini 12V DC, kantong udara yang berukuran 220 mm x 120 mm x 40 mm dengan tekanan maksimal 1 bar, selenoid valve 5V DC, mikrokontroler arduino uno dan sensor tekanan MPX 5700AP. Penggunaan akrilik sebagai body ROV tidak efektif karena harus melewati banyak proses seperti penggambaran desain, *cutting*, perakitan menggunakan lem serta pengaturan kedekatan yang rumit. *Prototype* ini mampu melakukan *automatic ballasting system control* pada proses *diving* maupun *surfacing* dengan nilai *error* berturut-turut adalah 5.2% dan 6.5% serta dapat menempuh titik terjauh pada proses *diving* maupun *surfacing* berturut-turut adalah 11.2 s dan 14.1 s.

## I. PENDAHULUAN

DEWASA ini perkembangan teknologi semakin pesat dan teknologi – teknologi baru banyak bermunculan seperti halnya robot yang telah diciptakan dengan tujuan–tujuan tertentu mulai dari yang sederhana sampai yang paling rumit, yang hanya bisa melakukan satu fungsi maupun yang multifungsi. Robot adalah peralatan elektro–mekanik atau biomekanik, atau gabungan peralatan yang menghasilkan gerakan yang otonomi maupun gerakan berdasarkan gerakan yang diperintahkan [1] Bahkan dalam fungsinya robot bisa saja menggantikan fungsi manusia, hal ini terlihat pada robot – robot yang diterapkan dalam berbagai bidang seperti industri, kesehatan (*health*), pertahanan (*defense*), pertanian (*agriculture*), penelitian (*research*), dan lain–lain. Ada beberapa tipe robot, yang secara umum dapat dibagi menjadi dua kelompok yakni robot manipulator dan robot mobil (*mobile robot*). Robot manipulator dicirikan dengan memiliki lengan (*arm robot*), dan banyak digunakan untuk robot industri. Sedangkan robot mobil merupakan robot yang dapat bergerak berpindah tempat, meskipun nantinya robot tersebut juga dipasang manipulator. Robot mobil dapat dikelompokkan lagi menjadi tiga yaitu robot daratan (*ground robot*), robot air (*underwater robot*), dan robot terbang (*aerial robot*). Ketiga

jenis robot ini sangat banyak dikembangkan pada saat sekarang ini karena melihat sifatnya yang sangat fungsional [2].

Saat ini belum banyak pengembangan ROV di Indonesia. Hal ini sangat ironis dengan kondisi geografis Indonesia yang memiliki wilayah perairan yang lebih besar yaitu 2/3 dibandingkan luas wilayah daratannya yang hanya 1/3 nya saja. Selain itu keterbatasan kemampuan manusia untuk memetakan potensi bawah laut di Indonesia terutama untuk kawasan laut dalam yang belum terjamah dan untuk menggali potensi ini diperlukan perangkat pendukung yang mampu membantu proses eksplorasi tersebut diperlukan alat yang mampu bergerak bebas di dalam air, aman dan efisien.

Untuk *ballasting system* sendiri ada beberapa tipe yang diaplikasikan hingga saat ini yaitu dengan *piston tank*, pompa hidrolis, kompresor dan propeler sebagai *lifther*. Dari ke empat tipe tersebut tipe *piston tank* dan propeler sebagai *lifther* yang paling banyak digunakan. Oleh karena itu penulis mencoba menggunakan tipe kompresor sebagai *ballasting system* pada tugas akhir ini. Untuk saat ini juga belum banyak penelitian–penelitian yang membahas tentang *automatic ballasting system control* pada ROV dengan menggunakan tipe kompresor sebagai *ballasting systemnya*.

## II. METODE PENELITIAN

### A. Identifikasi dan Perumusan Masalah

Tahapan awal dalam pengerjaan skripsi ini adalah dengan mengidentifikasi permasalahan yang ada. Kemudian timbul perumusan masalah yang nantinya akan diselesaikan selama pengerjaan skripsi ini. Selain itu, juga terdapat batasan masalah. Hal ini dimaksudkan agar topik bahasan lebih mendetail dan tidak terlalu meluas serta memudahkan penulis dalam melakukan analisa masalah

### B. Studi Literatur

Studi literatur dilakukan dengan cara mengumpulkan berbagai referensi guna menunjang penulisan skripsi ini. Referensi yang diperlukan mengenai perancangan model konstruksi watertight bulkhead dapat dicari melalui berbagai media, antara lain: buku, jurnal, artikel, paper, tugas akhir dan internet

### C. Perancangan

Tahap perancangan terbagi atas dua pekerjaan, yaitu perancangan *body* dan perancangan *control system*. Perancangan desain dari *Underwater Robotic Vehicle* tipe *Remotely Operated Vehicle* (ROV) akan dikerjakan dengan menggunakan *software* AutoCAD untuk gambar 2D dan Solidwork untuk gambar 3D.

Perancangan sistem kontrolnya menggunakan *software* *Ares Proteus* untuk desain jalur rangkaian *control system* nya yang nantinya akan digunakan pada PCB

### D. Pengadaan Alat dan Bahan

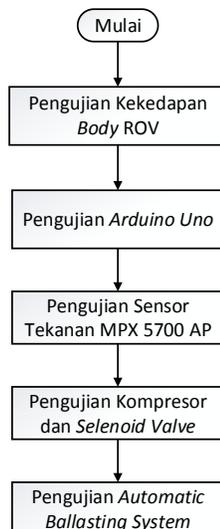
Pada tahapan pengadaan alat dan bahan ini akan dilakukan pengadaan untuk bahan dan alat – alat yang dibutuhkan untuk merakit *Remotely Operated Vehicle* (ROV) yang sudah di desain.

### E. Perakitan

Pada tahapan ini akan dilakukan perakitan prototype *Remotely Operated Vehicle* (ROV) sistem kontrol pemrograman pemrograman untuk *automatic ballasting system control*. *Software* yang digunakan untuk pemrograman adalah *software* bawaan dari mikrokontroler Arduino yaitu Arduino IDE.

### F. Percobaan

Di tahap ini akan dilakukan percobaan di kolam dengan air yang tenang dan kedalaman tertentu. Pada tahap ini prototype di uji coba untuk diketahui kedepannya dari badan RO, pengujian pada Arduino Uno, pengujian pada sensor yang digunakan, pengujian kompresor dan selenoid valve serta cara kerja *automatic ballasting system control* dalam proses penyelaman, pengapungan dan proses mempertahankan posisi (stabilitas) dari *prototype Remotely Operated Vehicle* (ROV).



Gambar II.1 Diagram alir tahap percobaan

### G. Pembuatan Laporan

Tahap ini merupakan tahapan terakhir dalam pengerjaan tugas akhir ini. Pada tahap ini semua tahapan yang sudah dilakukan dalam pengerjaan tugas akhir akan dimasukkan

dalam laporan, termasuk hasil simulasi dan kesimpulan yang didapatkan dari tugas akhir ini.

## III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN

### A. Alat dan Bahan

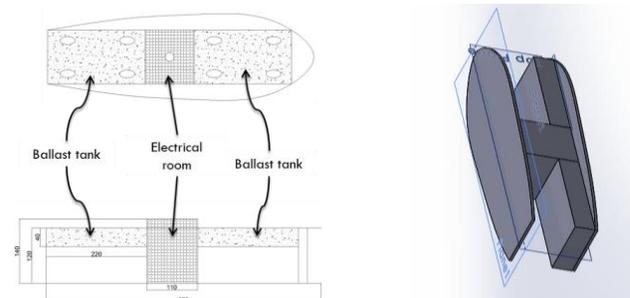
Tabel III.1 Alat dan bahan yang digunakan

No	Nama	Fungsi
1.	Akrilik	Body ROV
2.	Kompresor	Mengalirkan udara ke kantong udara
3.	Selenoid valve	Menyumbat dan mengalirkan udara keluar kantong udara
4.	Kantong udara	Sebagai tanki ballas
5.	Pipa udara	Menghubungkan kompresor ke kantong udara dan dari kantong udara ke selenoid valve
6.	Fitting	Menghubungkan pipa udara
7.	Sensor MPX 5700AP	Mengukur kedalaman air dan sebagai input sistem kontrol
8.	Arduino Uno	Mikrokontroler sistem kontrol
9.	PCB	Tempat rangkaian sistem kontrol
10.	LCD	Menampilkan pengukuran sistem kontrol
11.	Komponen elektronik	Mendukung sistem kontrol

### B. Perancangan ROV dan Automatic Ballasting System Control

#### 1) Body ROV

Penggambaran desain adalah tahap pertama yang dilakukan dalam pengerjaan *prototype* ROV ini. Dalam tahap ini akan dilakukan penggambaran desain 2D dan 3D *body* ROV yang akan dibuat lengkap dengan tanki ballasnya dengan menggunakan *software* AutoCAD dan Solid Work. Namun, terlebih dahulu akan ditentukan dimensi utama dari ROV yang akan dibuat dan dapat dilihat pada tabel. Setelah dimensi utama didapat maka akan dilanjutkan dengan desain 2D dan 3D yang dapat dilihat pada gambar.



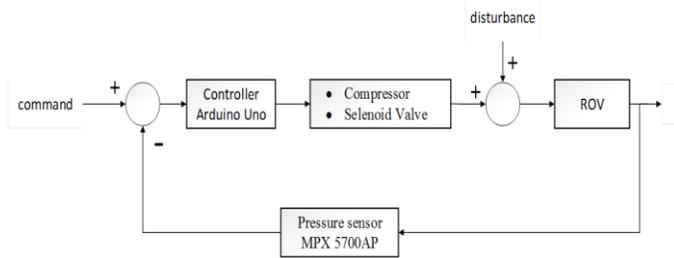
Gambar III.1 Gambar 2D & 3D ROV

Tabel III.2 Tabel dimensi utama ROV

L ROV	600 mm
B ROV	190 mm
H ROV	120 mm

L ballast tank	220 mm
B Ballast tank	120 mm
H Ballast tank	40 mm
P electric room	120 mm
B electric room	120 mm
H electric room	60 mm

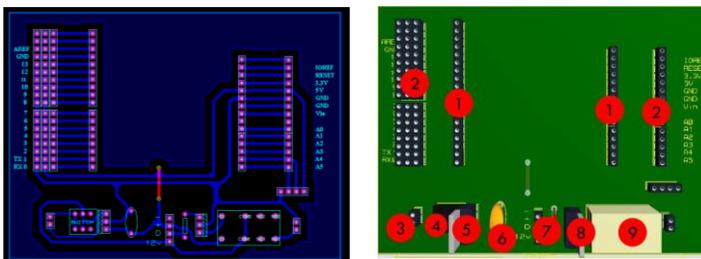
2) Automatic Ballasting System Control



Gambar III.2 Diagram blok sistem kontrol ROV

Gambar III.2 merupakan blok diagram sistem kontrol yang digunakan dimana sensor tekanan MPX 5700AP akan membaca tekanan (kPa) di dalam air dan mengkonversinya menjadi kedalaman (cm). Nilai ini akan menjadi input untuk sistem kontrol yang menggunakan Arduino Uno sebagai otaknya. Kemudian Arduino akan menampilkan nilai tersebut ke LCD dan memerintahkan kompresor dan selenoid valve untuk berfungsi ataupun tidak.

Gambar III.3 adalah skema dari sistem kontrol yang siap diprint pada PCB yang nantinya akan dipasagi peralatan-peralatan elektronik lainnya untuk mendukung sistem kontrol itu sendiri..

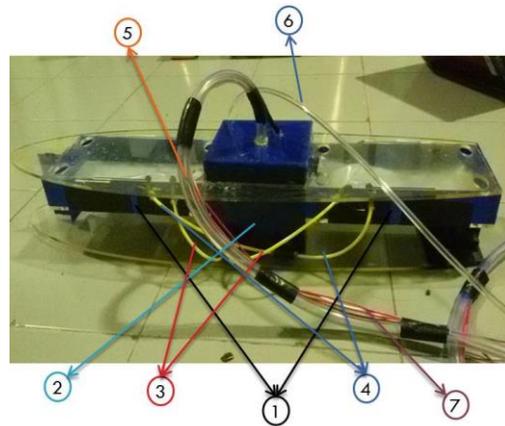


Gambar III.3 Desain sistem kontrol ROV

C. Perakitan ROV dan Automatic Ballasting System Control

1) Realisasi Body ROV

Tahapan diawali dengan plot desain di akrilik dan dilakukan *cutting*. Lalu dilanjutkan dengan perakitan seluruh bagian yang selesai proses *cutting* dan juga pemasangan peralatan-peralatan pendukung kompresor, selenoid valve, Y fitting, T fitting, pipa udara dengan diameter 6 mm dari kompresor ke Y fitting, pipa udara dengan diameter 4 mm dari Y fitting ke 2 kantong udara dan pipa udara 4 mm dari selenoid valve ke 2 kantong udara melalui T fitting.

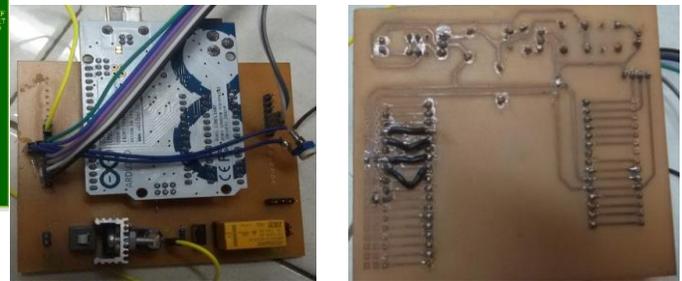


Gambar III.4 Realisasi ROV

1. Ballast tank
2. Electrical room
3. Pipa udara masuk (dari kompresor)
4. Pipa udara keluar (menuju selenoid valve)
5. Pipa udara untuk suplai udara kompresor di electrical room
6. Pipa sensor MPX 5700AP
7. Kabel kontrol

2) Automatic Ballasting System Control

Hasil desain jalur pada PCB dari software *Ares Proteus* akan diprint pada mika transparan lalu kemudian ditempelkan ke PCB dengan menggunakan setrika. Kemudian PCB yang sudah mempunyai jalur elektronik akan direndam kedalam larutan feriklorid dengan maksud meluruhkan cat pada PCB dan nanti akan tercipta jalur. Setelah itu akan dilakukan pengeboran pada titik-titik dimana kaki-kaki komponen elektronik seperti regulator, transistor, relay, dan lain sebagainya akan dipasang. Pasang semua komponen elektronika pada tempatnya dan kaitkan kaki-kainya dengan jalur dengan solder agar semua rangkaian tersambung sehingga mampu menjalankan fungsinya dengan baik.



Gambar III.5 Realisasi sistem kontrol ROV

IV. ANALISA DATA DAN PEMBAHASAN

1) Pengujian Kecedapan ROV

Pengujian kekedapan hanya dilakukan pada *electric room*. Ini sangat penting untuk dilakukan mengingat nantinya *electric room* akan digunakan sebagai tempat peletakan alat-alat yang tidak dapat terkena air karena dapat menimbulkan kerusakan seperti kompresor dan selenoid valve.

Tabel IV.1 Hasil pengujian kedekatan

UJI COBA	METODE	HASIL
1	Ditutup biasa	Bocor
2	Diberikan <i>seal</i> karet	Bocor
3	Diberikan <i>double tape</i> busa + <i>seal</i> karet	Bocor
4	Diberikan <i>double tape</i> busa + selotip hitam + lem tembak	Kedap

### 2) Pengujian Arduino Uno

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah Arduino Uno yang dibeli berfungsi dengan baik atau tidak. Penulis melakukan uji coba dengan menggunakan sensor sonar untuk mengukur jarak JSN SRT-04.

### 3) Pengujian Sensor Tekanan MPX 5700AP

Pengujian sensor MPX 5700AP ini bertujuan untuk mengetahui apakah sensor tersebut berfungsi atau tidak. Selain itu data yang didapatkan melalui pengujian ini dapat dijadikan data acuan untuk melakukan kalibrasi dan mengubahnya ke dalam unit jarak dengan satuan (cm). Untuk pengujian kali ini sensor MPX 5700 AP ini diuji cobakan dengan rangkaian kontroler yang sudah jadi sebelumnya.

Berikut merupakan data dari hasil pengujian sensor tekanan MPX 5700AP pada setiap kedalaman.

Tabel IV.2 Hasil pengujian sensor tekanan MPX 5700AP

Kedalaman (cm)	Tekanan (kPa)
10	172
20	173
30	174
40	175
50	176
60	177
70	178
80	179

### 4) Pengujian Kompresor dan Selenoid Valve

Pengujian ini dimaksudkan untuk mengetahui apakah kompresor dan selenoid valve berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian ini hanya menghubungkan kompresor dan selenoid valve dengan sumber tegangan lalu diamati apakah kedua komponen ini berfungsi dengan baik atau tidak. Berikut adalah hasil yang didapat dari pengujian tersebut.

Tabel IV.3 Hasil pengujian kompresor dan selenoid valve

Kompresor	Berfungsi
Selenoid valve	Berfungsi

### 5) Pengujian Automatic Ballasting System Control

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sinkronisasi antara rangkaian *automatic control system* yang sudah dilakukan *programming* dengan kompresor dan *selenoid valve* serta *body* ROV itu sendiri. Pengujian ini akan memperhatikan pembacaan sensor tekanan MPX 5700AP dan juga aktifasi kompresor dan *selenoid valve* sebagai output dari *automatic*

*control system* ini. Pengujian dilakukan dengan memberikan beberapa nilai set point pada *automatic control system* dan selanjutnya akan diamati pembacaan sensor, posisi dari ROV dan waktu tempuh ROV dalam mencapai posisi set point tersebut.

Dalam pengujian ini akan dilakukan dalam dua keadaan yaitu keadaan pertama adalah dari atas (ROV mengapung) dan keadaan kedua adalah dari bawah (ROV tenggelam) pada dasar). Nilai set point yang akan dimasukkan yaitu 20 cm, 40 cm, 60 cm, dan 80 cm pada keadaan pertama dan sebaliknya pada keadaan kedua. Berikut merupakan tabel hasil dari pengujian pada keadaan pertama.

Tabel IV.4 Hasil pengujian *automatic ballasting system control 1*

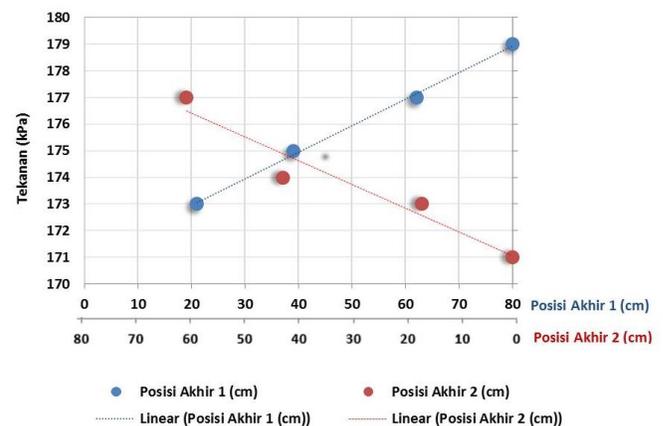
Posisi Awal (cm)	Set Point (cm)	Posisi Akhir 1 (cm)	Tekanan (kPa)	Waktu (s)	Error
0	20	24	173	3,1	20,0%
0	40	39	175	5,9	-2,5%
0	60	62	177	8,5	3,3%
0	80	80	179	11,2	0,0%

Tabel IV.5 Hasil pengujian *automatic ballasting system control 2*

Posisi Awal (cm)	Set Point (cm)	Posisi Akhir 2 (cm)	Tekanan (kPa)	Waktu (s)	Error
80	60	61	177	4,16	1,7%
80	40	35	174	7,6	-12,5%
80	20	17	173	10,9	-15,0%
80	0	0	171	14,1	0,0%

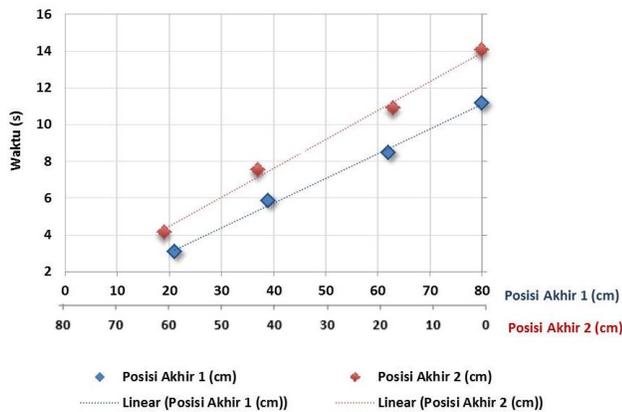
Pada kedua tabel tersebut ditemukan selisih nilai antara set point dan posisi akhir. Selisih ini adalah nilai *error* dari sensor yang digunakan. Pada percobaan keadaan pertama (tabel 5.4) *error* yang terjadi berturut-turut dari percobaan 1-4 adalah 20.0%, -12.5%, -15% dan 0% dan mempunyai rata-rata sebesar 5.2%. Pada percobaan keadaan kedua (tabel 5.5) *error* yang terjadi berturut-turut dari percobaan 1-4 adalah 1.7%, -12.5%, 15.0% dan 0.0% dan mempunyai rata-rata 6.5%.

Berikut merupakan grafik antara posisi akhir-tekanan dan grafik antara posisi akhir-waktu.



Gambar IV.1 Grafik tekanan-posisi akhir

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa semakin dalam posisi ROV maka tekanan akan semakin tinggi. Hal ini sejalan dengan hukum Pascal bahwa tekanan yang dialami oleh suatu benda di dalam air berbanding lurus dengan kedalaman benda tersebut. Semakin dalam posisi suatu benda di dalam air maka tekanan yang di alami benda tersebut juga akan semakin besar.



Gambar IV.2 Grafik waktu-posisi akhir

Dari grafik diatas dapat kita ketahui bahwa semakin jauh posisi akhir ROV dari hasil proses kerja *automatic control system* maka waktu yang dibutuhkan juga semakin banyak. Pada percobaan keadaan pertama, posisi terdekat dari hasil proses kerja *automatic control system* adalah 24 cm dan posisi terjauh adalah 80 cm dengan acuan ROV bergerak dari permukaan air dan dengan waktu tempuh berturut-turut adalah 3.1 dan 11.2 detik. Sedangkan pada percobaan keadaan kedua, posisi terdekat dari hasil proses kerja *automatic control system* adalah 61 cm dan posisi terjauh adalah 0 cm dengan acuan ROV bergerak dari dasar air dan dengan waktu tempuh berturut-turut adalah 4.16 dan 14.1 detik.

## V. KESIMPULAN

Dari analisa dan pembahasan yang dilakukan maka dapat ditarik beberapa kesimpulan yaitu:

1. Desain ROV yang dibuat belum dapat dikatakan layak karena stabilitas ROV masih kurang baik dan penggunaan akrilik sebagai *body* ROV tidak efektif karena harus melewati banyak proses seperti plot gambar, pemotongan, pengeleman serta pengaturan kededapan yang rumit.
2. Dengan adanya *automatic control system* pada sistem ballas tersebut menjadikan desain elektronika dari ROV menjadi lebih ramping dan kontrolnya lebih mudah.
3. Error posisi ROV dari set point yang telah ditentukan saat melakukan penyelaman memiliki nilai rata-rata 5.2 % dan ketika kembali ke permukaan memiliki nilai rata-rata 6.5%.
4. Waktu yang diperlukan ROV dengan massa 5 kg untuk menyelam pada titik terjauh yaitu 0-80 cm adalah 11.17 dan waktu yang diperlukan untuk kembali ke permukaan dari kedalaman 80 cm adalah 14.07 s.
5. Perencanaan tanki ballas dengan tipe udara bertekanan (kompresor) yang menggunakan kantong udara dari manset tensimeter hanya mampu menampung tekanan maksimal 1 bar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada pihak yang telah membantu proses penelitian ini. Kepada Allah SWT, kepada keluarga, kepada Bapak Sutopo Purwono Fitri, ST., M. Eng., Ph. D. selaku dosen pembimbing 1 dan Bapak Juniarko Prananda, ST., MT. selaku dosen pembimbing 2, dosen dan karyawan Jurusan Teknik Sistem Perkapalan, teman-teman BISMARCK 12 serta instansi-instansi yang terkait atas semua bantuan dan dukungan yang diberikan terkait penyelesaian artikel ilmiah ini.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Halim, S. 2007. Merancang Mobile Robot Pembawa Objek Menggunakan OOPic-R. Jakarta: Elex Media Komputindo.
- [2] Gitakama, M. S, dkk. 2014. Alat Bantu Survey Bawah Air Menggunakan Amoba, Robot Berbasis ROV. Jurnal Sains dan Teknologi. Vol. 3, No. 2.
- [3] Christ, R. D. dan Robert L Wernli Sr. 2007. The ROV Manual : A User Guide for Observation-Class Remotely Operated Vehicle. Elsevier Ltd. Oxford
- [4] Hoong, C. Y. 2010. Development of A Computer Controlled Remotely Operated Underwater Vehicle. Universiti Teknologi Malaysia. Kuala Lumpur.
- [5] Chandra, Y., dkk. 2012. Rancang Bangun Sistem Ballasy Pada ROV (*Remotely Underwater Vehicle*). Jurnal Sains dan Teknologi.
- [6] Wang, Chen, Chase and Hann. 2007. *Design of Low-Cost Unmanned Underwater Vehicle for Shallow Waters*. University of Canterbury. New Zealand.
- [7] Winardi, Slamet. 2016. Buku Petunjuk Praktikum Mikrokontroler. Universitas Narotama. Surabaya.