

Rancang Bangun Remotely Operated Vehicle (ROV) untuk Monitoring Kondisi Terumbu Karang di Perairan Bontang

Musa Payung^{1a}, Abdul Zain²

^{1,2} Sekolah Tinggi Teknologi Bontang

JL. Ir H Juanda, No. 73 Rt. 36, Tanjung Laut, Bontang, Kaltim 75321

*musa_cak@yahoo.co.id

Abstrak- Terumbu karang dan segala kehidupan yang ada di dalamnya merupakan salah satu kekayaan alam yang dimiliki oleh bangsa Indonesia yang tidak ternilai harganya. Kota Bontang yang terletak di Kalimantan Timur didominasi oleh lautan. Observasi kondisi terumbu karang telah dilakukan dengan cara menyelam (*diving*) ataupun *snorkling*. Untuk kondisi tertentu, seperti lokasi yang sulit tidak memungkinkan manusia untuk menyelam dan mengamati secara langsung kondisi terumbu karang. Penelitian ini mengajukan alternatif observasi terumbu karang di perairan Bontang menggunakan ROV. ROV merupakan robot penjelajah bawah air yang dikendalikan oleh operator dengan perangkat kontrol. ROV pada penelitian ini menggunakan *arduino mega2560* sebagai kontroler, modul *BTS7960* sebagai *driver motor*, sensor *MS5540CM* dan motor sebagai penggerak. ROV tersebut dilengkapi kamera untuk mengambil gambar dan ditampilkan di monitor. Diperoleh hasil ROV dapat bekerja di dalam air, pergerakan ROV dapat dikendalikan dan dapat bermanuver dengan baik. ROV secara otomatis dapat mempertahankan kedalaman saat tidak dioperasikan dengan *range* ± 5 cm. Sistem video kamera bekerja dengan baik. Gambar yang ditangkap kamera dapat ditampilkan di monitor secara *realtime*. Dari hasil pengujian didapatkan hasil *delay* kurang dari 1 detik antara gambar yang ditangkap oleh kamera dengan gambar yang di tampilkan.

Kata kunci : Terumbu karang, Robot, ROV, *Arduino mega2560*.

1. Pendahuluan

Wilayah pesisir merupakan daerah yang cukup penting di Indonesia. Selain karena wilayah Indonesia sebagian besar didominasi oleh lautan, sumber daya alam yang terdapat di daerah pesisir di Indonesia juga melimpah, karena di daerah pesisir terdapat lebih dari satu ekosistem [1]. Wilayah pesisir memiliki konsentrasi-konsentrasi keunggulan wilayah yang tidak dimiliki wilayah lain, yaitu (1) keunggulan sumber daya alam misalnya mangrove, terumbu karang, dan padang lamun, (2) karakteristik kultural yang khas dengan ciri *egaliter*, *inward looking* dan dinamis, dan (3) adanya keterkaitan hubungan masyarakat dengan sumber daya wilayah pesisir [2].

Kota Bontang merupakan salah satu daerah yang memiliki ekosistem terumbu karang yang cukup luas, yaitu sekitar 8.744 Ha. Ekosistem terumbu karang tersebar hampir di seluruh bagian pesisir dan pulau-pulau Kota Bontang dan pada umumnya berada dalam radius 1,5 – 2 mil laut di posisi yang berhadapan dengan pabrik PT PKT dan PT Badak LNG [1].

Observasi kondisi terumbu karang telah dilakukan dengan cara menyelam (*diving*) ataupun *snorkling*. Mengingat kegiatan menyelam hanya bisa dilakukan oleh orang-orang yang telah memiliki lisensi *diving*, maka perlu adanya solusi lain dalam melakukan kegiatan observasi. Mengingat pentingnya observasi yang dilakukan secara terus menerus, dengan demikian diperlukan upaya untuk mencari cara alternatif agar observasi tetap dapat dilakukan [1].

Diperlukan alternatif observasi terumbu karang secara visual di perairan Bontang menggunakan ROV (*Remotely Operated Vehicle*).

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Terumbu Karang

Terumbu karang merupakan hewan bentik yang hidup di dasar perairan. Hewan ini sebagian besar hidupnya berkoloni yang tersusun atas kalsium karbonat (CaCO_3) sebagai hasil sekresi dari *Zooxanthellae*. Terumbu karang merupakan habitat berbagai biota laut untuk tumbuh dan berkembang biak dalam kehidupan yang seimbang [3].

Terumbu karang yang sehat, selain memiliki tutupan karang hidup yang tinggi dengan tingkat resiliensi/potensi pemulihan yang tinggi, juga memiliki biomassa ikan terumbu karang ekonomis penting (ikan target) yang juga tinggi. Pada kondisi karang yang sehat, tidak akan dijumpai tanda-tanda kerusakan atau gangguan serius yang

akan mempengaruhi pemulihannya (*recovery*) untuk kembali ke kondisi semula. Karang yang sehat tetapi memiliki potensi yang rendah untuk pulih dari gangguan akan memiliki kondisi yang tidak lebih baik dibandingkan dengan karang yang kondisinya agak sehat (sedang) tetapi memiliki potensi yang tinggi untuk pulih dari gangguan. Demikian juga untuk karang yang agak sehat (sedang) tetapi memiliki potensi yang rendah untuk pulih dari gangguan akan memiliki kondisi yang lebih rendah dibandingkan dengan karang yang kondisinya jelek tetapi memiliki potensi yang tinggi untuk pulih dari gangguan [4].

2.2. ROV

Secara umum, wahana bawah air dibedakan menjadi dua kategori yaitu wahana berawak (*Manned Underwater Vehicle*) dan wahana tidak berawak (*Unmanned Underwater Vehicle – UUV*) [5]. ROV (*Remotely Operated Vehicle*) adalah salah satu jenis kapal selam dengan ukuran mini yang bertenaga listrik dan dikontrol dari pusat, dapat bermanuver sesuai perintah manusia dengan pendorong (*thruster*) hidrolik atau elektrik dan dioperasikan oleh seseorang di atas kapal [6].

2.3. Daya Apung

Daya apung suatu benda dirumuskan dalam hukum *archimedes*. Berdasarkan hukum *archimedes*, setiap benda yang tercelup sebagian atau seluruhnya dalam fluida akan terangkat ke atas oleh gaya yang sama dengan berat dari fluida yang dipindahkan. Resultan semua gaya berat pada fluida yang dipindahkan berada di tengah badan dan dikenal dengan istilah “*Center of Gravity*” (CG). CG merupakan jumlah dari semua gaya berat yang bekerja pada badan akibat gravitasi bumi. Resultan gaya apung berlawanan dengan tarikan gravitasi. Resultan ini mengarah ke atas melalui CG dan dinamakan “*Center of Buoyancy*” (CB) [5].

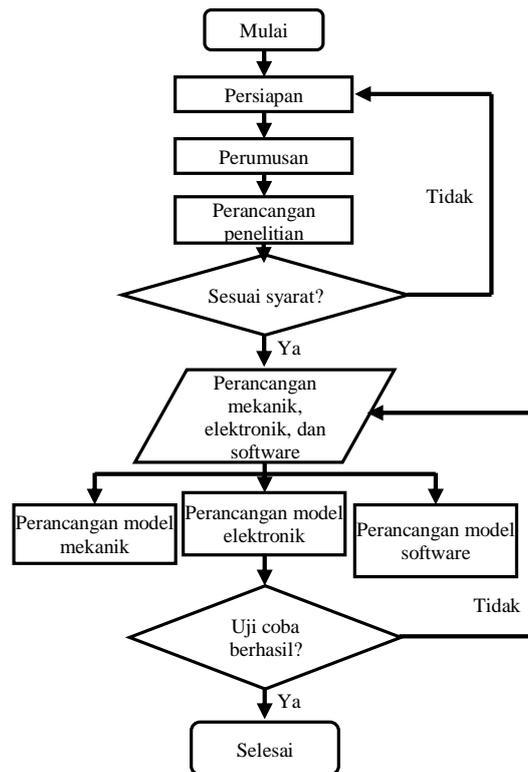
2.4. Sistem Propulsi

Sistem propulsi ROV berasal dari kecanggihan robot *omni-wheel* yang bergerak dalam gerakan *omni-directional*. Sistem propulsi dirancang dengan menggunakan enam baling-baling. Empat baling-baling digunakan untuk menggerakkan ROV dalam arah horizontal. Dua baling-baling ditempatkan di sisi atas, sejajar dengan pusat gravitasi, digunakan untuk menggerakkan ROV bergerak vertikal. Keempat baling-baling dipasang di setiap sudut dan saling bersilangan pada sudut 45 dan 135 derajat ke sumbu arahnya. Pergerakan kendaraan dihasilkan oleh gaya dorong baling-baling yang vektor. Pergerakan ROV didesain memiliki gerakan seperti robot *omni-wheel* dimana dapat bergerak secara *omni-directional* atau bergerak pada derajat tertentu [7].

3. Metode Penelitian

3.1. Desain Kerja

Perancangan instrumen ini dipadukan dalam tiga proses perancangan yaitu perancangan konstruksi mekanik, konstruksi elektronik, dan desain *software* sehingga tahapan terakhir adalah integrasi dari ketiga proses perancangan tersebut. Beberapa tahapan dalam proses perancangan instrumen ini dapat disusun dalam suatu diagram alir seperti pada Gambar 29.



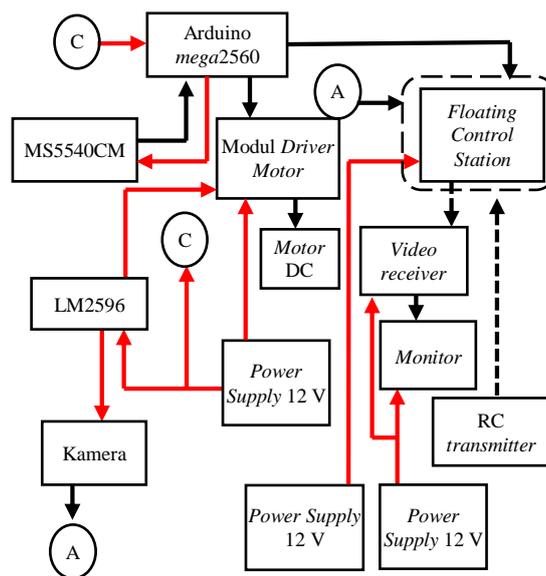
Gambar 1 Diagram Alir Perancangan ROV

3.2. Perancangan Perangkat Keras

ROV ini terdiri dari beberapa unit fungsional yang secara keseluruhan terpadu dalam satu mikrokontroler yaitu *arduino mega2560*. Pada ROV ini terdapat “mata” yang menggunakan kamera (dengan keluaran berupa video) yang berfungsi untuk melihat kondisi di dalam air. Kamera dihubungkan dengan *video transmitter* menggunakan kabel UTP cat6. Data video akan dikirim dan diterima oleh *video receiver*. Monitor yang terhubung dengan *video receiver* akan menampilkan data video yang ditangkap oleh kamera.

Penggerak pada ROV ini berjumlah enam *motor* dimana dua *motor* sebagai penggerak naik-turun, dan empat *motor* lainnya sebagai penggerak maju-mundur, dan memutar. Putaran dari *motor* penggerak naik-turun yang berjumlah dua dikontrol oleh satu *motor driver*, sementara empat *motor* lainnya dikontrol masing-masing satu *motor driver*. ROV ini dikontrol oleh *RC transmitter*. *RC transmitter* mengirim sinyal secara *wireless* kemudian diterima oleh *RC receiver*. *RC receiver* yang terhubung dengan pin A8 *arduino mega2560* melalui kabel UTP cat6, mengirimkan sinyal PPM. Sinyal yang diterima dikonversi oleh *arduino mega2560* menjadi sinyal PWM kemudian dikirim ke *motor driver*.

Pengukuran kedalaman ROV menggunakan sensor kedalaman MS5540CM yang disematkan di sisi luar ROV. Sistem kerja komponen dan tegangan sumber yang mungkin untuk dibuat dapat dilihat pada Gambar 21.



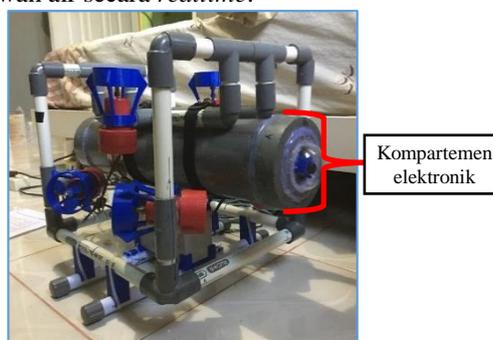
Gambar 2 Diagram Blok Sistem Kerja pada ROV

3.3. Perancangan Perangkat Lunak

Pembuatan perangkat lunak menggunakan laptop yang telah diinstal *software arduino IDE*. *Arduino IDE* adalah aplikasi yang digunakan untuk membuat program untuk mengisi mikrokontroler *arduino uno*. Program yang dibuat untuk mengakses data dari penginderaan sensor-sensor yang digunakan pada penelitian ini dan mengolah data untuk dijadikan keluaran sesuai dengan yang diinginkan. Untuk mengkoneksikan mikrokontroler dengan komponen-komponen yang digunakan pada penelitian ini maka harus dimulai dengan menambahkan *library* yang sesuai dengan komponen tersebut. Fungsi *library* itu sendiri merupakan sebuah kumpulan kode yang dapat mengeksekusi perintah-perintah tertentu berdasarkan fungsi dan prosedur yang terbangun dalam *file headernya* untuk memudahkan menjalankan sebuah perintah pada program utama. *Library* merupakan hal yang paling pertama dipastikan ada pada *arduino IDE* agar fungsi dari komponen dapat diaplikasikan. Untuk itu perlu ada penambahan *library* pada *Arduino IDE*. Pada saat penelitian ini dilakukan ada beberapa *library* yang belum tersedia pada *Arduino IDE* untuk itu harus ditambahkan secara manual untuk mengakses data dari komponen yang digunakan pada penelitian ini.

4. Hasil dan Pembahasan

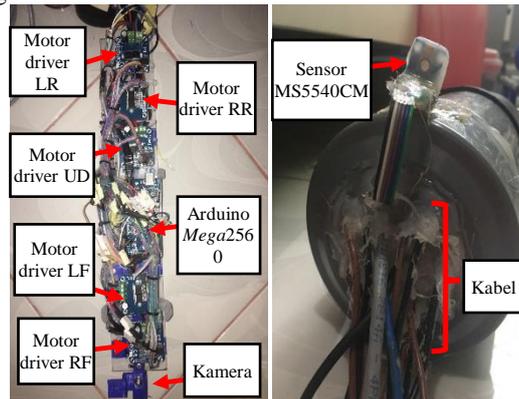
Rancang Bangun *Remotely Operated Vehicle (ROV)* untuk Monitoring Kondisi Terumbu Karang di Perairan Bontang. ROV yang dapat menjelajah daerah bawah air yang dapat digunakan untuk observasi visual terumbu karang, yang memiliki kemampuan untuk bermanuver secara terkendali (*remotely*), mudah dioperasikan, dan dapat menampilkan gambar bawah air secara *realtime*.



Gambar 3 Bentuk Fisik Lengkap ROV

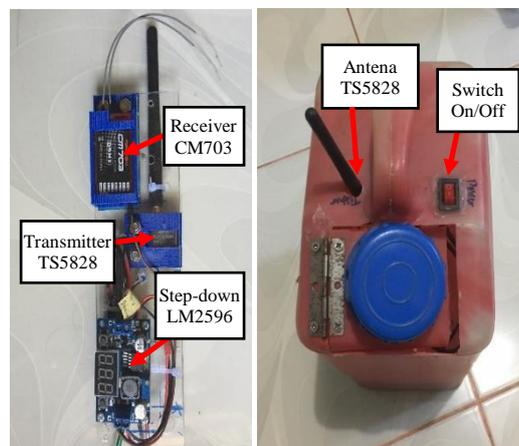
Board sistem kontrol ROV terdiri dari *arduino mega 2560*, lima *motor driver* *BTS7960*, modul sensor *MS5540CM*, dan kamera. Masing-masing komponen dihubungkan dengan kabel. Penempatan komponen

elektronik dapat dilihat pada gambar 4.



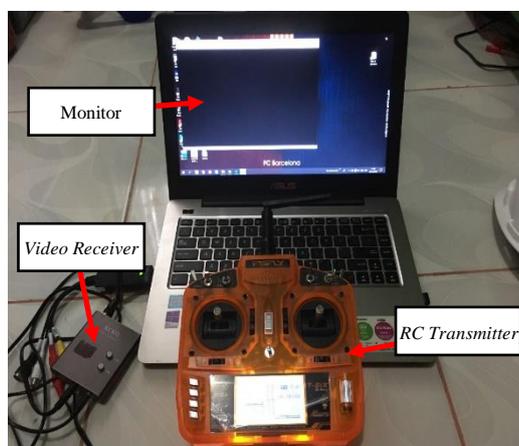
Gambar 4 Penempatan Komponen Elektronik

Board floating control station terdiri dari *RC receiver*, *video transmitter*, dan *step-down LM2596*. Penempatan komponen elektronik *floating control station* dan bentuk fisik *floating control station* dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5 Floating Control Station

Ground station terdiri dari *RC transmitter*, *video receiver*, dan monitor. *Ground station* dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6 Ground Station

4.1. Uji Coba Sistem

Pengujian kinerja dilakukan untuk melihat seberapa baik ROV ini dapat digunakan. Pengujian meliputi pengujian daya apung, pengujian sistem kendali, pengujian sensor MS5540CM, dan pengujian video kamera.

4.1.1. Pengujian Daya Apung

Massa ROV saat belum diberi pemberat adalah 5,76 kg. Pemberian pemberat dilakukan untuk melihat perubahan daya apungnya. Pemberat ini menggunakan pipa yang diberikan cor sisi dalamnya. Massa pemberat ini mencapai 3,1 kg untuk mengkondisikan ROV melayang di dalam air. Hasil dari pengujian daya apung, diperoleh ROV melayang di dalam air.

4.1.2. Pengujian Sistem Kendali

Pengujian sistem kendali dilakukan dengan melihat pergerakan motor apakah sesuai dengan perintah yang dikirim oleh *RC transmitter*. Pengujian terhadap sistem kendali memberikan hasil sesuai dengan tabel 1.

Perintah	Motor Aktif	Putaran Propeller	Arah ROV
Maju	RF	CW	Maju
	LF	CCW	
	RR	CW	
	LR	CCW	
Mundur	RF	CCW	Mundur
	LF	CW	
	RR	CCW	
	LR	CW	
Kiri	RF	CW	Kiri
	LF	CW	
	RR	CW	
	LR	CW	
Kanan	RF	CCW	Kanan
	LF	CCW	
	RR	CCW	
	LR	CCW	
Naik	UD.L	CCW	Naik
	UD.R	CW	
Turun	UD.L	CW	Turun
	UD.R	CCW	

Tabel 1 Pergerakan Motor Berdasarkan Perintah yang dikirim

4.1.3. Pengujian Sensor MS5540CM

Pengujian pertama dilakukan untuk melihat kinerja sensor MS5540CM dalam pengambilan data. Data dari sensor tersebut adalah nilai tekanan dengan satuan Mbar. Kemudian nilai tekanan tersebut diolah oleh *arduino mega* dengan menggunakan rumus hidrostatik untuk mendapatkan nilai kedalaman.

Tujuan pengujian ini untuk melihat respon sensor terhadap perubahan kedalaman yang diberikan. Pengujian ini membandingkan data kedalaman *output* sensor dengan kedalaman aktual yang diukur menggunakan penggaris. Dari hasil percobaan, diperoleh data sesuai Tabel 2.

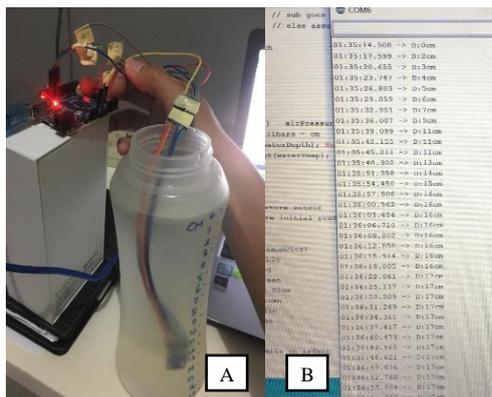
Percobaan	Kedalaman aktual (cm)	Pembacaan sensor (cm)
1	0	0
2	1	2
3	2	3
4	3	4
5	4	5



6	5	6
7	6	7
8	8	9
9	10	11
10	12	13
11	13	14
12	14	15
13	15	16
14	16	17

Tabel 2 Data Pengujian Sensor MS5540CM dalam Wadah

Berdasarkan tabel 2, pada percobaan 2 sampai dengan percobaan 14 diperoleh hasil pembacaan sensor selisih 1 cm dengan dengan kedalaman aktual. Kedalaman yang dihasilkan dari data sensor lebih besar 1 cm dibandingkan kedalaman dengan alat ukur. Tetapi apabila sensor ditahan pada kedalaman tertentu, nilai pembacaan sensor tidak mengalami perubahan. Pengujian awal sensor MS5540CM dapat dilihat pada gambar 7.



Gambar 7 Pengujian Sensor MS5540CM; A) Gambar Pengujian Sensor, B) Hasil Pengujian Sensor

Setelah dilakukan pengujian pertama, maka selanjutnya sensor dipasang di ROV untuk melakukan pengujian kedua. Pengujian ini bertujuan untuk melihat apakah hasil pembacaan sensor berupa kedalaman dapat digunakan sebagai input untuk mengontrol motor naik-turun. Hasil dari pengujian ini diperoleh ROV dapat secara otomatis mempertahankan kedalaman terakhir dengan *range* ± 5 cm.

4.1.4. Pengujian Video Kamera

Pengujian dilakukan dengan melihat apakah sinyal video yang ditangkap oleh kamera dapat ditampilkan di monitor. Pada pengujian video kamera didapatkan hasil *delay* kurang dari 1 detik antara gambar yang ditangkap oleh kamera dengan gambar yang ditampilkan. Hasil pengujian video kamera dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8 Pengujian Video Kamera

4.1.5. Pengujian Keseluruhan

Pengujian ini dilakukan di perairan laut Bontang untuk menguji kemampuan ROV dalam observasi secara visual kondisi terumbu karang. Hasil pengujian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Terumbu Karang di Perairan Laut Bontang

5. Kesimpulan dan Saran

5.1. Kesimpulan

Setelah melakukan rancangan dan pembuatan sistem kemudian dilakukan pengujian, maka dapat diambil beberapa kesimpulan yaitu :

- ROV dapat bekerja di dalam air. Pergerakan ROV dapat dikendalikan dan dapat bermanuver dengan baik. Sehingga ROV dapat digunakan untuk menggantikan peran penyelam dalam observasi visual terumbu karang. Dilihat dari hasil pengujian, ROV dapat secara otomatis mempertahankan kedalaman terakhir dengan $range \pm 5$ cm.
- Sistem video kamera bekerja dengan baik meskipun kualitas gambar yang diperoleh masih kurang bagus. Gambar yang ditangkap kamera dapat ditampilkan di monitor secara *realtime*. Dari hasil pengujian didapatkan hasil *delay* kurang dari 1 detik antara gambar yang ditangkap oleh kamera dengan gambar yang di tampilkan.

5.2. Saran

Saran untuk penelitian berikutnya adalah :

- Sebaiknya dilakukan modifikasi pada desain mekanik agar kompartemen elektronik dapat tahan terhadap tekanan air.
- Agar ROV bisa bermanuver lebih cepat, dapat digunakan motor DC dengan kapasitas yang lebih besar. Selain itu *propeller* dapat diganti dengan *propeller* yang memiliki diameter lebih besar untuk mendapatkan propulsi yang lebih besar.
- Pemberian pemberat dengan massa jenis lebih besar (volume lebih kecil) lebih baik untuk ROV, karena lebih memudahkan ROV dalam bermanuver.
- Untuk membuat kompartemen elektronik lebih aman, desain dari rangka ROV dapat dimodifikasi dengan pemberian pelindung di sisi depan kompartemen.
- Perlu ditambahkan sensor suhu di dalam kompartemen elektronik untuk mengetahui suhu di dalam kompartemen sehingga dapat dilakukan langkah antisipatif.
- Untuk meningkatkan kemampuan ROV dalam observasi terumbu karang, dapat ditambahkan beberapa sensor seperti sensor arus dan sensor suhu.

6. Daftar Pustaka

- [1] Saleha Q., et al., "Nilai Ekonomi dan Persepsi Masyarakat terhadap Ekosistem Terumbu Karang di Kota Bontang", *Jurnal Harpodon Borneo*, vol.10, pp. 82-91, Oct. 2017.
- [2] Kusumastanto T., "Ekonomi Kelautan (Ocean Economics – Oceanomics)", Bogor : PKSPL-IPB, 2006.
- [3] Hazrul, Palupi, R. D., and K. Romy, "Identifikasi Penyakit Karang (Scleractinia) di Perairang Pulau Saponda Laut, Sulawesi Tenggara", *Sapa Laut*, vol.1, pp. 32-41, May 2016.
- [4] Giyanto, et al., "Indeks Kesehatan Terumbu Karang Indonesia", in *Konsep Nilai Indeks Kesehatan Terumbu Karang*, 1st ed. Bogor : Media Sains Nasional, 2017. pp. 5-20.
- [5] Kusuma, Hollanda Arief. 2012. "Rancang Bangun Mini Remotely Operated Vehicle (ROV) untuk Eksplorasi Bawah Air". Skripsi. FIKP, Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- [6] Mulyana E., Adiningsih, N. U., and Fauzi, C. A., "Rancang Bangun Robot Bawah Air Menggunakan Sistem Ballast Berbasis Rov (Remotely Operated Vehicle) Dengan Frekuensi 433 Mhz", *Jurnal Telka*, vol.2, pp. 126-137, Nov. 2016.
- [7] Rahimuddin, et al., "Design of Omni Directional Remotely Operated Vehicle (ROV)", *Journal of Physics*, Ser. 962, pp. 1-10, 2017.

- [8] The ROV Manual : A User Guide for Observation-Class Remotely Operated Vehicles, 1st ed. Elsevier, Oxford, Inggris, 2007, pp. 1-294.
- [9] Zain A., “Rancang Bangun Sistem Proteksi Kebakaran Menggunakan Smoke dan Heat Detector”, *Journal INTEK*, vol.3 (1) pp. 36-42, April 2016.
- [10] Irawan F. and Yulianto A., “Perancangan Prototype Robot Observasi Bawah Air dan Kontrol Hovering Menggunakan Metode PID Control”, *Jurnal Sains dan Teknologi*, vol.1, pp. 63-70, June 2015.
- [11] Maulita A. and Taufiqurrohman M., “Pengukur Kedalaman Air Menggunakan Metode Hidrostatik dengan Sensor MS5540CM pada Media ROV (Remotely Operated Vehicle)”, *Proc. Semnas Ristek*, pp. 479-484, Jan. 2018.