AUSTENIT VOL.15 NO.2, OKTOBER 2023 ISSN : 2085-1286 E-ISSN : 2622-7649

RANCANG BANGUN SISTEM DAN MEKANISME *UNDERWATER ROV (REMOTELY OPERATED VEHICLE)*

DEVELOPMENT OF UNDERWATER ROV (REMOTELY OPERATED VEHICLE) SYSTEMS AND MECHANISM

Tianur[1)], Bagas Prayoga Suswanto[1)]*, Hendriko[1)], Made Rahmawaty[1)]
[1)] Teknik Rekayasa Mekatronika, Politeknik Caltex Riau, Pekanbaru
*email corresponding: bagasprayoga203@gmail.com

INFORMASI ARTIKEL

Diperbaiki:
Revised
16/07/2023

Diterima:
Accepted
12/09/2023

Publikasi Online:
Online-Published
31/10/2023

ABSTRAK

Remotely Operated Vehicle atau disingkat menjadi ROV adalah robot penjelajah bawah air dimana robot tersebut di kontrol dari jarak jauh oleh seorang operator menggunakan sistem kendali remot kontrol. Indonesia adalah negara maritim dimana sebagian besar wilayah Indonesia merupakan perairan yang tentunya membutuhkan pemantauan untuk menjaga sumber daya dan ekosistem perairan. Ekosistem air tentunya memiliki berbagai macam bahaya yang menimbulkan celaka bagi para penyelam, seperti satwa liar, perairan yang terkontaminasi limbah beracun, oksigen yang terbatas, dan masih banyak risiko lainnya. Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukanlah penelitian yaitu Rancang Bangun Mekanisme dan Sistem Underwater ROV (Remotely Operated Vehicle) dimana alat yang dibangun adalah robot bawah air yang menggunakan 8 motor DC agar mampu melakukan 12 jenis gerakan di bawah air. Hasil akhir yang didapatkan ROV mampu melakukan semua gerakan tersebut kecuali salto kanan dan salto kiri. Kecepatan dan arah putar motor tersebut dikendalikan dengan perangkat yaitu driver motor BTS7960. Robot ini bertujuan untuk mengukur tekanan dan suhu serta menangkap gambar di dalam air hingga kedalaman 4m. Pengukuran tekanan dan suhu dilakukan menggunakan sensor tekanan BMP180 dan sensor suhu DS18B20 dimana hasil pengukuran akan ditampilkan pada LCD 16x2. Berdasarkan hasil pengujian, sensor tekanan memiliki tingkat kesalahan sebesar 3,6% dan sensor suhu sebesar 0,34%. Gambar dan video ditangkap oleh sebuah perangkat yaitu kamera CCTV dimana perangkat tersebut terhubung dengan perangkat laptop sebagai monitor. Pengujian tersebut membuahkan hasil berupa gambar maupun video yang cukup jernih.

***Kata Kunci** : Eksplorasi ekosistem air, Robot bawah air, Remotely Operated Vehicle, ROV.*

ABSTRACT

Remotely Operated Vehicle or abbreviated as ROV is an underwater explorer robot where the robot is controlled remotely by an operator using a remote control system. Indonesia is a maritime country where most of Indonesia's territory is waters which of course requires monitoring to protect aquatic resources and ecosystems. Water ecosystems certainly have various kinds of hazards that cause harm to divers, such as wild animals, waters contaminated with toxic waste, limited oxygen, and many other risks. Based on these problems, research was carried out, namely the Design and Development of Underwater ROV (Remotely Operated Vehicle) Mechanisms and Systems where the tool built is an underwater robot that uses 8 DC motors to be able to perform 12 types of movements under water. The final result obtained by the ROV is that it is able to perform all of these movements except for the right somersault and left somersault. The speed and direction of rotation of the motor is controlled by a device, namely the BTS7960 motor driver. This robot aims to measure pressure and temperature and capture images underwater to a depth of 4m. Pressure and temperature measurements were made using a BMP180 pressure sensor and a DS18B20 temperature sensor where the measurement results will be displayed on a 16x2 LCD. Based on the test results, the pressure sensor has an error rate of 3.6% and a temperature sensor of 0.34%. Images

©2023 The Authors. Published by AUSTENIT (Indexed in SINTA)

doi:
10.53893/austenit.v15i 2.6957

and videos are captured by a device, namely a CCTV camera where the device is connected to a laptop device as a monitor. The test produced results in the form of images and videos that were quite clear.

Keywords : *Exploration of aquatic ecosystems, Remotely Operated Vehicles, Underwater robots.*

1 PENDAHULUAN

Menurut Kementerian Kelautan dan Perikanan Republik Indonesia, Indonesia memiliki luas lautan dan daratan sekitar 5.193.250 km² dengan luas perairan sekitar 3.273.810 km². Keadaan perairan Indonesia, termasuk kondisi alam, suhu dan ekosistem, memerlukan pemantauan guna terjaganya sumber daya perairan dan mengurangi potensi terjadinya bencana alam, merusak ekosistem perairan atau mempengaruhi ketahanan nasional lingkungan (Souhoka, 2013). Luasnya perairan Indonesia memberikan manfaat tersendiri bagi semua masyarakat Indonesia, keindahan keragaman ekosistem lautnya yang indah adalah salah satu contoh manfaat luasnya perairan Indonesia. Namun seiring berjalannya waktu, kondisi ekologis semakin rusak, pelakunya tidak lain adalah kita, bangsa Indonesia sendiri.

Menurut Agus Dermawan selaku Direktur Situs dan Konservasi Ikan Kementerian Kelautan dan Perikanan, kerusakan terumbu karang Indonesia, salah satu bagian terpenting ekosistem laut, dilaporkan mencapai 70 persen. “5% masih sangat bagus, 25% bagus dan 70% rusak” (2011). Salah satu contohnya yaitu kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh penggunaan bom ikan rakitan, Gambar 1 adalah kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh penggunaan bom ikan.

Gambar 1. kerusakan terumbu karang yang disebabkan oleh penggunaan bom ikan (lautsehat.id, 2021)

Oleh karena itu, keadaan lingkungan perairan harus dipantau dan dicatat secara intensif, dan keadaan ekosistem harus terus dipantau dengan penyelaman dan secara langsung. Namun, ada beberapa risiko yang terkait dengan pengamatan bawah air, yaitu adanya area yang tidak dapat diakses oleh manusia, kadar oksigen yang terbatas, dan hewan buas yang kapan pun dapat menyerang para penyelam. Hal ini menyebabkan kebutuhan akan teknologi yang mumpuni untuk dapat menggantikan pekerjaan penyelam agar menurunkan risiko bahaya dan mendapatkan hasil observasi yang lebih baik.

ROV atau *Remotely Operated Vehicle* adalah salah satu teknologi yang cocok untuk menaggulangi berbagai masalah tersebut. Menurut *National Research Council Committee (1996)* dan *Marine Technology Society ROV Committee (1984) ROV* merupakan robot penyelam yang dikontrol oleh operator dari jarak jauh agar selalu pada kondisi aman saat kendaraan beroperasi di perairan yang memiliki risiko tinggi. Pada umumnya, ROV adalah kapal selam mini dimana kapal sela tersebut kerap digunakan dalam operasi penyelaman khususnya eksplorasi minyak dan gas. Operator tidak perlu menyelam melainkan mengendalikan ROV dari atas kapal induk yang membawa kendaraan tersebut. ROV (*Remotely Operated Vehicle*) pertama kali diciptakan tahun 1952 dan dikembangkan oleh seorang ilmuan bernama Dimitri Rebikoff, Gambar 2 adalah gambar dari ROV pertama. (divingalmanac.com, 2018)

Gambar 2. *Remotely Operated Vehicle* (ROV) pertama (divingalmanac.com, 2018)

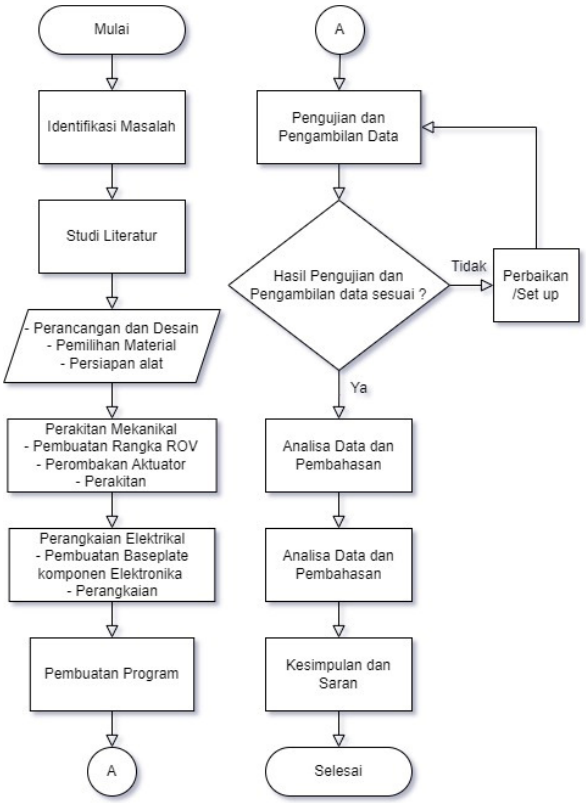
Berdasarkan literatur, terdapat beberapa penelitian tentang robot ROV, antara lain: (Kurniawan, 2017) Dalam penelitiannya, ROV menggunakan motor AC satu fasa sebagai penggeraknya dan berfokus pada gambar yang ditampilkan layar yaitu koordinat ROV pada saat menyelam. (Manullang dkk, 2017) Penelitian ROV berfokus pada desain yang baik, efisiensi manuver dan pengaturan akurasi sensor. (Aldino, 2018) ROV mampu memonitor kondisi bawah air dengan umpan video menggunakan *Graphical User Interface* (GUI) untuk menampilkan kondisi bawah air secara *real-time* di layar laptop dengan memproses data sebagai *video stream* (Susianti dkk, 2021) Penulis membuat desain dan merakit ROV dengan Arduino Uno sebagai mikro

kontroler untuk meneruskan kontrol operator saat mengendalikan motor penggerak. Perangkat tersebut juga digunakan untuk mengirim data gambar hasil tangkapan kamera. Kamera yang digunakan adalah *webcam* yang terpasang pada laptop atau komputer.

Berdasarkan keempat penelitian terdahulu, penulis memutuskan untuk merancang ROV yang berfokus kepada pergerakannya di dalam air. Dimana ROV dapat bermanuver secara baik dan memiliki pergerakan yang bervariasi. Hal ini diatasi dengan cara melengkapi ROV dengan unit penggerak (*thruster*) yang cukup, memilih jenis motor yang cocok, serta menentukan tata letak yang paling tepat dari unit penggerak tersebut. ROV pada penelitian ini menggunakan 8 buah motor DC dimana 4 buah digunakan untuk gerakan horizontal. ROV juga dilengkapi kamera, sensor tekanan, dan sensor suhu untuk mengumpulkan informasi tentang keadaan ekosistem bawah laut. Menggunakan Arduino Mega, ROV dikendalikan dari darat dengan kabel yang menghubungkan ROV ke unit kontroler yaitu *gamepad*, membuat pekerjaan lebih mudah dan lebih aman daripada pengumpulan data manual di lokasi berisiko tinggi. Mekanik ROV terbuat dari dua bahan yaitu akrilik dan pipa PVC. Material akrilik terpilih sebagai rangka ROV dikarenakan bahan tersebut tergolong ringan dan mudah dibentuk menggunakan mesin *laser cutter CNC*. Sedangkan pipa PVC terpilih sebagai material dalam pembuatan *box* elektro dikarenakan material tersebut sudah banyak dijual di pasaran dan memiliki perlengkapan yang lengkap seperti tutup pipa yang sudah standar dan lem khusus untuk menyambung material pipa PVC. Selain itu, kedua material tersebut juga terbuat dari bahan yang tidak dapat berkarat, hal ini sangat penting mengingat ROV yang beroperasi di dalam air. ROV yang dirancang berukuran kecil, sehingga mudah untuk masuk ke ruang yang sempit. Alat ini dapat digunakan pada daerah perairan seperti sungai dan danau. Informasi yang diperoleh nantinya akan digunakan sebagai bahan penelitian bagi lembaga yang menangani masalah perlindungan ekosistem perairan. Diharapkan dengan adanya alat ini dapat mempermudah penyelidikan kondisi ekosistem alam, khususnya ekosistem perairan oleh tim pemantau pada bidang tertentu seperti Balai Riset dan Observasi Laut Kementerian Kelautan dan Perikanan. Data yang didapat akan membantu memutuskan kebijakan apa yang akan dibuat tentang ekosistem perairan ini di masa depan agar dapat memulihkan kerusakan yang telah terjadi pada lingkungan perairan Indonesia.

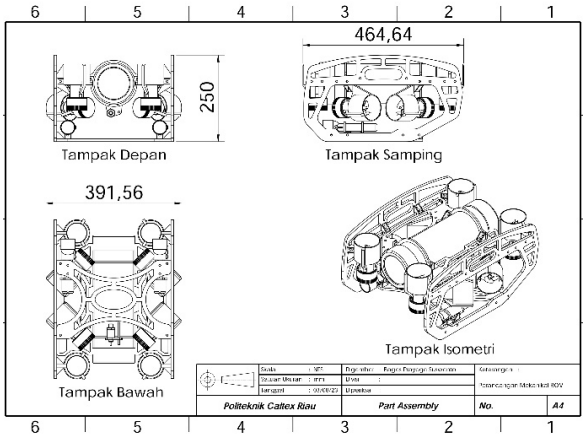
2. BAHAN DAN METODA

Metoda penelitian yang digunakan yaitu tinjauan literatur, desain, dan pengujian. Penelitian dokumenter dilakukan dengan mempelajari jurnal dan buku yang berkaitan dengan *Underwater ROV*. Berdasarkan studi literatur yang telah dilakukan, identifikasi masalah terkait *ROV* bawah air membutuhkan desain yang meliputi desain mekanik, elektronik dan programatik. Gambar 3 adalah *flowchart* metoda penelitian yang digunakan.

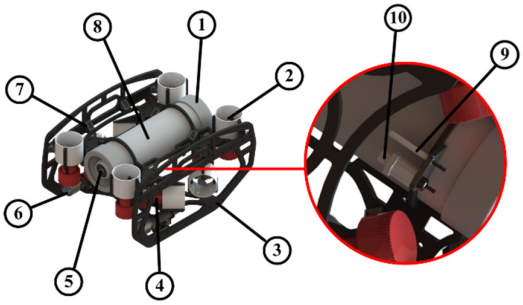


Gambar 3. *Flowchart* metode penelitian

Untuk membuat ROV, dibutuhkan perancangan mekanikal dan model 3D dari ROV tersebut yang bisa dilihat pada Gambar4 dan Gambar5 berikut.



Gambar 4. Perancangan mekanikal ROV



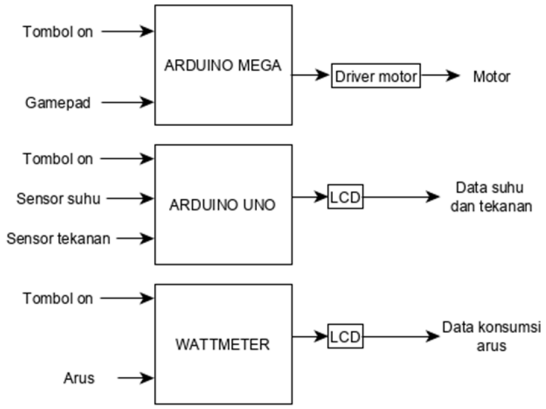
Gambar 5. Model 3D ROV

Keterangan:

1. *Cover* kedap air, berupa pipa berdiameter 4 inchi sebagai tempat rangkaian elektronika ROV.
2. *Propeller*, adalah unit penggerak yang memanfaatkan gerak putaran motor.
3. Kerangka ROV, berupa akrilik setebal 8 mm yang telah di rancang sedemikian rupa untuk menopang komponen lain.
4. Motor DC
5. Kamera
6. Lampu
7. Alumunium siku, berfungsi sebagai penyambung antar akrilik.
8. Komponen elektronika (di dalam pipa)
9. Sensor Suhu DS18B20
10. Sensor Tekanan BMP180

Secara keseluruhan ROV mempunyai dimensi yaitu panjang 46,5 cm; lebar 39,2 cm; dan tinggi 25 cm .ROV dilengkapi dengan sensor tekanan BMP180 dan sensor suhu DS18B20, sensor sensor tersebut akan mengirim sinyal yang akan diolah Arduino dan akan memunculkan data pembacaan sensor melalui LCD16X2 yang terdapat pada *box controller*. Untuk mengakomodir komponen elektronika yang tidak mampu bekerja di dalam air, ROV dilengkapi dengan pipa berdiameter 4 inchi sebagai wadah komponen elektronika yang kedap terhadap air. Selain sensor suhu dan tekanan, ROV juga dilengkapi dengan kamera untuk menangkap gambar secara langsung yang dipasang di dalam wadah kedap air. Gambar yang ditangkap oleh kamera akan ditampilkan pada layar laptop dengan bantuan DVR dan aplikasi pendukung. Demi mendapatkan gambar yang bagus dan jelas, ROV dilengkapi dengan 2 buah lampu yang terpasang pada kerangka ROV. ROV dirancang untuk dapat melakukan 12 manuver di dalam air, pemilihan material rangka yang digunakan sangat penting dimana rangka harus memiliki karakteristik yang ringan namun kuat. Untuk memenuhi karakteristik tersebut, ROV menggunakan akrilik yang memiliki tebal 0,8 mm yang telah di potong dan dirakit menggunakan siku alumunium agar tetap kokoh dan kuat. ROV dilengkapi dengan 8 buah penggerak yaitu motor DC yang telah dilengkapi dengan baling baling.

Dalam merancang suatu sistem diperlukan diagram blok guna menjelaskan operasi sistem secara keseluruhan agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan yang diinginkan. Gambar 6 adalah diagram blok sistem *ROV*.

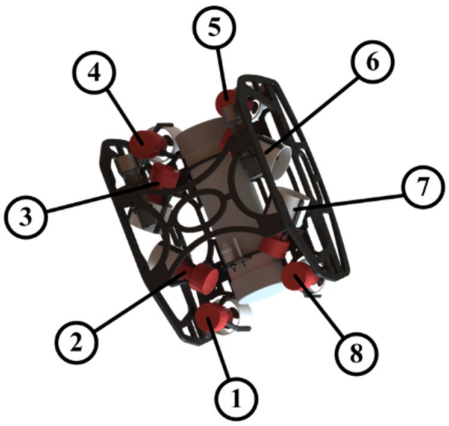


Gambar 6. Diagram blok sistem *ROV*

Selain diagram di atas, terdapat juga diagram blok yang menunjukkan proses pembacaan data gambar menggunakan kamera. Gambar 7 adalah diagram tersebut.

Gambar 7. Diagram blok pembacaan data gambar

Flowchart digunakan untuk menggambarkan urutan eksekusi proses dari sistem kontrol ROV. Sebelumnya, inisialisasi diperlukan untuk setiap mesin ROV. Inisialisasi ditunjukkan pada Gambar 8.
.

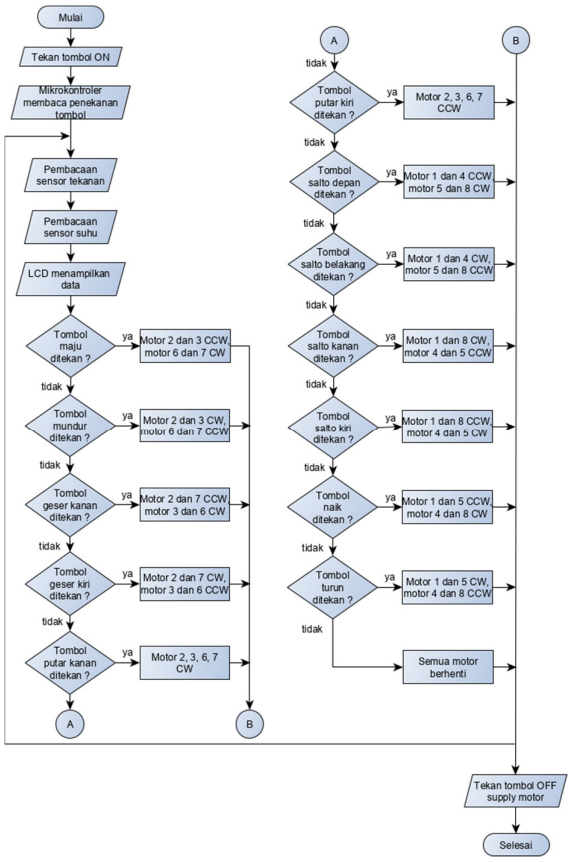


Gambar 8. Inisialisasi motor ROV

Keterangan:

1. Motor1
2. Motor2
3. Motor3
4. Motor4
5. Motor5
6. Motor6
7. Motor7
8. Motor8

Gambar 9 berikut adalah *flowchart* atau alur proses dari ROV yang telah dibuat.

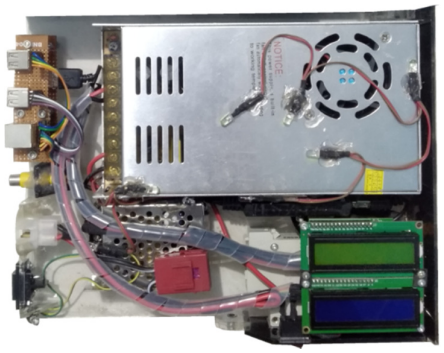


Gambar 9 *Flowchart* sistem kontrol ROV

Dari diagram blok dan *flowchart* yang telah dibuat, dapat disimpulkan alur pengontrolan ROV berawal dari penekanan tombol *on supply* untuk mikro kontroler. Dimana tombol ini mengaktifkan mikro kontroler dan langsung menampilkan data pembacaan sensor pada *LCD*. Setelah itu penekanan tombol *on supply* untuk motor. Alur berlanjut ke penekanan tombol pada kontroler yaitu *gamepad*. Misalnya, ketika tombol maju ditekan, mikro kontroler mengirimkan sinyal ke *driver* motor untuk mengontrol arah putar motor 2 dan 3 searah jarum jam sedangkan arah putar motor 6 dan 7 berlawanan dengan arah jarum jam. Putaran keempat motor ini menciptakan gerakan pada ROV yaitu maju. Proses ini berlaku juga terhadap tombol pergerakan lainnya. Jika tombol pada *gamepad* tidak ditekan, tidak ada motor yang berputar dan menyebabkan ROV tidak bergerak atau diam. Alur proses pengontrolan ROV diakhiri dengan penekanan tombol *off supply* untuk mikro kontroler begitu juga tombol *off supply* untuk motor.

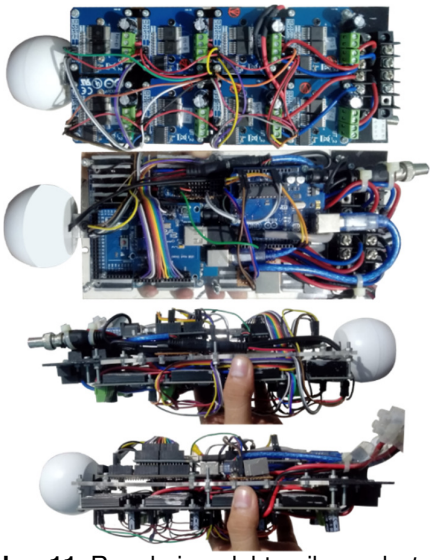
3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan letaknya, rangkaian elektronik ROV terbagi menjadi 2. Yang pertama adalah rangkaian kontrol yang terpasang di dalam *box* akrilik dengan ukuran 28 cm (panjang); 22,5 cm (lebar); dan 7,5 cm (tinggi). Box tidak dipasang di badan *ROV* sehingga *box* tidak masuk ke dalam air. Rangkaian dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Rangkaian elektronika *box* kontrol

Selain rangkaian *box* kontrol, rangkaian elektronika lain juga terdapat pada *box ROV* berupa tabung pipa 4 inci yang dipasang di tengah kerangka badan ROV. Material perekat yang digunakan dalam proses penyegelan tabung adalah Resin dan lem akuarium agar kotak tetap rapat dan anti bocor. Selama masa percobaan *ROV* di dalam air, didapatkan hasil yaitu tidak terjadi kebocoran pada setiap penyambungan pipa PVC tersebut. Namun demi ketahanan kedap air yang lebih baik dimasa pendatang, disarankan untuk menggunakan *seal* ataupun orang untuk menghindari evaporasi pada udara di dalam tabung *ROV*. Hasil akhir rangkaian tabung *ROV* bisa dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Rangkaian elektronika pada *tabung ROV*

3.1 Pengujian Motor ROV

Data yang diambil adalah kecepatan putar dan konsumsi arus dari masing-masing motor ROV yang dilakukan dengan arah putaran secara *Clock Wise (CW)* atau searah dengan arah putaran jarum jam dan secara *Counter Clock Wise* (CCW) atau berlawanan arah dengan arah putaran jarum jam. Tabel 1 adalah data uji coba kecepatan putaran motor dan konsumsi arus motor *ROV*.

Tabel 1. Hasil perhitungan matematis

Arah Putar Motor	Rata-rata hasil kecepatan motor di luar air	Rata-rata konsumsi arus motor ROV di luar air	Rata-rata konsumsi arus motor ROV di dalam air
	(RPM)	(A)	(A)
CW	10304	1,72	13,45
CCW	10140	1,89	13,55

Pengumpulan data ini didapatkan menggunakan *tachometer* dan wattmeter yang telah terpasang pada *box* kontrol *ROV*. Gambar 12 adalah cara bagaimana mendapatkan hasil pengujian tersebut.

Gambar 12. Proses pengambilan data kecepatan putaran dan konsumsi arus motor

Pengambilan data kecepatan motor hanya dapat dilakukan di luar air dikarenakan keterbatasan kemampuan alat ukur *tachometer* yang tidak dapat dilakukan di dalam air. Dari pengujian tersebut didapatkan data kecepatan dengan kecepatan terendah pada motor 8 saat berputar CCW yaitu 9335 RPM. Sedangkan kecepatan tertinggi pada motor 4 saat berputar CW yaitu 11180 RPM. Didapatkan rata-rata kecepatan putar untuk semua motor *ROV* yaitu 10304 RPM saat berputar CW dan 10140 RPM saat berputar CCW. Semua motor yang digunakan memiliki kecepatan yang hampir sama dan perbedaan kecepatan tersebut dapat ditoleransi, maka dapat disimpulkan bahwa motor yang digunakan berfungsi dengan baik.

Pengambilan data konsumsi arus motor *ROV* dilakukan di luar air dan di dalam air. Masing-masing motor akan diukur konsumsi arusnya secara bergantian agar nantinya didapatkan konsumsi arus rata-rata dari kedelapan motor yang terpasang pada ROV. Pada pengujian ini didapatkan data konsumsi arus rata-rata pada saat di luar air yaitu 1,72 A (CW) dan 1,89 A (CCW). Pada saat di dalam air, motor membutuhkan arus rata-rata yang jauh lebih besar yaitu 13,45 A (CW) dan 13,55 A (CCW). Perbedaan tersebut disebabkan oleh masa jenis air yang lebih besar dibanding masa jenis udara.

3.2 Pengujian Akurasi Sensor Suhu dan Sensor Tekanan

Data yang dikumpulkan yaitu keakuratan sensor dalam membaca temperatur dan tekanan air pada masing-masing kedalaman kelipatan 10 cm mulai dari 20 cm hingga kedalaman 120 cm. Nilai tekanan yang didapatkan menggunakan perhitungan rumus pada masing-masing kedalaman akan dijadikan data pembanding hasil pembacaan sensor tekanan. Data pengujian sensor tekanan dan sensor suhu ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Data pengujian sensor *ROV*

Kedalaman	Tekanan		Suhu	
	Pembacaan Sensor	Perhitungan Matematis	Pembacaan Sensor)	Pembacaan Termometer
	(Pa)	(Pa)	(℃)	(℃)
20 cm	1797	1960	29,1	29,2
30 cm	3223	2940	29,1	29,2
40 cm	4047	3920	29,1	29,2
50 cm	5048	4900	29,1	29,2
60 cm	5941	5880	29,1	29,2
70 cm	6555	6860	29,1	29,2
80 cm	7663	7840	29,1	29,2
90 cm	8814	8820	29,1	29,2
100 cm	10359	9800	29,1	29,2
110 cm	10712	10780	29,1	29,2
120 cm	11611	11760	29,1	29,2

Perhitungan tekanan secara matematis didapatkan dengan menggunakan rumus berikut.

$$Tekanan = \rho \times g \times h$$

Gambar 13 menunjukkan cara mendapatkan data pada Tabel 2.

Gambar 13. Proses pengukuran tekanan dan suhu menggunakan sensor DS18B20 dan BM180

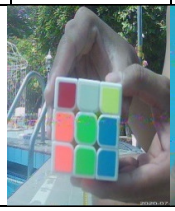
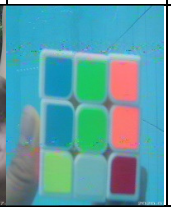
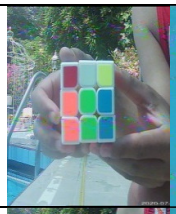
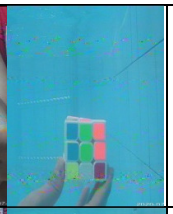
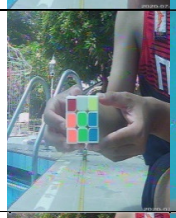
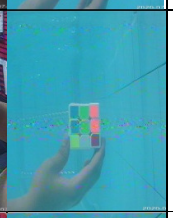
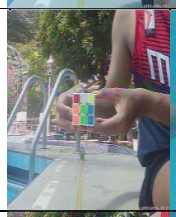
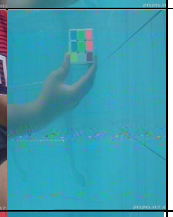
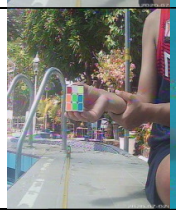
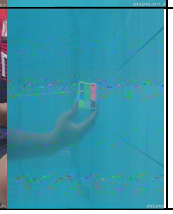
Dilihat pada Tabel 2, nilai suhu yang terbaca oleh sensor DS18B20 sama di setiap kedalaman yaitu 29,1 ℃. Sama halnya dengan pembacaan *thermometer*, nilai suhu yang terbaca juga sama di setiap kedalamannya, yaitu 29,2 ℃. Dari data tersebut dapat dihitung *error* dari pembacaan sensor DS18B20 adalah 0,34 %.

Sebelum dilakukannya pengambilan data tekanan oleh sensor BMP180, sensor harus di kalibrasi terlebih dahulu dengan menggunakan aplikasi *Microsoft excel*. Hasil pembacaan sensor BMP180 sudah sesuai yaitu semakin dalam *ROV* maka semakin besar pula tekanan yang terbaca, namun pembacaan masih memiliki tingkat kesalahan yaitu 3,6 %.

3.3 Pengujian Kualitas Gambar Kamera ROV

Pengujian ini dilakukan dengan cara menangkap gambar objek pada jarak tertentu. Pengambilan data dilakukan di luar air dan di dalam air hingga kedalaman 20 cm. Benda yang digunakan adalah rubik dengan banyak warna yang bertujuan mempermudah analisa perbedaan warna pada setiap jarak. Data pengujian kualitas gambar kamera *ROV* ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Gambar hasil tangkapan kamera ROV

Jarak objek	Di luar air	Di dalam air dengan kedalaman 20cm	Keterangan	
			Di luar air	Di dalam air
20 cm			Sangat jelas	Sangat jelas
40 cm			Sangat jelas	Jelas
60 cm			Jelas	Jelas
80 cm			Jelas	Hampir tidak jelas
100 cm			Hampir tidak jelas	Tidak jelas

Secara berkala, objek diposisikan pada jarak 20cm, 40cm, 60cm, 80cm, dan 100cm terhadap kamera kemudian objek akan ditangkap oleh kamera *ROV* dan gambar hasil tangkapan kamera tersebut disimpan dan di analisa pada setiap jaraknya. *ROV* dirancang memiliki kemampuan dalam menangkap gambar dengan menggunakan kamera. Kamera yang digunakan yaitu *Dahua CCTV Camera* dengan tipe DH_HAC_T1A21P beresolusi 1080p dengan frekuensi tangkap gambar sebesar 30FPS yang akan menampilkan gambar di monitor PC dengan bantuan aplikasi *superviewer* dan perangkat USB DVR. Dari tabel 4.7 dapat dilihat perbedaan hasil tangkapan kamera *ROV* di darat dan di kedalaman 20 cm. Hasil gambar yang ditangkap kamera ROV di darat tentu lebih jelas ketimbang hasil gambar yang di tangkap kamera *ROV* di dalam air. Hal ini dikarenakan intensitas cahaya yang semakin berkurang seiring dengan semakin dalamnya *ROV* berada di dalam air. Pada saat *ROV* di luar air kamera mampu menangkap gambar dengan jelas hingga jarak 80 cm. Berbeda dengan pada saat *ROV* menyelam pada kedalaman 20 cm, kamera mampu menangkap gambar dengan jelas hanya hingga jarak 60 cm saja. Hal ini dikarenakan air yang mengandung banyak zat dan partikel yang mampu menghambat cahaya untuk masuk ke dalam air menyebabkan hasil gambar lebih buram ketimbang di luar air.

3.4 Pengujian Manuver Pergerakan ROV

Data yang terkumpul merepresentasikan keakuratan setiap pergerakan *ROV*, baik *ROV* tersebut bergerak sempurna, tidak sempurna, atau gagal. Data dari percobaan manuver *ROV* ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Data manuver *ROV*

Gerakan	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3
Maju 2m	✓	✓	✓
Mundur 2m	✓	✓	✓
Geser kanan 2m	✓	✓	✓
Geser kiri 2m	✓	✓	✓
Naik 2m	✓	✓	✓
Turun 1m	✓	✓	✓
Salto depan 360°	✓	✓	✓
Salto belakang 360°	✓	✓	✓
Salto kanan 360°	✗	✗	✓
Salto kiri 360°	✓	✗	✗
Putar kanan 360°	✓	✓	✓
Putar kiri 360°	✓	✓	✓

Keterangan:
✓ = Berhasil , ✗ = Gagal

Tabel 4 menunjukkan bahwa informasi yang dikumpulkan dari pengujian manuver *ROV* merepresentasikan keberhasilan *ROV* dalam melakukan setiap manuver. Masing-masing manuver dilakukan sebanyak 3 kali. *ROV* memiliki dua jenis gerakan, yaitu gerakan linier dan gerakan berputar. Gerakan linier terdiri dari enam gerakan yaitu maju, naik, mundur, turun, geser kanan, dan geser kiri. Gerakan berputar juga terdiri dari enam gerakan, yaitu salto depan, salto belakang, salto kanan, salto kiri, putar kanan, dan putar kiri. Dalam percobaan ini, *ROV* mampu melakukan semua manuver kecuali salto kanan dan salto kiri. Hal ini terjadi karena titik apung yang tidak seimbang (tidak berada pada titik tengah *ROV*).

4. KESIMPULAN

Setelah semua proses desain, fabrikasi, dan pengumpulan data pada *ROV*, dapat disimpulkan bahwa:

1. Rata-rata konsumsi arus setiap motor pada saat di air lebih tinggi dengan selisih kurang lebih 11 A jika dibandingkan dengan kondisi di luar air. Hal tersebut dapat terjadi dikarenakan masa jenis air yang lebih besar daripada udara, yang menyebabkan beban motor yang lebih besar pula.
2. Sensor suhu DS18B20 dapat dikatakan cukup berhasil dikarenakan hanya memiliki tingkat kesalahan yaitu 0,34 % atau berbeda sekitar 0,1℃ jika dibandingkan dengan termometer ruangan yang digunakan sebagai pembanding, dimana hasil pembacaan sensor maupun hasil pembacaan termometer bernilai tetap di setiap kedalamannya.
3. Sensor tekanan BMP180 dapat dikatakan belum cukup akurat dikarenakan masih memiliki tingkat kesalahan yaitu 3,6 % atau berbeda sekitar 186 Pa jika dibandingkan dengan hasil perhitungan menggunakan rumus tekanan hidrostatis yang digunakan sebagai pembanding, dimana hal ini dapat disebabkan oleh perubahan elastisitas *membrane* yang dipakai dalam merombak sensor BMP180.
4. Sensor tekanan BMP180 memiliki tingkat kesalahan atau *error* sebesar 3,6 %.
5. Faktor yang membuat hasil gambar dari kamera *ROV* saat pengambilan gambar di dalam air hampir tidak jelas dikarenakan kamera mendapatkan intensitas cahaya yang minim, selain itu ketidakstabilan kabel yang menghubungkan kamera dengan *USB DVR* dapat mengganggu proses transmisi data.
6. *ROV* mampu melakukan semua manuver kecuali salto kanan dan salto kiri, hal ini terjadi karena titik apung yang tidak seimbang (tidak berada pada titik tengah *ROV*). Walaupun demikian, hasil yang didapatkan mengenai manuver *ROV* sudah cukup memuaskan.
7. Titik apung *ROV* tidak seimbang antara bagian depan dan belakang, hal ini dapat diselesaikan dengan penambahan pelampung pada bagian yang lebih berat.
8. Semua motor yang digunakan memiliki kecepatan yang hampir sama dan dapat ditoleransi perbedaan kecepatan tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa motor yang digunakan berfungsi dengan baik.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis sangat berterima kasih kepada keluarga Politeknik Caltex Riau terutama di ruang lingkup Program Studi Teknik Rekayasa Mekatronika serta pihak yang berkontribusi dalam jalannya proses penelitian sehingga penelitian yang penulis laksanakan mampu mencapai hasil yang memuaskan.

DAFTAR PUSTAKA

Aldino, Y., Sulistiyanti, S.R., & Komarudin, M. (2018). Rancang Bangun Perangkat Kendali Rov Berbasis Joypad Dan Aplikasi Pemantauan Kondisi Bawah Air Berbasis Video Streaming. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro,* Vol. 12, No. 3. https://doi.org/10.23960/elc.v12n3.2091

Abidin, Z., Chrismianto, D., & Trimulyono, A. (2015). Analisa Underwater Thruster Pada Remotely Operated Vehiicle (Rov) Dengan Metode Cfd. *Jurnal Teknik Perkapalan Universitas Diponegoro,* Vol. 3, No. 2. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/naval/article/view/8594

Anam, H., & Setiawan, J.D. (2015). Simulasi Dan Analisa Dinamika Remotely Operated Vehicle(Rov). *Jurnal Teknik Mesin Universitas Diponegoro,* Vol. 3, No. 1, pp.1-7.https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/8689

Arief, Hollanda. (2012). RANCANG BANGUN *MINI REMOTELY OPERATED VEHICLE* (ROV) UNTUK EKSPLORASI BAWAH AIR. Laporan tesis Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor, Bogor, Indonesia.

Bluerobotics.com.(2019). *Rov and Marine Robotics System and Components.* https://bluerobotics.com/ (diakses 25 Juli 2020).

HB, I. (2011). Perbaikan Kualitas Coran Propeller Pada Industri Kecil Dengan Metode Taguchi. *AUSTENIT*, Vol. 3, No. 1. https://doi.org/10.5281/zenodo.4544225

Husin, Z., Firmansyah, B., Lazuardi, E., Prasetyo, A., & Nurhasanah, N. (2014). Studi Awal Perancangan Prototipe Remotely Operated Vehicle (Rov). *MICROTIGA Electrical Engineering Journal Sriwijaya University,* Vol. 1, No. 2. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jtm/article/view/8689

Ilang, Shanty. (2017). ANALISIS DESAIN AWAL RANCANG BANGUN *REMOTELY OPERATED VEHICLE* (ROV). Laporan tesis Program Studi Teknik Perkapalan, Fakultas Teknologi Kelautan, Universitas Darma Persada, Jakarta, Indonesia.

Junan, Y., Poekoel, V.C., & Putro, M.D. (2018). Rancang Bangun Robot Bawah Air. *Jurnal Teknik Elektro dan Komputer (JTEK),* Vol. 7, No. 1. https://ejournal.unsrat.ac.id/v3/index.php/elekdankom/article/view/19139

Kurniawan, Robby. (2017). RANCANG BANGUN ROV (*REMOTELY OPERATED VEHICLE*) MENGGUNAKAN MOTOR AC SINGLE-PHASE. Laporan tesis jurusan Departemen Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya, Indonesia. http://repository.its.ac.id/id/eprint/45909

Marzuarman, M., Faizi, M.N., & Stephan, S. (2020). Rancang Bangun ROV (Remotely Operated Vehicle) Untuk Mengukur Kedalaman Air Berbasis Sensor MS5803-14BA. *ELKHA Jurnal Teknik Elekro Universitas Tanjungpura,* Vol. 12, No. 1, pp.19-25. http://dx.doi.org/10.26418/elkha.v12i1.39833

Mulyana, E., Adiningsih, N.U., & Fauzi, C.A. (2016). Rancang Bangun Robot Bawah Air Menggunakan Sistem Ballast Berbasis Rov (Remotely Operated Vehicle) Dengan Frekuensi 433 Mhz. *Jurnal Telekomunikasi, Elektronika, Komputasi dan Kontrol TELKA*, Vol. 2, No. 2. https://doi.org/10.15575/telka.v2n2.126-137

Pratama, R.A.,& Taufiqurrahman, M. (2018). Monitoring Suhu, Kadar PH, Dan Tingkat Salinitas Menggunakan Wahana Remotely Operated Vehicle (ROV) Sebagai Sarana Observasi Bawah Air. *Jurnal Teknik Elektro CYCLOTRON,* Vol. 1, No. 2. http://dx.doi.org/10.30651/cl.v1i2.1809

Rahmanto, A.I., Triwiatno, A., & Setiyono, B. (2015). Perancangan Stabilisasi Sudut Orientasi Pitch Pada Remotely Operated Vehicle (Rov) Dengan Metode Kontrol Proporsional Integral Derivatif. *Jurnal Ilmiah Teknik Elektro TRANSIENT*, Vol. 4, No. 3, pp.450-456. https://doi.org/10.14710/transient.v4i3.450-456

Septian, R.A., Rahmania, A., Nugraha, M.I., & Yudhi, Y. (2017). Remotely Operated Vehicle (ROV) untuk Eksplorasi Bawah Air di Lingkungan Industri Perkapalan. *Jurnal Teknologi Manufaktur Manutech*, Vol. 9, No. 1. https://doi.org/10.33504/manutech.v9i02.41

Siproni, S., Rasid, M., Seprianto, D., & Yahya. Y. (2018). Pengaruh Proses Pengecoran Terhadap Sifat-Sifat Mekanis Pada Baling-Baling Perahu Motor. *AUSTENIT,* Vol. 10, No. 1. https://doi.org/10.5281/zenodo.4547642

Susianti, E., Syahputra, N.A., Wibowo, A.U., & Maria, P.S. (2021). Rancang Bangun Robot Observasi Bawah Air – ROV (Remotely Operated Vehicle) menggunakan Arduino UNO. *Jurnal Politeknik Caltex Riau ELEMENTER,* Vol. 7, No. 2. https://doi.org/10.35143/elementer.v7i2.5207

Wijaya, M.F.R., Kurniantoro, H.L., & Media's, E. (2016). Robot ROV Underwater Berbasis Mikrokontroler. *AUTOCRACY:Jurnal Otomasi, Kendali, dan Aplikasi Industri,* Vol. 3, No. 2. https://journal.unj.ac.id/unj/index.php/autocracy/article/view/6869

Zaman, M.B., & Taufiqurrahman, M. (2018). Rancang Bangun Sistem Kontrol Dan Pemantau ROV (Remotely Operated Vehicles) Berbasis Android. *Jurnal Teknik Elekro dan Komputer TRIAC,* Vol. 5, No. 1. https://doi.org/10.21107/triac.v5i1.3833