

Rancang Bangun ROV (*Remotely Operated Vehicle*) Untuk Mengukur Kedalaman Air Berbasis Sensor MS5803-14BA

Marzuarman^{1*)}, M. Nur Faizi²⁾, dan Stephan³⁾

^{1, 2, 3)} Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Bengkalis, Indonesia
Corresponding Email: ^{*)} marzuarman@polbeng.ac.id

Abstract – Water is an important compound for all forms of life on earth. The depth of water is closely related to productivity, vertical temperature, light penetration, density, oxygen, and nutrients. The depth of water affects biota which are cultivated. It is related to the pressure received in the water, because the pressure increases as the depth increases. This research makes Remotely Operated Vehicle (ROV) to measure water depth using MS5803-14BA pressure sensor, joystick controller and equipped with Arduino Mega as the control of the ROV. The ROV is also equipped with a camera to monitor the underwater condition. In this research, the ROV is designed to ease people in measuring the depth of water without diving. The ROV is designed to produce good measurements at depths above 1 meter, with error values of 0.3% to 2.1%. Therefore, ROV can be applied as a measurement media of the water depth. Moreover, the camera on the ROV is able to monitor underwater condition which gives good image results in clear water condition. Therefore, it is useful to search objects in the ocean.

Key words: Water depth, ROV, MS5803-14BA Sensor

I. PENDAHULUAN

Air adalah senyawa yang penting bagi semua bentuk kehidupan yang diketahui sampai saat ini di Bumi [1], tetapi tidak di planet lain. Air menutupi hampir 71% permukaan Bumi. Terdapat 1,4 triliun kilometer kubik (330 juta mil³) tersedia di Bumi [2]. Air memiliki tingkat kedalaman yang berhubungan erat dengan produktivitas, suhu vertikal, penetrasi cahaya, densitas, kandungan oksigen, serta unsur hara. Kedalaman perairan sangat berpengaruh terhadap biota yang dibudidayakan. Hal ini berhubungan dengan tekanan yang diterima di dalam air, sebab tekanan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman. Kedalaman juga sangat berpengaruh terhadap penentuan teknologi budidaya perairan yang dilakukan di laut ataupun di perairan tergenang ataupun mengalir. Kedalaman air berhubungan erat dengan Batimetri yang berarti ilmu yang mempelajari kedalaman di bawah air dan studi tentang tiga dimensi lantai samudra atau danau.

Pada umumnya kedalaman air dapat diukur menggunakan metode sederhana yaitu menggunakan

meteran ukur namun memiliki kekurangan yaitu tidak dapat digunakan untuk kedalaman yang tinggi dan tidak fleksibel jika digunakan pada kedalaman yang tinggi. Secara modern kedalaman air dapat diukur menggunakan alat menggunakan sistem sonar yang dinamakan *speedtech dept sounder*. Alat yang kecil dan mudah dibawa kemana-mana, namun alat ini memiliki harga yang relatif mahal dan hanya mampu untuk mengukur kedalaman air saja.

Pada penelitian ini dirancang ROV (*Remotely Operated Vehicles*) untuk mengukur kedalaman air menggunakan sensor tekanan MS5803-14BA. Sensor ini menggunakan prinsip tekanan, media pendeteksinya berupa membran gel dan dilengkapi bahan *stainless steel* antimagnetik. Semakin kuat tekanan yang menekan membran, maka tekanan yang terdeteksi semakin tinggi. Karena sifat sensitifitas sensor yang tinggi dan linier terhadap kenaikan tekanan yang menekan membrannya. Menurut hukum tekanan hidrostatik, semakin tinggi kedalaman air maka tekanan yang didapat juga akan semakin tinggi. Oleh karena itu sensor ini dapat dimanfaatkan sebagai sensor untuk mendeteksi kedalaman air. ROV pada penelitian ini juga dapat digunakan sebagai alat monitoring kondisi bawah air, karena dilengkapi kamera. ROV adalah robot yang dapat bergerak dan dirancang untuk digunakan didalam perairan [3]. Biasanya ROV dilengkapi dengan kamera sehingga dapat mengamati benda didalam air dan dikendalikan secara langsung dari atas permukaan air. ROV ini juga dirancang untuk memudahkan pekerjaan manusia dalam mengamati objek bawah air dan mengukur kedalaman air, sehingga alat ini sangat bermanfaat bagi manusia.

ROV pada penelitian ini dirancang menggunakan *joystick* dan Arduino Mega sebagai pengontrol dan dilengkapi kamera untuk mendeteksi objek dalam air, dan menggunakan sensor *pressure* tipe MS5803-14BA untuk mengukur kedalaman yang dicapai ROV, serta dirancang aplikasi untuk menampilkan hasil deteksi kamera yang terkoneksi dengan PC, sehingga ROV yang dirancang dapat memantau kondisi bawah air dan mengukur kedalaman air, serta bisa atau mudah dioperasikan oleh manusia.

II. METODOLOGI

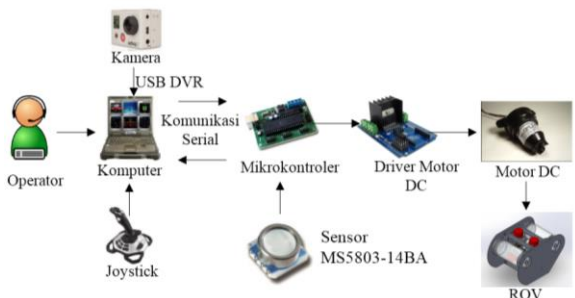
Proses penelitian ini terdapat beberapa tahap yang dilakukan, yaitu: studi literatur, perancangan sistem,

perancangan dan pembuatan mekanik ROV, perancangan sistem gerak ROV, perancangan dan pembuatan kendali manual, perancangan dan pembuatan *Software* untuk tampilan *visual* ROV, dan terakhir adalah pengujian alat.

A. Perancangan Sistem

Pada tahap ini dilakukan rancang bangun *underwater* ROV, yang akan ditunjukkan pada diagram blok sistem keseluruhan pada Gambar 1. Dari diagram blok sistem, operator adalah pengendali pusat yang dapat mengoperasikan semua sistem dari ROV tersebut. Sistem GUI pada komputer dapat memberikan informasi pada operator tersebut. Dimana terdapat *joystick* sebagai alat kendali yang digunakan operator untuk mengendalikan ROV.

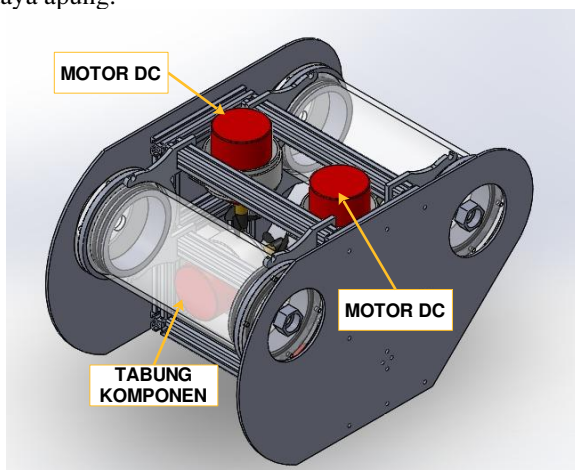
Sistem keseluruhan ini terdiri dari mikrokontroler sebagai pusat operasi yang sebelumnya diperintahkan operator tersebut. Kamera sebagai *vision* atau penglihatan sebagai *first vision view* dan juga bagian dari perangkat pengolahan citra yang akan diteruskan ke komputer untuk diolah. Sensor kompas digunakan sebagai informasi posisi ROV yang akan ditampilkan pada GUI yang terdapat pada komputer tersebut. *Driver* motor di gunakan untuk kendali pada motor DC, dimana motor DC sendiri bertujuan untuk menggerakkan ROV.



Gambar 1. Blok perancangan system

B. Perancangan dan Pembuatan Mekanik ROV

Pada tahapan ini dilakukan tahap perancangan. Rancangan ROV menggunakan 4 buah motor DC dengan bertujuan dua buah motor untuk navigasi naik dan turun, dua buah berikutnya untuk navigasi arah maju, mundur, dan putar kanan, putar kiri. Bahan material yang digunakan berupa *aluminium profile* dan akrilik sebagai alas dan tabung komponen sekaligus sebagai penyimpan daya apung.



Gambar 2. Rancangan mekanik ROV

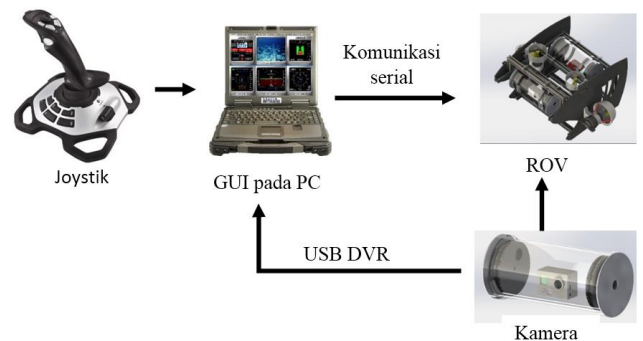
Pada peletakan motor dan tabung dapat mempengaruhi hydrodinamis dari ROV tersebut. Peletakan motor dan tabung dapat dilihat pada Gambar 2 [4]. Kamera sebagai *vision* penglihatan operator. Setelah itu dilakukan tahap pembuatan rangkaian kontroler dan *driver* motor DC. Dan dilanjutkan dengan perancangan *GUI interface* untuk tampilan pada monitor operator.

C. Perancangan Kendali Manual

Sistem kendali manual ini berfungsi untuk menggerakkan posisi ROV dengan menggunakan *joystick*. Posisi ROV akan dikendalikan turun, naik, belok kiri dan belok kanan untuk mendapatkan posisi dan kedalaman yang diinginkan.

Rancang sistem manual ini dioperasikan oleh operator, dengan joystick sebagai kendali dan PC sebagai fungsi *ground station*. Operator akan melihat objek di sekeliling ROV melalui tampilan GUI pada PC dan mengendalikannya berdasarkan penglihatannya.

Gambar 3 menunjukkan blok diagram dari rancang sistem kendali manual. *Joystick* yang terhubung ke PC akan diteruskan ke ROV dengan menggunakan komunikasi serial. Sehingga perintah gerakan ROV akan langsung diterjemahkan ke dalam sinyal digital yang akan memerintahkan ROV tersebut bergerak. Untuk komunikasi kamera, diperlukan tambahan alat *converter* seperti USB DVR.



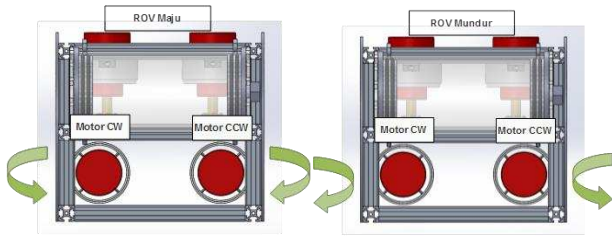
Gambar 3. Rancang sistem kendali manual

D. Perancangan Sistem Gerak ROV

Pada perancangan sistem gerak ROV ini, bisa dilakukan dengan pengendalian motor DC yang digunakan. Dimana ROV ini sendiri menggunakan 4 buah motor yang terdiri dari 2 buah motor yang dipasang vertikal dan 2 buah motor lagi dipasang horizontal. Untuk mendapatkan gerakan yang dinamis maka pada motor DC kanan dan kiri tersebut dipasang propeller cw dan ccw. Berikut tahapan gerakan ROV dapat disimulasikan dari beberapa gambar berikut:

1. Gerakan maju dan mundur

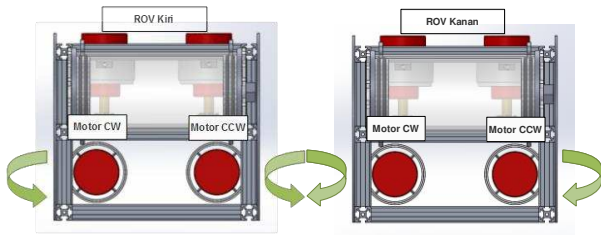
Pada gerakan maju dan mundur ini motor yang dipasang horizontal akan bergerak Berlawanan . Jika gerak maju motor kanan dan kiri berputar cw dan ccw. Jika gerak mundur akan sebaliknya, diilustrasikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Gerak maju dan mundur

2. Gerakan belok kanan dan belok kiri

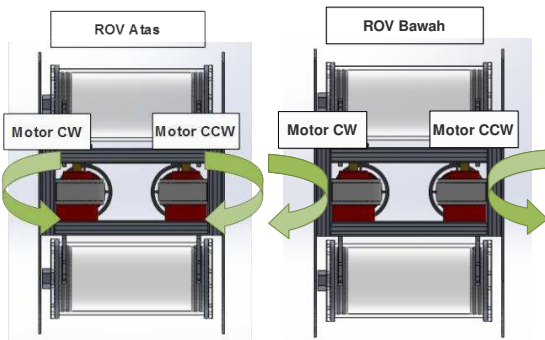
Demikian pula pada gerakan belok kanan dan kiri motor cw dan ccw akan bergerak secara bersamaan seperti Gambar 5.



Gambar 5. Gerak belok kiri dan kanan

3. Gerakan turun dan naik

Untuk gerakan naik dan turun, motor yang terpasang vertikal akan bergerak berlawanan sama seperti pada gerakan maju dan mundur. Pergerakan motor dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Gerak turun dan naik

E. Perancangan Software Tampilan Visual ROV

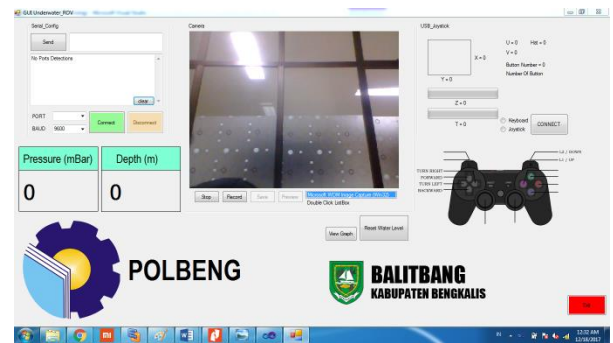
Perancangan perangkat lunak ini meliputi proses yang membentuk sebuah visualisasi atau tampilan visual berupa GUI (*Graphical User Interface*) tampilan sistem kerja pada ROV seperti Gambar 7. GUI ini digunakan sebagai pengambilan, pengolahan data dan sebagai *First Vision View* (FPV). Dalam perancangan ini hasil dari pengolahan data yang menggunakan kamera akan tampil ke dalam GUI menggunakan *Microsoft Visual Studio*, *Visual C++* sebagai program utama dan penggunaan *Emgu CV* sebagai *library* pengambilan, pengelola dan penampilan data gambar.

Adapun hasil desain rancangan GUI diperlihatkan pada Gambar 8. berdasarkan hasil rancangan menunjukkan beberapa bagian *software* yang memiliki fungsi yang berbeda. Adapun komponen dalam GUI adalah bagian

serial konfigurasi yang berfungsi sebagai komunikasi serial antara *software* dengan Arduino Mega, bagian tampilan tekanan dan kedalaman berfungsi menampilkan hasil pengukuran tekanan dan kedalaman bawah air, bagian tampilan kamera berfungsi menampilkan hasil tangkapan kamera pada ROV, bagian grafik merupakan grafik pengukuran kedalaman bawah air, dan yang terakhir merupakan bagian kontrol yang berfungsi mengatur kontrol yang akan digunakan untuk menggerakkan ROV, diantaranya menggunakan *keyboard* dan *joystick*.



Gambar 7. Blok diagram perancangan GUI



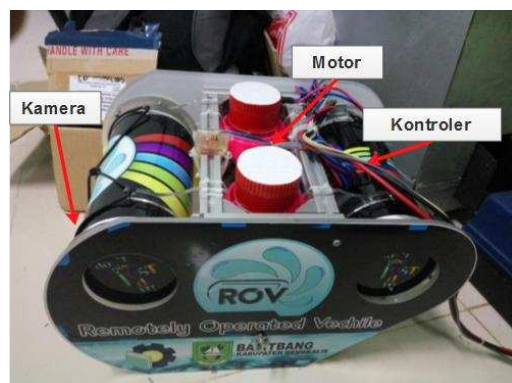
Gambar 8. Desain GUI

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil yang dicapai pada rancang bangun ROV untuk mengukur kedalaman air berbasis sensor MS5803-14BA adalah sebagai berikut.

A. Hasil Perancangan Mekanik ROV

Mekanik ROV dibuat menggunakan bahan dasar akrilik dengan ketebalan akrilik sebesar 5 mm. Adapun gambar hasil perancangan mekanik ROV ditunjukkan pada Gambar 9. pada tabung komponen dan pelampung penyeimbang digunakan akrilik tabung dengan diameter 10 cm dan ketebalan 5 mm.

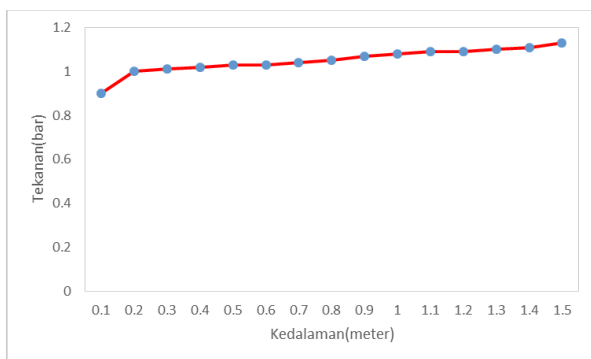


Gambar 9. Hasil perancangan mekanik ROV

Pada bagian bawah ROV dipasang 2 buah motor DC untuk gerak maju, mundur, belok kanan dan belok kiri. Sedangkan pada bagian atas dipasang 2 motor DC untuk naik dan turun. Serta pada bagian depan ROV dipasang kamera untuk mengamati dan menangkap hasil visual kamera.

B. Hasil Pengujian Sensor Tekanan MS5803-14BA

Sensor *Breakdown* Sensor MS5803-14BA, sensor tekanan resolusi tinggi dengan antarmuka I2C dan SPI. Sensor tekanan MEMS ini mengukur tekanan absolut cairan di sekitarnya yang meliputi udara, air, dan hal lain yang bekerja seperti cairan kental. Sensor ini dapat menentukan ketinggian, kedalaman air, atau tugas lain yang memerlukan pembacaan tekanan yang akurat. Yang membuat MS5803-14BA unik adalah membran gel dan tutup *stainless steel* antimagnetik yang melindungi terhadap tekanan air 30 bar. Sensor MS5803-14BA memiliki sensitifitas tinggi dan keluaran sensor meningkat atau berbanding linier terhadap perubahan kenaikan tekanan [5]. Untuk mengetahui perubahan tekanan dengan kedalaman air maka dilakukan pengujian dengan memasukkan sensor kedalam air dengan kedalaman yang divariasikan dan diperoleh data pengujian seperti ditunjukkan grafik pada Gambar 10.



Gambar 10. Grafik pengujian tekanan terhadap kedalaman air

Sensor kedalaman yang digunakan pada penelitian ini berfungsi selain mengukur tekanan udara di dalam air juga bisa digunakan untuk mengukur kedalaman air dengan melakukan kalibrasi terlebih dahulu. Berdasarkan grafik pada Gambar 10 menunjukkan kenaikan secara linier antara tekanan dan kedalaman air, dan didapatkan persamaan regresi linier sebagai berikut.

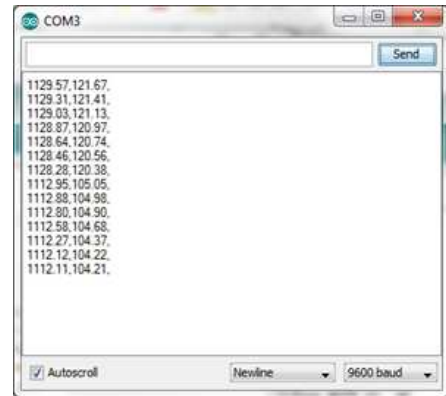
$$Y = a + (bX) \quad (1)$$

Dimana Y adalah kedalaman air (meter), a adalah konstanta dengan nilai -0.9757, b adalah konstanta dengan nilai 0.9982, dan X adalah nilai tekanan (bar).

Proses selanjutnya adalah membaca nilai tekanan dan kedalaman pada serial monitor dan menampilkan nilai pembacaan pada *software*, adapun hasil pembacaan nilai tekanan dan kedalaman pada serial monitor Arduino diperlihatkan pada Gambar 11.

Untuk membandingkan nilai kedalaman air dan hasil pengukuran sensor, maka digunakan meteran manual. Adapun proses kalibrasi sensor diperlihatkan pada Gambar 12. pengujian dilakukan sebanyak 10 kali

percobaan dan hasil pengukuran dibandingkan dengan menggunakan meteran manual, adapun hasil pengujian diperlihatkan pada Tabel 1.



Gambar 11. Hasil pembacaan sensor pada komunikasi serial

Tabel 1. Hasil Pengujian Sensor Kedalaman

No	Hasil Pengukuran ROV (meter)	Hasil Pengukuran Meteran (meter)	% Error
1	0.362	0.410	11.7%
2	0.485	0.420	15.4%
3	0.589	0.620	5.0%
4	0.647	0.650	0.4%
5	0.746	0.710	5.0%
6	0.954	0.930	2.5%
7	1.184	1.210	2.1%
8	1.391	1.400	0.6%
9	1.584	1.590	0.3%
10	1.653	1.660	0.4%

Berdasarkan Tabel 1 diatas dapat disimpulkan bahwa hasil pengukuran dengan persentase kesalahan terendah sebesar 0.3% yaitu pada kedalaman 1.590 meter dengan hasil pengukuran 1.584 meter, dan hasil pengukuran dengan persentase kesalahan terbesar adalah 15.4% pada kedalaman 0.420 meter dengan hasil pengukuran 0.485 meter.



Gambar 12. Proses pengujian sensor kedalaman

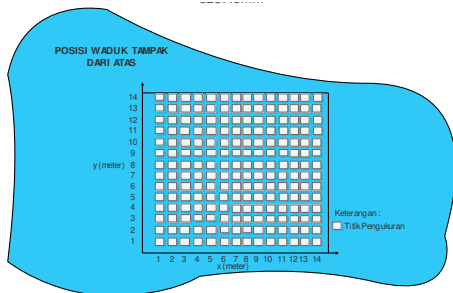
C. Hasil Pemetaan Kontur Kedalaman Air Dengan ROV

ROV yang dirancang pada penelitian ini dapat dimanfaatkan untuk memetakan kontur kedalaman air dan kedalaman laut. Pada pengujian ini dilakukan pemetaan kedalaman waduk PDAM Kecamatan Bantan Kabupaten Bengkalis, Riau. Adapun lokasi waduk PDAM Kecamatan Bantan diperlihatkan pada *maps* seperti terlihat pada Gambar 13.

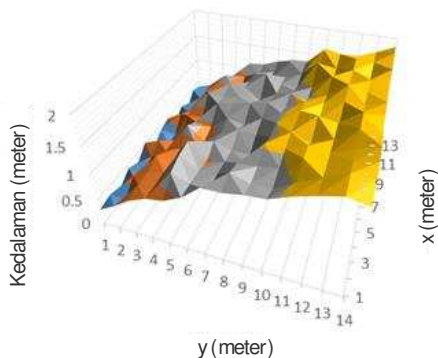


Gambar 13. Lokasi pengambilan data kedalaman

Pemetaan kontur kedalaman air waduk dilakukan dengan menggunakan metode matrik dengan jarak pengukuran selisih 1 meter dan banyak titik pengukuran 14x14 meter, dengan total pengukuran ada 196 titik. Adapun posisi titik pengukuran ditunjukkan pada Gambar 14. Pemetaan kontur kedalaman ini berfungsi untuk menentukan titik terdalam dari beberapa titik pengukuran. Adapun hasil pemetaan kontur kedalaman waduk PDAM Kecamatan Bantan diperlihatkan pada Gambar 15.



Gambar 14. Posisi titik pengukuran pada pemetaan kontur kedalaman




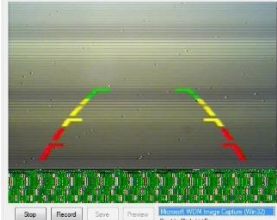
Gambar 15. Hasil pemetaan kontur kedalaman waduk PDAM Kecamatan Bantan

Hasil grafik pemetaan kontur dibuat menggunakan *software* Microsoft Excell 2013, grafik hasil pemetaan kontur kedalaman air digambarkan dengan kurva 3 dimensi, dengan memasukkan 196 data pengukuran. Untuk sumbu x merupakan jarak pengukuran x , sumbu y merupakan jarak pengukuran y dan pada sumbu z merupakan hasil kedalaman yang diukur. Berdasarkan grafik pemetaan kontur kedalaman pada Gambar 15 dapat disimpulkan kedalaman air terendah terdapat pada pinggir waduk dengan hasil sebesar 0.4 meter pada koordinat $x=14$ dan $y=1$, sedangkan kedalaman air tertinggi terdapat di daerah tengah waduk dengan hasil sebesar 1.8 meter pada koordinat $x=5$ dan $y=14$.

D. Hasil Pengujian Kamera


Pengujian kamera dilakukan dengan menguji kamera ROV pada kondisi air keruh dan jernih untuk melihat keandalan kamera dalam melihat kondisi bawah air. Adapun hasil pengujian kamera ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengujian Kamera

No.	Kondisi Air	Tampilan Kamera	Ket
1.	Jernih		Baik
2.	Keruh		Buruk

Dari hasil pengujian pada Tabel 2 menunjukkan tampilan kamera pada kondisi air jernih lebih terlihat jelas dibandingkan dengan tampilan kamera pada kondisi air keruh. Hal ini bisa disimpulkan kamera pada ROV hanya efektif digunakan pada kondisi air yang jernih. Selain itu tampilan kamera tampak bergaris karena pengaruh *noise* akibat perbedaan panjang kabel kamera yang digunakan. Pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengujian panjang kabel kamera terhadap hasil tampilan kamera.

Tabel 3. Hasil Pengujian Panjang Kabel Kamera

No	Panjang Kabel (meter)	Tampilan Kamera	Ket
1	10		Baik

2	15	Baik
3	20	Buruk

Berdasarkan Tabel 3 dapat dilihat bahwa pengujian yang dilakukan sebanyak 3 kali percobaan dengan variasi panjang kabel kamera sebesar 10 meter, 15 meter, dan 20 meter menunjukkan hasil yang buruk pada panjang kabel sebesar 20 meter, dengan hasil kamera lebih gelap dan bergaris lebih banyak dan besar pada tampilannya.

E. Hasil Pengujian Akhir

Tahap terakhir pada penelitian ini adalah pengujian *software*, tujuan dari pengujian *software* adalah untuk melihat desain *software* yang telah dibuat bekerja baik atau tidak. Pada tahap pengujian ada beberapa yang perlu dilakukan percobaan, diantaranya adalah mengamati hasil rekaman kamera, pembacaan nilai kedalaman, jenis kontrol yang digunakan, *port* koneksi serial dan *baudrate* yang digunakan. Pada Gambar 16, Gambar 17, dan Gambar 18 merupakan contoh hasil pengujian akhir penelitian ini.

Gambar 16 merupakan pengukuran dan monitoring keadaan bawah air waduk PDAM Kec. Bantan, berdasarkan gambar diatas menunjukkan pada kedalaman dasar hingga mencapai 1.6 meter dengan kondisi air yang jernih dan objek di dalam air hampir terlihat jelas.



Gambar 16. Hasil pengujian akhir pada kedalaman 1.6 meter

Gambar 17 merupakan hasil pengujian akhir dengan kedalaman air sebesar 1.02 meter dari permukaan, dan hasil monitoring memperlihatkan objek di dalam air dapat diamati dan sangat terlihat jelas.

Pada Gambar 18 merupakan hasil pengujian akhir dengan kedalaman air sebesar 1.45 meter dari permukaan, dan hasil monitoring memperlihatkan objek di dalam air dapat diamati dan sangat terlihat jelas.



Gambar 17. Hasil pengujian akhir pada kedalaman 1 meter



Gambar 18. Hasil pengujian akhir pada kedalaman 1.4 meter

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang dicapai dapat diambil kesimpulan diantaranya, pengukuran kedalaman air dengan ROV pada kedalaman diatas 1 meter menghasilkan pengukuran cukup baik dengan nilai *error* yang kecil dengan nilai 0.3% sampai dengan 2.1%. sedangkan untuk pengukuran dibawah 1 meter, menghasilkan *error* yang cukup besar dan tidak stabil dengan nilai 0.4% sampai dengan 15.4%. ROV yang dirancang pada penelitian ini dapat digunakan untuk memetakan kedalaman air. Kamera pada ROV tidak dapat digunakan pada kondisi air yang cenderung keruh, karena objek di dalam air tidak terlihat. Selain itu tampilan kamera terlihat banyak *noise* akibat penggunaan kabel kamera yang terlalu panjang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dengan terselesainya artikel ini, penulis mengucapkan terima kasih kepada Badan Penelitian dan Pengembangan (BALITBANG) Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau dan Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (LP2M) Politeknik Negeri Bengkalis, atas bantuan dana yang diberikan dalam penelitian ini, selain itu penulis juga mengucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam menyelesaikan penelitian ini

DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Ball, "Water and life: Seeking the solution," *Nature.*, vol. 436 , pp. 1084-1085, 2005.
- [2] S. A. Benner "Water is not an essential ingredient for Life" *scientists now claim*, 2004.
- [3] E. Y. Hong, H. G. Soon and M. Chitre, "Depth Control of an Autonomous Underwater," *OCEANS 2010 IEEE - Sydney*, pp. 1-6, 2010.
- [4] N. H. Tehrani, M. Heidari, Y. Zakeri and J. Ghaisari, "Development, Depth Control and Stability Analysis of an Underwater Remote Operated Vehicle (ROV)," pp. 814-819, June 2010.
- [5] Specialties Meas, "Datasheet of MS5803-14BA", Datasheet, 2012.
- [6] L. Bittencourt, R. R. Carvalho, J. Lailson-Brito, and A.P. Azevedo, "Underwater noise pollution in a coastal tropical environment," *Mar. Pollut. Bull.*, vol.83, no.1, pp.331-336, 2014.
- [7] M. S. M. Aras, F. A. Azis, M. N. Othman, S. S. Abdullah, "A Low Cost 4 DOF Remotely Operated Underwater Vehicle With IMU and Pressure Sensor," International Conference on Underwater System Technology: Theory and Applications 2012 (USYS'12), pp 18-23, 2012.
- [8] Hoong, C. Y. 2010. "Development of A Computer Controlled Remotely Operated Underwater Vehicle" Universiti Teknologi Malaysia. Kuala Lumpur
- [9] S. M. Zanoli and G. Conte, "Remotely Operated Vehicle Depth Control," *Control Engineering Practice*, no. 11, pp. 453-459, 2003.
- [10] V. Rachim, Pradana, A. Triwiyatno, B. Setiyono, "Desain Sistem Kendali Pada Ulisar (UUV) Unmanned Underwater Vehicle. *Journal undip*, Vol.14, no.2, pp. 48-55, 2012.
- [11] Depth Control of Remotely Operated Underwater Vehicles Using an Adaptive Fuzzy Sliding Mode Controller," *Roboltic and Autonomous*
- [12] D. R. Levin, K. Trono and C. Arraste, "ROVs in a Bucket," Contagious, Experimental Learning by Building Inexpnsive Underwater Robot s, pp. 120-200, 2007.
- [13] Marzuarman, Stephan, M.N. Faizi "Pengukuran Kuat Hempasan Ombak dan Kecepatan Angin Laut Berbasis Arduino Uno" Prosiding SNIT, 2019.