Jurnal Fisika Unand (JFU)
Vol. 13, No. 5, September 2024, hal.718 – 724
ISSN: 2302-8491 (Print); 2686-2433 (Online)
https://doi.org/10.25077/jfu.13.5.718 – 724.2024

Open Access

Rancang Bangun Alat Ukur Tekanan Hidrostatis dan Kedalaman Perairan Berbasis Sensor Serat Optik

M Fachri Yunus, Harmadi*
Laboratorium Elektronika dan Instrumentasi, Departemen Fisika,
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus Unand Limau Manis, Padang, 25163, Indonesia

Info Artikel

Histori Artikel:
Diajukan: 14 Juli 2024
Direvisi: 11 Agustus 2024
Diterima: 12 September 2024

Kata kunci:
kedalaman perairan
sensor
serat optik
tekanan hidrostatis

ABSTRAK

Telah dilakukan rancang bangun alat ukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan berbasis sensor serat optik menggunakan metode intrinsik. Rancang bangun alat ukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan ini terdiri dari sensor serat optik yang meliputi sumber cahaya berupa laser dioda 5V, serat optik FD-620-10 sebagai media transmisi cahaya dan fotodetektor OPT101. *Board* Arduino Uno R3 sebagai pengolah data, dan LCD I2C sebagai penampil hasil pengukuran. Karakterisasi sensor serat optik dilakukan dengan memvariasikan lekukan berdasarkan banyaknya jumlah gerigi yang menyebabkan perbedaan tegangan keluaran pada sensor serat optik. Hasil yang optimal didapatkan ketika gerigi berjumlah 5 dengan nilai sensitivitas sebesar -0,0863 V/kPa. Tekanan hidrostatis maksimal yang dapat diukur adalah pada kedalaman perairan 1,5 m. Hasil pengukuran tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan yang diperoleh dengan alat yang dirancang terhadap teori dan alat pembanding diperoleh persentase *error* masing-masing 4,42% dan 4,32%.

Keywords:
water depth
sensor
optical fiber
hydrostatic pressure

The design of hydrostatic pressure and water depth measuring instrument based on optical fiber sensor using intrinsic method has been carried out. The design of this hydrostatic pressure and water depth measuring instrument consists of fiber optic sensors which include a light source in the form of a 5V diode laser, FD-620-10 optical fiber as a light transmission medium and OPT101 photodetector. Arduino Uno R3 board as a data processor, and I2C LCD as a viewer of measurement results. Characterization of the fiber optic sensor is done by varying the bending based on the number of serrations that cause differences in output voltage on the fiber optic sensor. Optimal results were obtained when the serrations amounted to 5 with a sensitivity value of -0.0863 V/kPa. The maximum hydrostatic pressure that can be measured is at a water depth of 1.5 m. The measurement results of hydrostatic pressure and water depth obtained with the designed tool against the theory and comparison tool obtained a percentage error of 4.42% and 4.32%, respectively.

Penulis Korespondensi:
Harmadi
Email: harmadi@sci.unand.ac.id

Copyright © 2024 Author(s).

I. PENDAHULUAN

Indonesia dikenal sebagai negara maritim yang secara geografis memiliki daerah perairan yang luas (Mahmudah, 2022). Perairan Indonesia memiliki berbagai jenis sumber daya alam, baik berupa makhluk hidup, bahan pangan, bahan tambang, dan lain sebagainya. Pengetahuan tentang kedalaman perairan diperlukan untuk mengeksplorasi kekayaan sumber daya alam dibawah perairan (Hendri, 2017). Analisis terhadap kedalaman perairan perlu dilakukan agar dapat memahami pengaruh aksesibilitas, tekanan air, suhu, dan kondisi lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi kehidupan pada perairan tertentu dan kegiatan manusia di dalamnya (Marasabessy dkk., 2018). Analisis ini membantu dalam perancanaan dan pelaksanaan eksplorasi perairan yang aman dan efisien.

Perairan di Indonesia memiliki kedalaman yang berbeda-beda pada setiap daerahnya (Rachmathulloh, 2021). Salah satu aktivitas yang memerlukan pentingnya pemahaman tentang kedalaman perairan adalah budidaya ikan. Habitat ikan akan berbeda-beda jenisnya seiring dengan perbedaan kedalaman perairan pada tiap daerah perairan (Kusuma dkk., 2014). Jenis-jenis habitat makhluk hidup di perairan memiliki kemampuan yang berbeda-beda dalam ketahanan terhadap tekanan hidrostatis pada perairan, yaitu tekanan yang dirasakan oleh suatu benda pada kedalaman tertentu. Semakin tinggi nilai kedalaman perairan, tekanan hidrostatis yang dirasakan oleh suatu benda akan semakin besar pula (Kasli dan Aminullah, 2016). Setiap makhluk hidup memiliki tingkat ketahanan yang berbeda dalam menghadapi kedalaman perairan. Beberapa faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan makhluk hidup dalam menghadapi kedalaman perairan adalah bentuk, adaptasi dan sirkulasi fisiknya (Sumarto dan Koneri, 2016). Alat-alat yang digunakan untuk mengeksplorasi kedalaman perairan juga memiliki tingkat ketahanan yang berbeda dalam menghadapi kedalaman perairan berdasarkan struktur fisiknya. Kapal selam merupakan salah satu alat yang berhubungan dengan kedalaman perairan pada lautan dan samudera. Struktur fisik kapal selam didesain untuk menahan tekanan air yang kuat di kedalaman laut yang dalam (Arto dkk., 2021).

Syefriana (2020) melakukan penelitian tentang pembuatan alat ukur kedalaman air menggunakan sistem sonar. Prinsip kerja dari alat ini adalah sensor sonar JSN-SR04 memancarkan gelombang ultrasonik ke dasar perairan kemudian gelombang tersebut dipantulkan dan diterima kembali oleh sensor JSN-SR04. Data yang diambil berupa waktu dari pantulan gelombang ketika dipancarkan lalu dipantulkan kembali ke sensor. Hasil yang diperoleh adalah persentase *error* 1,43 % terhadap meteran kayu sebagai alat pembanding. Penelitian tersebut hanya dapat mengukur kedalaman perairan tanpa bisa mengukur nilai tekanan hidrostatis pada perairan tersebut.

Budiati dkk. (2016) melakukan penelitian tentang pengaruh tekanan pada serat optik terhadap sistem transmisi data berbasis mikrokontroler ATMega32 dengan akuisisi data menggunakan Matlab. Alat ini mendeteksi besar tekanan dengan memberikan perlakuan kepada serat optik dengan menekan serat optik menggunakan gerigi. Nilai tegangan dibaca menggunakan Matlab. Hasil yang diperoleh adalah besar nilai beban berbanding terbalik terhadap besar intensitas cahaya yang diterima oleh fotodetektor. Penelitian tersebut belum mengaplikasikan penggunaan sensor serat optik sebagai alat untuk mengukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan.

(Kampai dan Harmadi, 2020) melakukan penelitian tentang rancang bangun sensor serat optik untuk mengukur besaran nilai beban berlebih pada kendaraan. Alat ini dapat mengukur beban kendaraan hingga 6400 kg. Hasil yang diperoleh adalah persentase *error* 9,2% terhadap jembatan timbang sebagai alat pembanding. Penelitian tersebut belum mengaplikasikan penggunaan sensor serat optik sebagai alat untuk mengukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan.

Berdasarkan permasalahan dari hasil penelitian sebelumnya, maka dilakukan rancang bangun alat ukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan menggunakan sensor serat optik yang terdiri dari laser dioda 5V sebagai sumber cahaya, serat optik FD-620-10 tipe step index multimode sebagai media transmisi cahaya dan fotodetektor OPT101. *Board* Arduino Uno R3 sebagai pengolah data dan LCD I2C sebagai penampil hasil pengukuran. Pengunaan sensor serat optik sebagai alat ukur kedalaman perairan merupakan pilihan yang efektif dengan memanfaatkan tekanan hidrostatis di bawah perairan untuk memberikan tekanan kepada balok gerigi yang akan memberikan lekukan kepada serat optik. Besarnya lekukan yang diberikan pada serat optik memengaruhi nilai tegangan yang keluar dari serat optik dalam bentuk cahaya yang ditransmisikan.

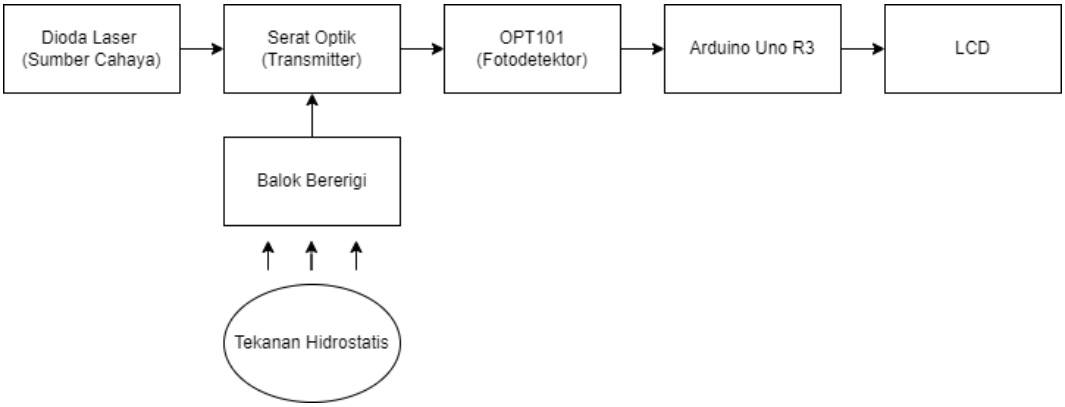
II. METODE

2.1 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi PC, dioda laser, luxmeter, serat optik FD-620-10 tipe *step-index multimode*, arduino UNO R3, baterai 9V, OPT101, LCD I2C, *jumper*, *breadboard*, balok bergerigi, busa EVA, pipa 6 inci, botol bekas, saklar, meteran, *pressure gauge*.

2.2 Perancangan Diagram Blok Sistem

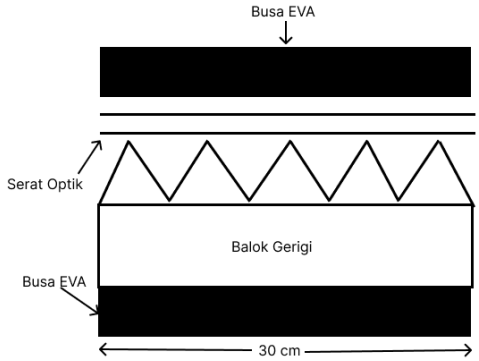
Diagram blok perancangan sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1. Prinsip kerja dari sistem yaitu dengan mendeteksi tekanan hidrostatis menggunakan sensor serat optik yang meliputi dioda laser, serat optik, dan OPT101. Besaran nilai tekanan hidrostatis dibaca oleh sensor serat optik dalam bentuk tegangan. Hasil data yang diperoleh diolah oleh arduino UNO R3 menjadi nilai tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan dan ditampilkan pada LCD I2C dalam bentuk karakter.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem Alat Ukur Tekanan Hidrostatis dan Kedalaman Perairan

2.3 Perancangan Balok Gerigi

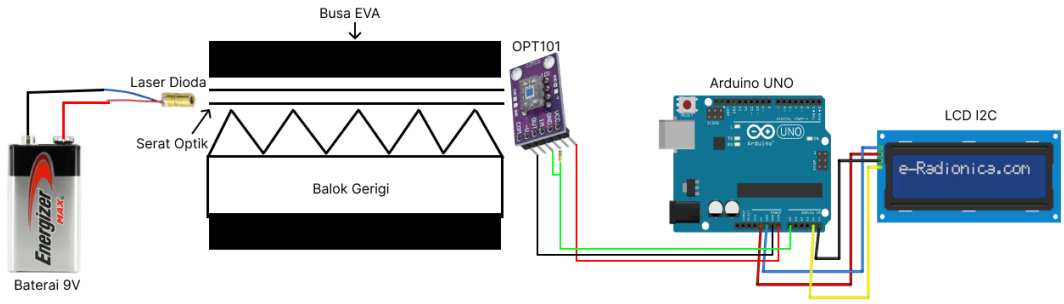
Perancangan balok gerigi dilakukan untuk membuat alat lekukan yang digunakan untuk memberikan rugi-rugi pada serat optik. Perancangan diawali dengan menentukan panjang dari balok gerigi sepanjang 30 cm dan memvariasikan banyaknya jumlah gerigi pada balok yaitu 0, 1, 2, 3, 4 dan 5 gerigi serta pemberian alas pada serat optik dengan menggunakan busa EVA. Rancangan balok gerigi dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2 Rancangan Balok Gerigi

2.4 Perancangan Perangkat Keras

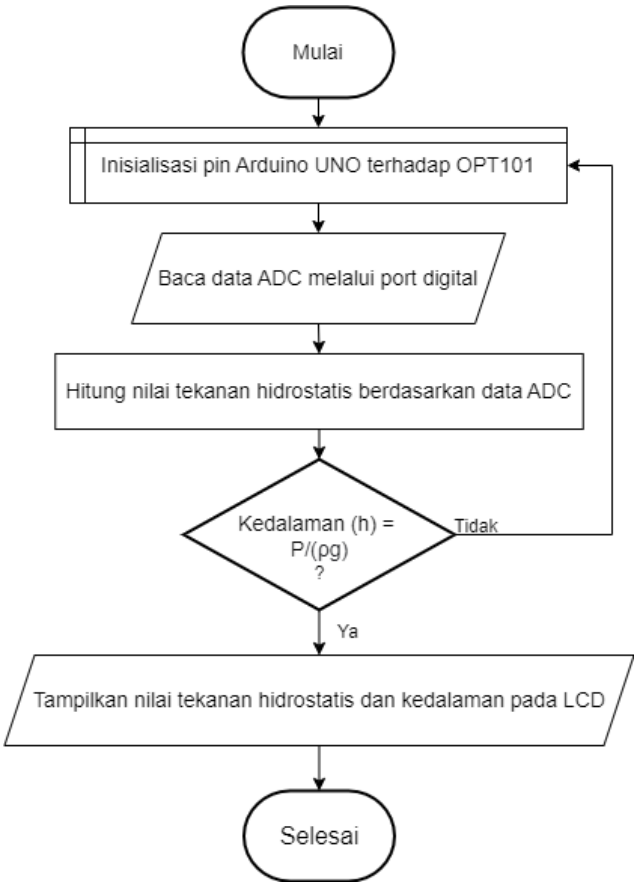
Perancangan perangkat keras bertujuan untuk mengetahui kemampuan setiap komponen yang terhubung satu sama lain dan dapat bekerja sesuai dengan program yang ditanamkan pada alat ukur. Skema rangkaian keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 Skema Rangkaian Keseluruhan

2.5 Perancangan Perangkat Lunak

Program perancangan sistem ditulis dengan bahasa pemrograman C menggunakan software Arduino IDE. Masukan yang digunakan pada program adalah nilai tegangan keluaran dari sensor serat optik berdasarkan tekanan hidrostatis yang diterima. Nilai tegangan keluaran dikonversi menjadi nilai tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan. Diagram alir program pengukuran alat ukur dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4 Diagram alir program pengukuran tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan

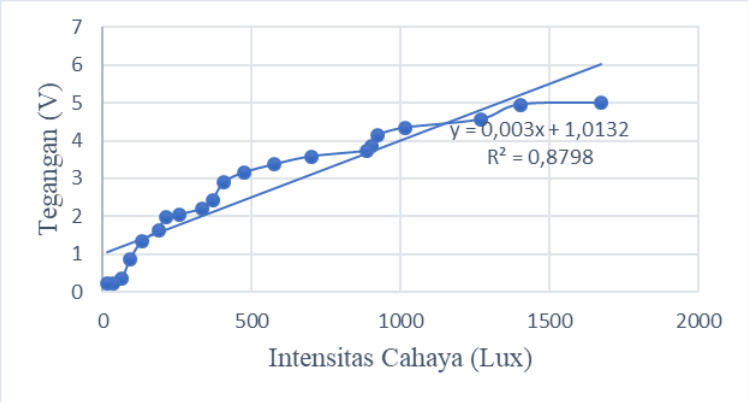
2.6 Pengujian dan Analisis Data

Analisis data merupakan proses untuk mengetahui persentase *error* dari alat ukur yang dikembangkan terhadap alat pembanding. Data tekanan hidrostatis yang didapat pada alat ukur dan pada alat pembanding berupa *pressure gauge* dibandingkan dengan nilai yang didapat berdasarkan teori. Data kedalaman perairan yang didapat dibandingkan dengan alat pembanding berupa meteran.

III. HASIL DAN DISKUSI

3.1 Hasil Karakterisasi Fotodetektor OPT101

Karakterisasi fotodetektor OPT101 dilakukan untuk mengetahui linearitas nilai intensitas cahaya yang terbaca oleh luxmeter dan nilai tegangan keluaran yang terbaca oleh fotodetektor. Hasil karakterisasi fotodetektor OPT101 dapat dilihat pada Gambar 5.

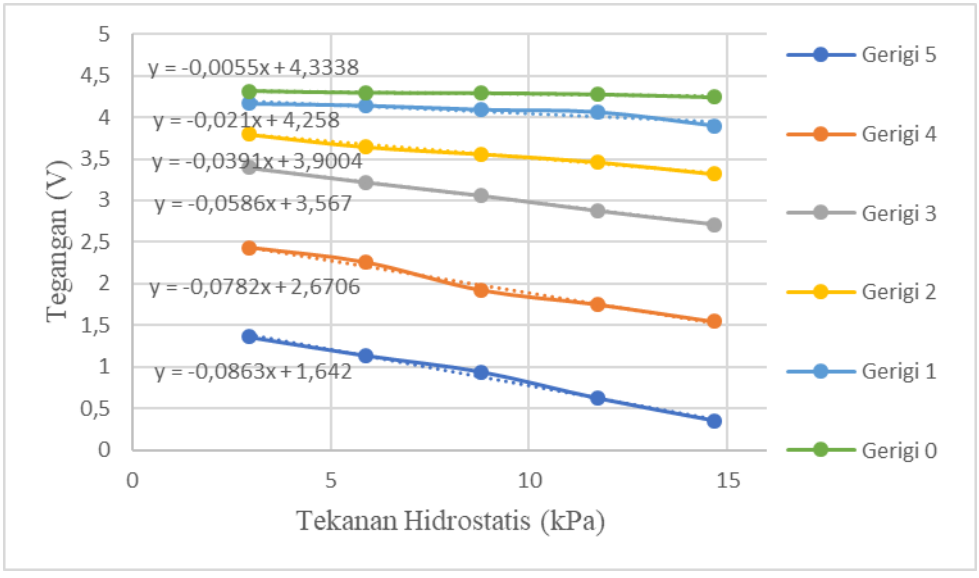


Gambar 5 Sistem kerja alat keseluruhan

Berdasarkan Gambar 5 didapatkan hubungan yang linear antara nilai intensitas cahaya terhadap nilai tegangan keluaran dimana semakin besar intensitas cahaya maka tegangan keluaran akan semakin besar pula.

3.2 Hasil Karakterisasi Variasi Lekukan terhadap Tegangan Keluaran Sensor Serat Optik berdasarkan Sensitivitas

Karakterisasi dilakukan dengan memvariasikan jumlah gerigi pada balok untuk mengukur tegangan keluaran dari sensor serat optik. Pengujian dilakukan dengan memberikan tekanan hidrostatis pada kedalaman perairan yang sama, yaitu dari 0,3 – 1,5 m. Variasi jumlah gerigi pada balok terhadap tegangan keluaran meliputi 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 gerigi. Hasil pengujian karakterisasi jumlah gerigi terhadap jumlah tegangan keluaran pada enam jenis jumlah gerigi yang berbeda ditampilkan dalam bentuk grafik yang dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6 Sistem kerja alat keseluruhan

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa tegangan keluaran pada setiap jenis balok gerigi yang berbeda memiliki rentang perubahan nilai yang berbeda pula. Sensitivitas dari balok gerigi terhadap tekanan hidrostatis dapat dilihat pada persamaan linear pada setiap *trend*. Berdasarkan karakterisasi variasi lekukan menurut jumlah gerigi yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa jumlah gerigi yang paling optimal untuk digunakan untuk alat ukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan adalah 5 gerigi dengan persamaan linear -0,0863x + 1,642 yang memiliki nilai sensitivitas

sebesar -0,0863 V/kPa dimana nilai tegangan akan menurun sebesar 0,0863 V ketika nilai tekanan hidrostatis naik 1 kPa.

3.3 Hasil Pengujian Tekanan Hidrostatis

Pengujian persentase *error* alat ukur terhadap alat pembanding dilakukan untuk menentukan keakuratan alat yang telah dirancang. Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari sensor serat optik terhadap teori dan mengukur nilai tekanan hidrostatis menggunakan alat pembanding yaitu *pressure gauge*. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Persentase *error* tekanan hidrostatis

Kedalaman Perairan pada Meteran (m)	Nilai Tekanan Hidrostatis berdasarkan Teori (kPa)	Nilai Tekanan Hidrostatis pada Alat Pembanding (kPa)	Nilai Tekanan Hidrostatis pada Alat Ukur (kPa)	Persentase *Error* pada Alat Ukur (%)
0,3	2,934	2,927	3,27	11,45
0,6	5,868	5,863	5,84	0,48
0,9	8,802	8,673	8,13	7,63
1,2	11,736	11,546	11,82	0,72
1,5	14,67	14,327	14,94	1,84
Rata-Rata Nilai *Error* Tekanan Hidrostatis (%)				4,42

Pengujian dilakukan dengan variasi kedalaman perairan yang berbeda-beda. Hasil pengujian tersebut menghasilkan 5 data tekanan hidrostatis dengan rata-rata persentase *error* dari tekanan hidrostatis yang terbaca pada alat ukur yaitu 4,42%.

3.4 Hasil Pengujian Kedalaman Perairan

Pengujian ini dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran kedalaman dari sensor serat optik dengan alat pembanding yaitu meteran. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Persentase *error* kedalaman perairan

Kedalaman Perairan pada Meteran (m)	Nilai Kedalaman Perairan pada Alat Ukur (m)	Persentase *Error* Nilai Kedalaman Perairan pada Alat Ukur (%)
0,30	0,33	10
0,60	0,59	1,67
0,90	0,83	7,78
1,20	1,21	0,83
1,50	1,52	1,33
Rata-Rata Nilai *Error* Kedalaman Perairan (%)		4,32

Nilai kedalaman perairan didapatkan dengan mengonversi nilai tekanan hidrostatis yang didapatkan pada alat ukur menggunakan rumus $h = \frac{P}{\rho g}$ dimana P merupakan nilai tekanan hidrostatis, ρ merupakan nilai massa jenis air (1000 kg/m^3), dan nilai percepatan gravitasi pada daerah yang dilalui garis khatulistiwa (9,78 m/s^2). Hasil pengujian tersebut menghasilkan 5 data kedalaman perairan dengan rata-rata persentase *error* pada alat ukur yaitu 4,32%. Tampilan hasil pengukuran tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan ditampilkan pada LCD seperti yang dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7 Penampil Hasil Pengukuran Tekanan Hidrostatis dan Kedalaman Perairan pada LCD

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pengujian dan analisa yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa sensor serat optik dapat digunakan sebagai alat ukur tekanan hidrostatis dan kedalaman perairan. Persentase *error* alat ukur hasil pengukuran tekanan hidrostatis berdasarkan teori terhadap sensor serat optik sebesar 4,42%. Persentase *error* alat ukur hasil pengukuran kedalaman perairan terhadap alat pembanding sebesar 4,32%. Alat ukur yang dirancang pada penelitian ini masih terdapat banyak kekurangan karena tidak dapat mengukur tekanan hidrostatis dengan kedalaman perairan lebih dari 1,5 m dan desain alat yang masih belum sempurna yang menyebabkan rangkaian elektronik rentan kemasukan air. Untuk penelitian kedepannya diharapkan dapat mendesain alat yang dapat memasukkan rangkaian elektronik ke dalam perairan yang dapat mengukur tekanan hidrostatis dengan kedalaman perairan lebih dari 1,5 m dan menggunakan jenis serat optik dengan kualitas yang lebih baik untuk respon alat ukur yang lebih baik lagi.

DAFTAR PUSTAKA

Arto, R. S., Prakoso, L. Y., & Sianturi, D. (2021). Strategi Pertahanan Laut Indonesia dalam Perspektif Maritim Menghadapi Globalisasi. *Jurnal Strategi Pertahanan Laut*, *6*(3), 65-86.

Budiati, R., Pauzi, G. A., & Warsito, W. (2016). Analisis Pengaruh Tekanan pada Serat Optik Terhadap Sistem Transmisi Data BerbasisMikrokontroler ATMega32 Dengan Akuisisi Data Menggunakan Matlab. *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, *3*(2), 107-114. https://jtaf.fmipa.unila.ac.id/index.php/jtaf/article/view/109

Hendri, M. H. (2017). Estimasi Kedalaman Perairan Dangkal Menggunakan Data Citra Satelit Landsat-8. *Physics Student Journal Universitas Brawijaya, 4*(2), 54-57.

Kampai, G., & Harmadi, H. (2020). Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelebihan Beban Kendaraan Menggunakan Sensor Serat Optik dan Transceiver nRF24L01+. *Jurnal Fisika Unand*, *9*(1), 1–8. https://doi.org/10.25077/jfu.9.1.1-8.2020

Kasli, E., & Aminullah, A. (2016). Pengaruh massa jenis benda terhadap tekanan hidrostatis. *Jurnal Pendidikan Geosfer*, *1*(1), 16-19. https://jurnal.usk.ac.id/JPG/article/view/17424

Kusuma, C. P. M., Boesono, H., & Fitri, A. D. P. (2014). Analisis Hasil Tangkapan Ikan Teri (*Stolephorus sp*.) dengan Alat Tangkap Bagan Perahu Berdasarkan Perbedaan Kedalaman di Perairan Morodemak. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, *3*(4), 102–110. https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jfrumt/article/view/7328

Mahmudah, N. (2022). *Illegal Fishing: Pertanggungjawaban Pidana Korporasi di Wilayah Perairan Indonesia*. Sinar Grafika.

Marasabessy, I., Fahrudin, A., Imran, Z., & Agus, S. B. (2018). Strategi Pengelolaan Berkelanjutan Pesisir dan Laut Pulau Nusa Manu dan Pulau Nusa Leun di Kabupaten Maluku Tengah. *Journal of Regional and Rural Development Planning, 2*(1), 11–22. https://doi.org/10.29244/jp2wd.2018.2.1.11-22

Rachmathulloh, M. I. (2021). Studi Pustaka: Dinamika Catch Per Unit Effort Tuna Sirip Kuning (Thunnus albacares) Terkait dengan Suhu Permukaan Laut dan Klorofil-A di Perairan WPP-NRI 573 Dr. Ir. Gatut Bintoro, M. Sc dan Dr. Eng. Abu Bakar Sambah, S. Pi, MT. *JFMR (Journal of Fisheries and Marine Research), 3*(1)*,* 6-10.

Sumarto, S., & Koneri, R. (2016). *Ekologi Hewan*. CV. Patra Media Gravindo.

Syefriana, C. (2020). Pembuatan Alat Ukur Kedalaman Air Menggunakan Sensor Sonar (An Instrument to Measure The Water Depth Using a Sonar Sensor). *Pillar of Physics*, *13*(1), 51-58. http://dx.doi.org/10.24036/7981171074