

# Rancang Bangun Data Logger Suhu dan Kecepatan Arus Laut Untuk Praktikum Oseanografi

**S. Suwardi, Liza Lidiawati, Erik Ayatullah**

Laboratorium Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Bengkulu  
Corresponding Author : [suwardi@unib.ac.id](mailto:suwardi@unib.ac.id)

Received: 6<sup>th</sup> November 2021; Revised: 8<sup>th</sup> January 2022; Accepted: 19<sup>th</sup> January 2022;

Available online: 14<sup>th</sup> June 2022; Published regularly: July 2022

## Abstract

*The equipment of experiment and research of oceanography at the Physics Laboratory of the Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Bengkulu University are still very limited of type. One of the oceanography equipment is a current meter to measure the temperature and speed of ocean currents. This equipment has limited data recording which is still manual so that it is prone to human error in its measurement. In an effort to overcome the limitations of the current meter above, in this study a temperature and ocean current velocity data logger was developed. This study aims to develop a data logger and test its effectiveness which was carried out in July – November 2021 with four stages. The first stage is design, including hardware design and software design. The second stage is the manufacturing stage, namely the manufacture of data logger hardware following the system block diagram and software development using Arduino software following the system flow diagram. The third stage is the testing stage, which includes the process of testing system performance, calibration and field testing. The fourth stage is evaluation, namely evaluation of system performance, accuracy of measurement results, and refinement of data loggers. Comparative test of the results of temperature measurements using a data logger and current meter experienced a difference between 0.1 - 0.8 °C. While the current velocity measurement using a data logger and current meter shows a difference between 0.3 – 1 m/s. The data logger has been successfully developed and works well, but its accuracy still needs to be improved by replacing the water velocity sensor with a higher sensitivity.*

**Key Words:** data logger, arduino microcontroller, temperature, ocean current velocity, oceanography practicum

## Abstrak

*Peralatan praktikum dan penelitian oseanografi di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Bengkulu masih sangat terbatas jenisnya. Salah satu peralatan oseanografi adalah current meter untuk mengukur suhu dan kecepatan arus laut. Peralatan ini memiliki keterbatasan perekaman datanya masih manual sehingga rentan kesalahan manusia dalam pengukurannya. Dalam upaya mengatasi keterbatasan current meter di atas, dalam penelitian ini dikembangkan data logger suhu dan kecepatan arus laut. Penelitian ini bertujuan mengembangkan data logger dan menguji keefektifannya yang dilaksanakan pada Juli – November 2021 dengan empat tahap. Tahap pertama adalah perancangan, meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Tahap kedua adalah tahap pembuatan, yaitu pembuatan perangkat keras data logger mengikuti diagram blok sistem dan pembuatan perangkat lunak menggunakan software Arduino mengikuti diagram alir sistem. Tahap ketiga yaitu tahap pengujian, meliputi proses pengujian kinerja sistem, pengkalibrasian dan uji lapangan. Tahap keempat adalah evaluasi, yaitu evaluasi kinerja sistem, akurasi hasil pengukuran, dan penyempurnaan data logger. Uji banding hasil pengukuran suhu menggunakan data logger dan current meter mengalami perbedaan antara 0,1 – 0,8 °C. Sedangkan pengukuran kecepatan arus menggunakan data logger dan current meter menunjukkan perbedaan*

antara 0,3 – 1 m/s. *Data logger* berhasil dikembangkan dan berfungsi dengan baik, namun masih harus ditingkatkan akurasi dengan mengganti sensor kecepatan air yang memiliki sensitivitas lebih tinggi.

**Kata Kunci:** *data logger, mikrokontroler arduino, suhu, kecepatan arus laut, praktikum Oseanografi*

## PENDAHULUAN

Menurut Peraturan Menteri Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 03 Tahun 2010, laboratorium pendidikan adalah unit penunjang akademik pada lembaga pendidikan yang dikelola secara sistematis dan berdasarkan metode keilmuan tertentu, dalam rangka pelaksanaan pendidikan, penelitian, dan/atau pengabdian kepada masyarakat. Laboratorium Fisika Jurusan Fisika FMIPA Universitas Bengkulu melayani kegiatan pendidikan, penelitian, dan pengabdian pada masyarakat dibidang geofisika, instrumentasi fisika, dan oseanografi. Oseanografi menjadi salah satu bidang unggulan di Jurusan Fisika untuk mempelajari fenomena-fenomena laut khususnya di perairan Bengkulu. Parameter dalam oseanografi fisika yaitu gelombang, pasang surut, dan arus laut. Untuk arus laut, parameter yang dipelajari adalah pembangkit arus, kecepatan arus, arah arus, dan pola arus (Modalo dkk., 2018). Timbulnya arus laut disebabkan oleh gelombang, pasang surut atau angin, tetapi kalau di selat dan teluk, pasang surut menjadi pembangkit sirkulasi massa air (Tanto, 2017). Arus laut adalah proses pergerakan massa air laut secara horizontal dan vertikal serta terus menerus. Arus laut terjadi karena adanya tiupan angin, perbedaan kadar garam, dan perbedaan suhu. Pengukuran arus laut sangat diperlukan dalam mendesain pelabuhan, pelayaran, budidaya, dan pengelolaan lingkungan pesisir (Bakhtiar dkk., 2013). Pengukuran arus laut juga digunakan untuk mengetahui pola sirkulasi pergerakan arus laut yang membawa sedimen dan mengakibatkan sedimentasi pada suatu daerah (Pratama dkk., 2014). Parameter oseanografi lain yang juga penting adalah suhu yang memiliki peranan dalam mempertahankan kestabilan ekosistem perairan. Suhu mempengaruhi kualitas suatu perairan, yang meliputi sebaran nutrien, aktivitas metabolisme, tingkat pertumbuhan, waktu migrasi, dan distribusi organisme (Idris dan Jaya, 2014).

Peralatan praktikum dan penelitian untuk bidang oseanografi masih sangat terbatas jumlah dan jenisnya. Sementara pengadaan peralatan sering terkendala minimnya anggaran dan pada kondisi khusus peralatan yang ada di pasaran tidak mampu memenuhi kebutuhan yang diinginkan (Suwardi, 2016). Salah satu peralatan yang sering digunakan dalam kegiatan praktikum dan penelitian oseanografi adalah *current meter* untuk mengukur suhu dan kecepatan arus laut. Namun *current meter* ini memiliki keterbatasan dalam pengukuran yaitu perekaman datanya masih manual. Proses perekaman data secara manual yang dilakukan secara terus menerus dalam waktu yang lama sangat tidak efektif, akurasi datanya akan sulit dipertanggungjawabkan, dan rentan kesalahan manusia (Faurizal, dkk., 2014). Oleh karena itu dalam upaya memenuhi kebutuhan peralatan secara mandiri dan mengatasi keterbatasan *current meter* yang dimiliki Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Bengkulu, sangat perlu dilakukan pengembangan peralatan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut untuk mengukur suhu dan kecepatan arus laut secara otomatis. *Data logger* adalah suatu alat elektronik yang berfungsi mencatat data dari waktu ke waktu secara kontinyu. Salah satu keuntungan menggunakan *data logger* adalah kemampuannya secara otomatis mengumpulkan data dalam periode tertentu. *Data logger* terdiri dari sensor, mikroprosesor, dan penyimpan data yang berupa kartu memori. Ada dua jenis *data logger*, yaitu *data logger* yang model interface dan dikendalikan oleh perangkat lunak untuk bekerja dan model *data logger* yang berdiri sendiri (Marpaung dan Ervianto, 2012). Kelebihan penggunaan *data logger* dalam kegiatan praktikum dan penelitian adalah menghemat waktu, mudah dalam pengambilan data, dan cepat dalam mencari hubungan antar variabel (Permana dan Iswanto, 2018). Pengembangan *data logger* sudah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu, diantaranya penelitian Nopilawati, dkk (2016) mengembangkan *data logger* kecepatan aliran fluida pada pipa paralon menggunakan delapan sensor LM35DZ dan penyimpanan datanya dilakukan secara otomatis pada micro SD. Selanjutnya penelitian Zuhaeriah, dkk (2016), melakukan penelitian pengembangan *data logger* aliran fluida untuk membaca data lebar pulsa pada *flow meter* turbin

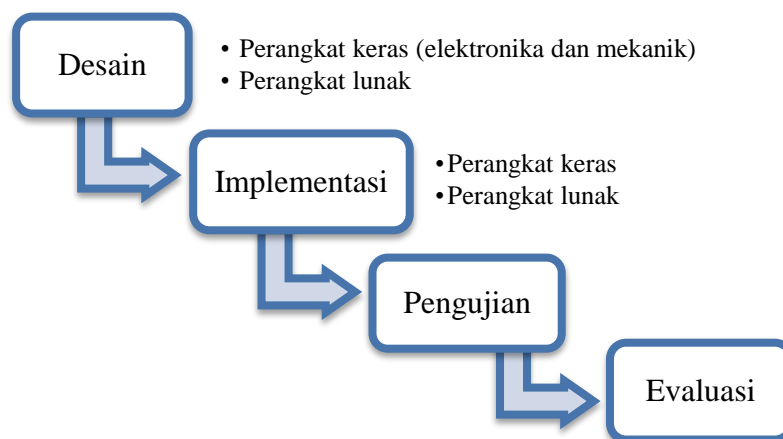
dengan pengolah data pada PC. Penelitian Audli, dkk (2014), membuat rancang bangun alat ukur kecepatan aliran sungai nirkabel berbasis PC dan telemetri menggunakan *rotary encoder* sebagai sensor kecepatan aliran air. Penelitian Faurizal, dkk (2014) juga melakukan rancang bangun *data logger* suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya untuk monitoring rumah kaca. Penelitian Idris dan Jaya (2014) melakukan penelitian untuk menghasilkan *data logger* suhu air berbiaya rendah menggunakan mikrokontroler ATmega328P, sensor suhu DS18B20, pewaktu DS3231, dan micro SD. Kemudian penelitian Marpaung dan Ervianto (2012) membuat *data logger* suhu berbasis mikrokontroler ATmega 8535 dengan PC sebagai tampilan untuk monitoring suhu ruangan.

Walaupun penelitian tentang *data logger* sudah banyak dilakukan namun penelitian-penelitian tersebut belum ada yang khusus mengembangkan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut. Kekuatan penelitian ini terletak pada produknya berupa produk hilir yang langsung menyelesaikan permasalahan di laboratorium terkait dengan pemenuhan kebutuhan peralatan praktikum yang akurat dan aman. Permasalahannya adalah bagaimana mengembangkan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut yang mampu merekam data secara otomatis, akurat, dan aman. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut yang mampu merekam data otomatis, akurat, dan aman. Sedangkan manfaatnya adalah untuk memenuhi kebutuhan peralatan praktikum dan penelitian oseanografi yang akurat dan aman serta menciptakan kemandirian teknologi. Luaran penelitian ini berupa *data logger* suhu dan kecepatan arus laut yang merupakan produk hilir untuk memenuhi kebutuhan peralatan praktikum oseanografi secara mandiri. Peralatan yang dikembangkan ini memiliki keunggulan mampu merekam data pengukuran suhu dan kecepatan arus laut secara otomatis, akurat, dan aman.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Bengkulu dan di Pantai Sungai Hitam Kota Bengkulu pada bulan Juli – November 2021. Alat yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah laptop, multimeter digital, *current meter*, solder, downloader, *software* Proteus, *software* Arduino, dan *toolskit*. Bahan yang digunakan adalah modul mikrokontroler arduino, LCD, kapasitor, resistor, sensor suhu, sensor aliran air, pewaktu RTC, papan rangkaian, kartu microSD, *shield* microSD, baterai, timah, kabel jumper, dan pipa PVC.

Penelitian ini merupakan jenis penelitian dan pengembangan menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut (Sugiyono, 2010) yaitu mengembangkan peralatan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut yang mampu merekam data pengukuran secara otomatis dan kontinyu dalam periode waktu tertentu. Untuk mencapai tujuan tersebut penelitian ini mengikuti tahapan penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Tahapan penelitian

Tahapan penelitian secara teknis dijelaskan sebagai berikut:

Desain Alat.

Prinsip kerja *data logger* yang dikembangkan ini adalah sensor suhu dan sensor kecepatan arus laut mendeteksi dan mengukur suhu dan kecepatan arus laut yang dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino. Hasil pengukuran ini ditampilkan pada LCD, sekaligus disimpan ke kartu *microSD*. Perancangan peralatan ini meliputi perancangan perangkat keras dan perancangan perangkat lunak. Rancangan perangkat keras terdiri dari sensor, mikrokontroler Arduino Mega 2560, LCD, RTC DS1307, dan *microSD*. Sensor suhu yang digunakan adalah sensor suhu DS18B20 *waterproof* yang keluarannya sudah dalam sinyal digital dan rentang pengukurannya antara -55 sampai 125 °C (Gambar 2). Sedangkan sensor kecepatan arus laut yang digunakan adalah sensor aliran air model YF-S201 (Gambar 3) yang satuannya dikonversi menjadi meter per sekon. Ketika air mengalir melewati rotor dalam sensor, rotor akan berputar dengan kecepatan putaran berbanding lurus dengan kuatnya aliran air pada sensor tersebut dan menghasilkan tegangan listrik. Sensor suhu dan kecepatan arus laut ini sistem kerjanya dikendalikan oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560 (Gambar 4) dan hasilnya ditampilkan pada LCD serta disimpan dalam memori. Rancangan perangkat lunak berupa diagram alir sistem yang berfungsi sebagai dasar algoritma dalam pembuatan perangkat lunak sistem yang ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 2. Sensor suhu DS18B20 *waterproof*



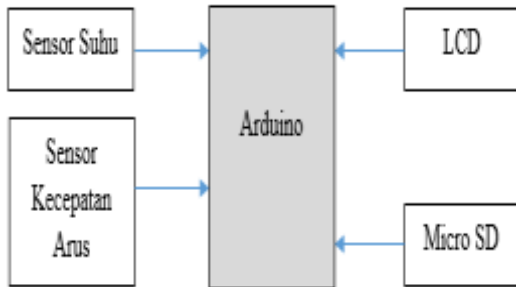
Gambar 3. Sensor *water flow* YF-S201



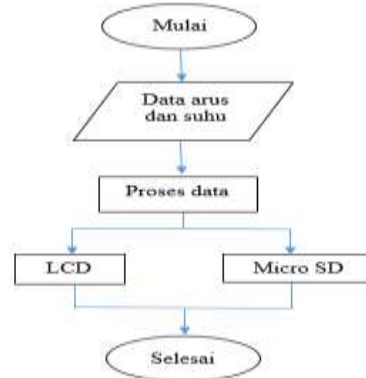
Gambar 4. Arduino Mega 2560

Pembuatan Alat.

Pembuatan perangkat keras *data logger* dilakukan dengan mengimplementasikan komponen-komponen penyusun perangkat keras berupa Arduino Mega 2560, sensor suhu DS18B20, sensor aliran air YF-S201, pewaktu RTC DS1307, catu daya, resistor, kapasitor, *microSD*, dan kabel ke papan rangkaian mengikuti diagram blok pada Gambar 5. Selanjutnya dilakukan pembuatan perangkat lunak dengan membuat program pengendali menggunakan *software* Arduino yang algoritmanya mengikuti diagram alir sistem pada Gambar 6 dan menanamkannya ke mikrokontroler sehingga sistem bekerja dengan baik.



Gambar 5. Diagram blok *data logger*



Gambar 6. Diagram alir perangkat lunak *data logger*

Pengujian Alat.

Proses pengujian yang dilakukan meliputi pengujian kinerja sistem, pengkalibrasian *data logger* menggunakan *current meter* standar, dan uji peralatan untuk pengukuran di lapangan. Pengukuran data suhu dan kecepatan arus air menggunakan *data logger* dilakukan setiap dua menit selama satu jam dengan cara memasukkan bagian sensor alat ke dalam air sedalam 20 - 50 cm dari permukaan air di Pantai Sungai Hitam Kota Bengkulu. Dalam waktu yang sama juga dilakukan pengukuran suhu dan kecepatan arus air menggunakan peralatan *current meter* dengan posisi di sebelah *data logger* sebagai data pembanding.

Evaluasi Alat.

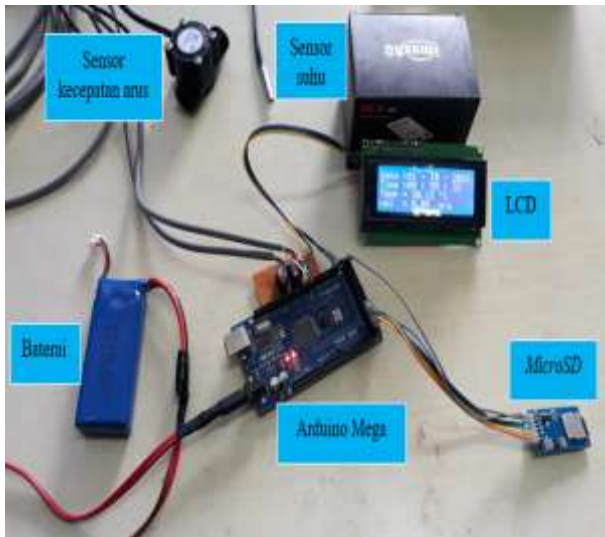
Berdasarkan pengamatan proses pengujian peralatan, selanjutnya dilakukan analisis data dengan menghitung *error* atau selisih hasil pengukuran *data logger* dan *current meter* untuk mengevaluasi kinerja sistem peralatan, akurasi, kendala penggunaan peralatan, dan temuan lainnya.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Pengembangan *Data Logger* Suhu dan Kecepatan Arus Laut**

Pengembangan perangkat keras *data logger* suhu dan kecepatan arus laut dalam penelitian ini telah dilakukan dengan mengimplementasikan komponen-komponen penyusun perangkat keras ke dalam rangkaian mengikuti diagram blok sistem. Untuk mengendalikan kerja perangkat keras, dilakukan pembuatan perangkat lunak dengan membuat program pengendali menggunakan *software* Arduino. Hasil pengembangan *data logger* suhu dan kecepatan arus bagian elektronik yang terdiri dari sensor suhu dan kecepatan arus laut sebagai unit masukan, Arduino Mega 2560 sebagai unit pengendali, serta LCD dan *microSD* sebagai unit keluaran seperti ditunjukkan pada Gambar 7. Sedangkan bagian mekanik *data logger* terbuat dari pipa PVC dibagian bawah sebagai tempat sensor dan bagian atas sebagai tempat pegangan saat pengukuran seperti ditunjukkan pada Gambar 8.





Gambar 7. Bagian elektronik *data logger* suhu dan kecepatan arus



Gambar 8. Bagian mekanis *data logger* suhu dan kecepatan arus

Prinsip kerja *data logger* ini adalah sensor *water flow* mengukur kecepatan arus laut dengan cara menghitung putaran kincir dalam sensor yang disebabkan oleh aliran air yang masuk dalam sensor. Putaran kincir ini selanjutnya diubah menjadi sinyal listrik dan diolah oleh rangkaian kendali, dan hasilnya ditampilkan pada LCD. Demikian juga dengan sensor suhu mendeteksi perubahan suhu dan diolah mikrokontroler yang hasil pengukuran ditampilkan pada LCD. Hasil pengukuran suhu dan kecepatan arus laut selain ditampilkan di LCD seperti ditunjukkan pada Gambar 9 juga disimpan dalam *microSD* seperti ditunjukkan pada Gambar 10.



Gambar 9. Tampilan data keluaran *data logger*



Gambar 10. *MicroSD* tempat menyimpan data

Pengujian sistem *data logger* ini di laboratorium telah dilakukan dengan cara mengalirkan air melalui sensor *water flow* dan sensor suhu. Sistem dapat mendeteksi perubahan kecepatan air dan perubahan suhu dan menampilkannya pada LCD, sehingga secara umum sistem peralatan yang dikembangkan bekerja dengan baik. Format data yang tersimpan dalam *microSD* terdiri dari tanggal, waktu, nilai kecepatan arus air, dan nilai suhu.

### Pengujian Kinerja Data Logger di Lapangan

Pengujian di lapangan bertujuan untuk kalibrasi dengan cara membandingkan hasil pengukuran peralatan yang dikembangkan dengan hasil pengukuran peralatan standar. Peralatan standar yang akan digunakan dalam kalibrasi adalah *Current meter* Flowatch FL-03 yang ditunjukkan Gambar 11. Mekanisme pengujian *data logger* di lapangan dilakukan dengan cara memasukkan bagian sensor peralatan ke dalam air sedalam 20 – 50 cm dari permukaan dengan arah sensor tegak lurus dengan arah arus laut seperti ditunjukkan pada Gambar 12. Kendala yang dihadapi saat pengujian *data logger* di lapangan adalah adanya fluktuasi besar dan arah arus laut. Arus yang ada di permukaan pantai dominan ditimbulkan oleh adanya angin, sehingga semakin kencang angin bertiup makin besar kecepatan arus laut dan sebaliknya. Dalam waktu satu jam dilakukan pengukuran data suhu dan kecepatan arus menggunakan *data logger* dan *current meter* secara berdampingan.



Gambar 11. *Current meter* Flowatch FL-03



Gambar 12. Pengujian *data logger* di lapangan

Hasil pengujian kinerja di lapangan antara pengukuran suhu dan kecepatan arus menggunakan *data logger* dan *current meter* ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Perbandingan hasil pengukuran *data logger* dan *current meter*

No	Waktu	<i>Data logger</i>		<i>Current meter</i>		<i>Error</i> suhu (°C)	<i>Error</i> Kecepatan arus (m/s)
		Suhu (°C)	Kecepatan arus (m/s)	Suhu (°C)	Kecepatan arus (m/s)		
1.	15:08	28,60	0,43	28,20	0,80	0,40	0,37
2.	15:10	28,50	0,30	28,10	0,70	0,40	0,40
3.	15:12	28,50	0,21	28,00	0,60	0,50	0,39
4.	15:14	28,30	0,31	28,00	0,70	0,30	0,69
5.	15:16	28,10	0,31	28,00	0,80	0,10	0,49
6.	15:18	28,10	0,42	27,70	1,00	0,40	0,58
7.	15:20	27,80	0,40	27,50	1,40	0,30	1,00

8.	15:22	27,80	0,50	27,50	1,20	0,30	0,70
9.	15:24	27,60	0,48	27,50	0,80	0,10	0,32
10.	15:26	27,60	0,46	27,40	0,80	0,20	0,34
11.	15:28	27,60	0,34	27,40	0,90	0,20	0,56
12.	15:30	27,50	0,38	27,20	0,80	0,30	0,42
13.	15:32	27,50	0,31	27,20	0,80	0,30	0,49
14.	15:34	27,30	0,31	26,80	1,00	0,50	0,69
15.	15:36	27,30	0,33	26,80	1,20	0,50	0,87
16.	15:38	27,30	0,33	26,60	0,80	0,70	0,47
17.	15:40	27,30	0,40	26,50	0,70	0,80	0,30
18.	15:42	26,90	0,42	26,50	0,90	0,40	0,48
19.	15:44	26,90	0,40	26,20	0,80	0,70	0,40
20.	15:46	26,90	0,40	26,20	0,80	0,70	0,40
21.	15:48	26,70	0,42	26,20	1,00	0,50	0,58
22.	15:50	26,60	0,40	26,20	0,80	0,40	0,40
23.	15:52	26,40	0,33	26,20	0,90	0,20	0,57
24.	15:54	26,40	0,46	25,90	1,20	0,50	0,74
25.	15:56	26,40	0,40	25,90	1,00	0,50	0,60
26.	15:58	26,40	0,42	25,80	0,70	0,40	0,28
27.	16:00	26,40	0,38	25,80	0,60	0,40	0,22
28.	16:02	26,40	0,40	25,80	0,90	0,40	0,50
29.	16:04	26,20	0,41	25,80	0,80	0,40	0,39
30.	16:06	26,20	0,41	25,80	0,90	0,60	0,49
Rata-rata						0,43	0,49

Hasil pengukuran pada Tabel 1 menunjukkan bahwa hasil pengukuran suhu *data logger* dan *current meter* mengalami perbedaan dengan interval antara 0,1 – 0,8°C dan *error* rata-rata 0,43 °C. Sedangkan pengukuran kecepatan arus *data logger* dan *current meter* mengalami perbedaan antara 0,3 – 1 m/s dan *error* rata-rata 0,49 m/s. Perbedaan ini diduga disebabkan oleh sensitivitas dan jenis sensor masing-masing peralatan. Pada *data logger* menggunakan sensor *water flow* yang posisi rotornya berada dalam badan sensor, sehingga aliran air yang melewati rotor menjadi tidak sempurna. Sedangkan *current meter* menggunakan baling-balingnya berada di luar badan sensor dan terbuka sehingga aliran air yang mengenai baling-baling menjadi sempurna.

## KESIMPULAN

Dalam penelitian ini telah dilakukan pengembangan *data logger* suhu dan kecepatan arus laut untuk mendukung praktikum Oseanografi di Laboratorium Fisika FMIPA Universitas Bengkulu. Perbedaan hasil pengukuran suhu menggunakan *data logger* dan *current meter* berkisar antara 0,1 – 0,8°C dan *error* rata-rata 0,43 °C. Sedangkan pengukuran kecepatan arus menggunakan *data logger* dan *current meter* menunjukkan perbedaan antara 0,3 – 1 m/s dan *error* rata-rata 0,49 m/s. Peralatan bekerja dengan baik, namun masih perlu ditingkatkan akurasi dengan cara menggunakan jenis sensor suhu dan kecepatan aliran arus yang memiliki sensitivitas tinggi untuk mendapatkan hasil pengukuran yang lebih mendekati hasil pengukuran peralatan standar.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti mengucapkan terimakasih kepada Pimpinan FMIPA Universitas Bengkulu yang telah memfasilitasi pendanaan penelitian ini melalui RBA FMIPA 2021.



## DAFTAR PUSTAKA

- Audli, R., Sulistiyati, S.R., Trisanto, A. 2014. Rancang Bangun Alat Ukur *Portable* 9 Titik Kecepatan Aliran Sungai (*Open Channel*) Nirkabel Berbasis PC. *Jurnal Electrician*. 8 (2): 68 – 81
- Bakhtiar, D., Sulisty, B., Jarulis. 2013. *Kajian karakteristik ekosistem perairan Pulau Tikus Kota Bengkulu dalam upaya optimalisasi pemanfaatan sumber daya pesisir secara berkelanjutan dan berbasis masyarakat*. Laporan Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi, Universitas Bengkulu
- Faurizal, Lapanporo, B.P., Arman, Y. 2014. Rancang bangun sistem data logger alat ukur suhu, kelembaban dan intensitas cahaya yang terintegrasi berbasis mikrokontroler ATmega328 pada rumah kaca. *Prisma Fisika*. 2 (3): 79 – 84
- Idris, M., Jaya, I. 2014. Pengembangan data logger suhu air berbiaya rendah, *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*. 5 (1): 95-108
- Kemenpan&rb. 2010. *Peraturan Menteri Negara Pendayagunaan Aparatur Negara dan Reformasi Birokrasi Nomor 03 Tahun 2010 tentang jabatan fungsional pranata laboratorium pendidikan dan angka kreditnya*. Jakarta: Kemenpan&rb
- Marpaung, N.L., Ervianto, E. 2012. Data logger sensor suhu berbasis mikrokontroler atmega 8535 dengan PC sebagai tampilan. *Jurnal Ilmiah Elite Elektro*. 3 (1): 37-42
- Modalo, R.J., Rampengan, R.M., Opa, E.T., Djamaluddin, R., Manengkey, H.W.K., Bataragoa, N.E. 2018. Arah dan kecepatan arus perairan sekitar pulau bunaken pada periode umur bulan perbani di musim pancaroba II. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1 (1): 61 - 68
- Nopilawati, D., Pauzi, G.A., Warsito. 2016. Realisasi sensor temperatur LM35DZ sebagai sensor kecepatan aliran fluida berbasis mikrokontroler ATmega32 dengan media penyimpan data Micro SD. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 4 (2):161-166
- Permana, H., Iswanto, B.H. 2018. Development of thermal radiation experiments kit based On data logger for physics learning media. *IOP Publishing Conference Series: Materials Science and Engineering* 335
- Pratama, K.Y., Prasetyawan, IB., Atmodjo, W. 2014. Studi pola arus di perairan khusus Pertamina PT. Arun Lhokseumawe – Aceh. *Jurnal Oseanografi*. 3 (2): 220 - 229
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan (Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D)*. Bandung: Penerbit Alfabeta
- Suwardi. 2016. Pembuatan *data logger* suhu berbasis telemetri menggunakan mikrokontroler Atmega16 dan modem GSM untuk menunjang praktikum dan penelitian di Laboratorium Fisika. *Prosiding Seminar Nasional Pranata Laboratorium Pendidikan*, Universitas Udayana. 351-356
- Tanto, T.A., Wishu, U.J., Kusumah, G., Pranowo, W.S., Husrin, S., Ilham, dan Putra, A. 2017. Karakteristik arus laut perairan teluk Benoa – Bali. *Jurnal Ilmiah Geomatika*, 23 (1): 37 - 48
- Yogaswara, G.M., Indrayanti, E., Setiyono, H. 2016. Pola arus permukaan di Perairan Pulau Tidung, Kepulauan Seribu, Provinsi DKI Jakarta pada musim peralihan. *Jurnal Oseanografi*. 5 (2): 227 - 233