

Kalibrasi Sensor Tekanan MS5803-14BA Sebagai Pengukur Tinggi Muka Air Laut

Hollanda Arief Kusuma¹, M. Aris Akbar², Tonny Suhendra³

1. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia | hollandakusuma@umrah.ac.id
2. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia | muhammadaris.maa28@gmail.com
3. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Indonesia | tonny@umrah.ac.id

Abstrak

Informasi kedalaman air laut berguna untuk aktivitas masyarakat pesisir, industri pariwisata, navigasi pelayaran, pemanfaatan sumber daya alam, dan sistem peringatan dini dan simulasi dampak dari bencana alam. MS5803-14BA merupakan sensor tekanan air yang banyak digunakan untuk mengukur kedalaman air. Penggunaan metode sensor tekanan untuk mengukur kedalaman air selain perlu dilakukan proses konversi ke kedalaman juga harus dilakukan proses kalibrasi. Tujuan penelitian ini adalah melakukan proses kalibrasi agar pengukuran kedalaman air mendapatkan nilai yang tidak jauh berbeda dari pengukuran yang sebenarnya. Metode penelitian ini meliputi perancangan perangkat keras dan perangkat lunak, pengujian alat dan analisis data. Komponen utama dalam perangkat keras meliputi sensor tekanan air MS5803-14BA, mikrokontroler ESP32, modul RTC DS3231, dan Micro SD Card Shield. Dari hasil pengujian kalibrasi sensor tekanan MS5803-14BA didapatkan rata-rata akurasi sensor tekanan MS5803-14BA sebesar 99,75% dengan persentase error sebesar 0,25% dan RMSE sebesar 7,55% dari 1.410 data kalibrasi yang didapatkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor tekanan MS5803-14BA akurat dan mampu untuk mengukur kedalaman air.

Kata Kunci

Kalibrasi, Sensor MS5803, Kedalaman Air, Akurasi, Tekanan Air

1. Pendahuluan

Informasi kedalaman air laut berguna untuk aktivitas masyarakat pesisir, industri pariwisata, navigasi pelayaran, pemanfaatan sumber daya alam, dan sistem peringatan dini dan simulasi dampak dari bencana alam (Pambuko et al., 2013). Perancangan perangkat pengukuran pasang surut atau tinggi muka air laut sudah banyak dilakukan. Beberapa penelitian menggunakan sensor akustik untuk mengukur tinggi muka air laut (Apdillah et al., 2021; Haq et al., 2021; Missa et al., 2018; Putra, 2015; Wijaya et al., 2016). Sensor tekanan air juga dapat digunakan untuk mengukur tinggi muka air laut (Egistian, 2021; Holinde et al., 2015; Kusuma et al., 2016).

MS5803-14BA merupakan sensor tekanan air yang banyak digunakan untuk mengukur kedalaman air (Cherqui et al., 2020; Kombo et al., 2021; Marzuarman et al., 2020). Sensor ini mampu menggantikan fungsi sensor HK3022. MS5803-14BA memiliki ketelitian sangat tinggi yaitu mencapai 0,2 mbar. Sistem pengukuran kedalaman optimal dengan resolusi kedalaman air 1 cm dan bekerja pada rentang 0-14 bar dengan data kalibrasi sebesar 1000,5 mbar dari pabrik. Fitur tambahan dari sensor MS5803-14BA yaitu dilengkapi proteksi *jelly* dan *anti magnetic stainless-steel cap* yang membuat membran pembaca nilai tekanan tahan air (*waterproof*) hingga tekanan 30 bar di dalam air (Lyman et al., 2020).

Penggunaan metode sensor tekanan untuk mengukur kedalaman air selain perlu dilakukan proses konversi ke kedalaman juga harus dilakukan proses kalibrasi (Egistian et al., 2021). Beberapa peneliti melakukan kalibrasi dengan kalibrator elektronik (Akrom and Agustiani, 2018) dan interdigital capacitive sensor (Chetpattananondh et al., 2014). Namun, hasil yang diperoleh kurang representatif terhadap kondisi lapangan. Oleh sebab itu, pada penelitian ini dilakukan proses kalibrasi dengan metode yang berbeda agar pengukuran kedalaman air mendapatkan nilai yang tidak jauh berbeda dari pengukuran yang sebenarnya.

2. Metode

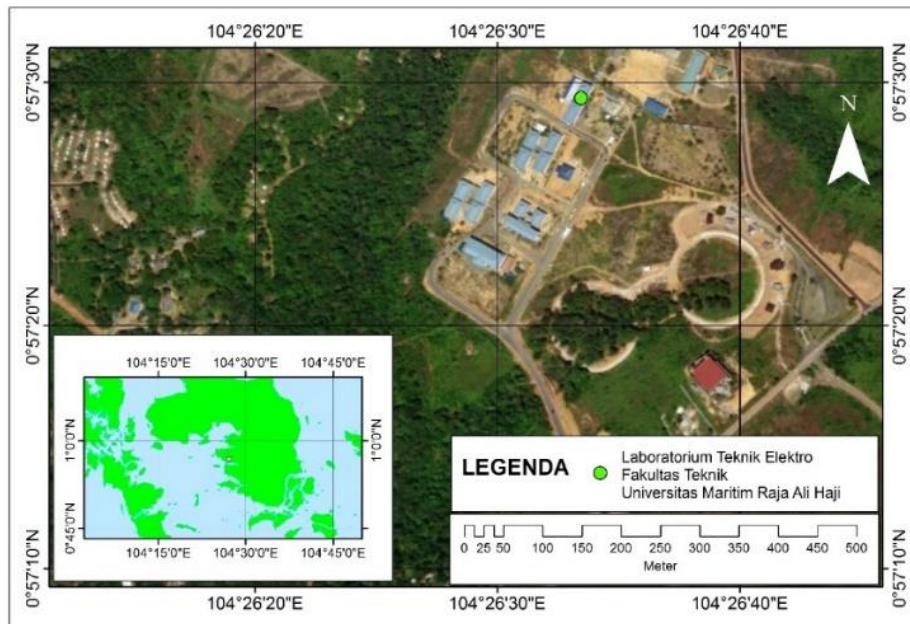
1) Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret sampai Juli 2022. Perancangan, pembuatan, dan pengujian alat dilakukan di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji, Tanjungpinang. Lokasi penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1.

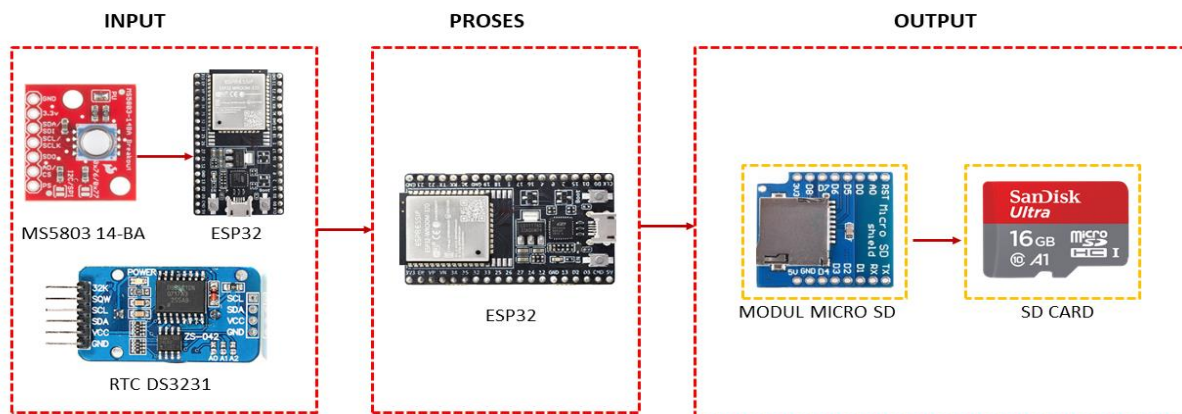
2) Proses Penelitian

Rancang bangun instrumen pengukur kedalaman muka air laut dirancang dari beberapa komponen utama yaitu sensor tekanan air MS5803-14BA, mikrokontroler ESP32, modul RTC DS3231, dan Micro SD Card Shield. Perangkat penelitian ini memanfaatkan sensor tekanan air MS5803-14BA untuk mengukur tekanan air yang dikonversikan menjadi kedalaman air. Perangkat mikrokontroler yang digunakan pada penelitian ini adalah Modul ESP32 berjumlah 2 buah dimana yang pertama sebagai perangkat slave berfungsi membaca data yang diterima dari sensor tekanan air MS5803-14B dan menunggu karakter dari perangkat master untuk mengambil dan mengirim data sensor. ESP32 yang kedua sebagai perangkat master berfungsi untuk

meminta data dan membangun perangkat slave dengan cara mengirimkan karakter. Diagram blok perancangan sistem dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 1. Lokasi Penelitian



Gambar 2. Diagram Blok Perancangan Sistem

3) Pengolahan dan Analisis Data

Sensor MS5803-14BA dikalibrasi untuk mendapatkan nilai kedalaman. Hal ini dilakukan karena sensor ini mengukur tekanan. Kalibrator yang digunakan ialah pipa air 3 inci. Hasil kalibrasi berupa persamaan regresi linear yang bentuk umumnya dapat dilihat pada Pers. (1).

Regresi linear merupakan sebuah teknik yang digunakan untuk mendapatkan model hubungan antara 1 variabel dependen dengan 1 atau lebih variabel independen (Briliant and Kurniawan, 2019). Variabel x merupakan data dari sensor yaitu tekanan air dalam satuan Pascal, y adalah data kalibrator berupa kedalaman air pada pipa dalam cm, a merupakan gradien (slope, dan b adalah konstanta (intersep). Persamaan regresi linear ini akan digunakan untuk menentukan akurasi dan presisi sensor MS5803-14BA.

$$y = ax + b \tag{1}$$

Setelah melakukan perbandingan menggunakan persamaan linier didapatkan koefisien determinasi. Koefisien determinasi digunakan untuk mengetahui seberapa dekat atau seberapa terikatnya hasil pembacaan sensor dalam pengukuran kedalaman air dengan kedalaman sebenarnya (Saragih et al., 2020). Persamaan koefisien determinasi didapat dari Pers. (2). Dalam Pers. (2), r^2 merupakan koefisien determinasi, y merupakan nilai pengukuran awal, \hat{y} merupakan nilai regresi, dan \bar{y} merupakan nilai rata-rata.

Kalibrasi yang dilakukan akan memberikan nilai selisih (error) dari pengukuran sensor dalam pembacaan kedalaman air. Error pengukuran diperoleh menggunakan Pers. (3). Setelah itu, nilai akurasi diperoleh menggunakan Pers. (4). RMSE (*Root Mean Square Error*) juga digunakan untuk mengetahui keakuratan hasil estimasi dengan menggunakan data lapangan. Semakin kecil nilai RMSE, maka semakin baik hasil prediksi (Hasniah et al., 2016). RMSE didapatkan dengan menggunakan Pers. (5). Dalam Pers. (5) n merupakan banyaknya data, x_i merupakan hasil pengukuran 1, dan \hat{x}_i merupakan hasil pengukuran 2.

$$r^2 = \frac{\sum(\hat{y}-\bar{y})^2}{\sum(y-\bar{y})^2} \tag{2}$$

$$Error = \left| \left(\frac{Data\ Kalibrator - Data\ Sensor}{Data\ Kalibrator} \right) \right| \times 100\% \tag{3}$$

$$Akurasi = 100\% - Error \tag{4}$$

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \hat{x}_i)^2}{n}} \tag{5}$$

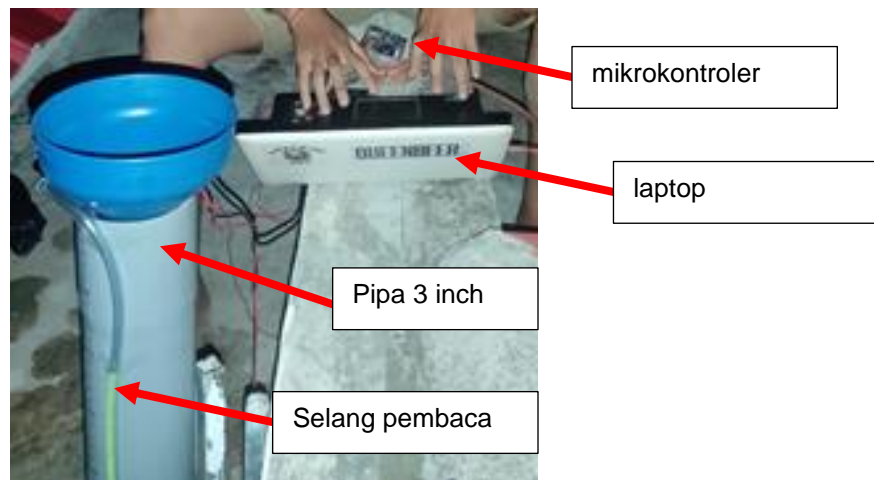
Standar deviasi merupakan kalibrasi pada penelitian ini data tekanan air yang didapat akan dibandingkan dengan data yang sebenarnya menggunakan rumus standar deviasi (Tirtasari, 2017). Kalibrasi dibutuhkan dalam pencarian seberapa presisi sensor dalam mengukur kedalaman air menggunakan rumus standar deviasi. Persamaan standar deviasi dapat dilihat dalam Pers. (6) dengan n adalah banyak data, x_i merupakan data kedalaman sebenarnya (cm), dan \hat{x}_i merupakan data tekanan terkalibrasi (Pa).

$$\text{Standar deviasi} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}_i)^2}{n-1}}$$

Pers. (6)

3. Hasil dan Pembahasan

Kalibrasi sensor MS5803-14BA dilakukan dengan cara memasukkan sensor ke dalam pipa 3 inci sepanjang 4 meter atau 400 cm. Pipa diisi air dan diberi garis ukur untuk mempermudah pengukuran tekanan sesuai kedalaman. Pengukuran dilakukan dengan memasukkan sensor MS5803-14BA ke dasar pipa, lalu pipa diisi air yang sudah diberi pewarna hijau setiap kedalaman 5 cm dari kedalaman 20 cm ke 100 cm dan per 10 cm dari kedalaman 110 cm hingga 400 cm. Pengambilan data tekanan air dilakukan selama 3 detik dengan jumlah 30 data per kedalaman. Pengukuran dan data tekanan air dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4.

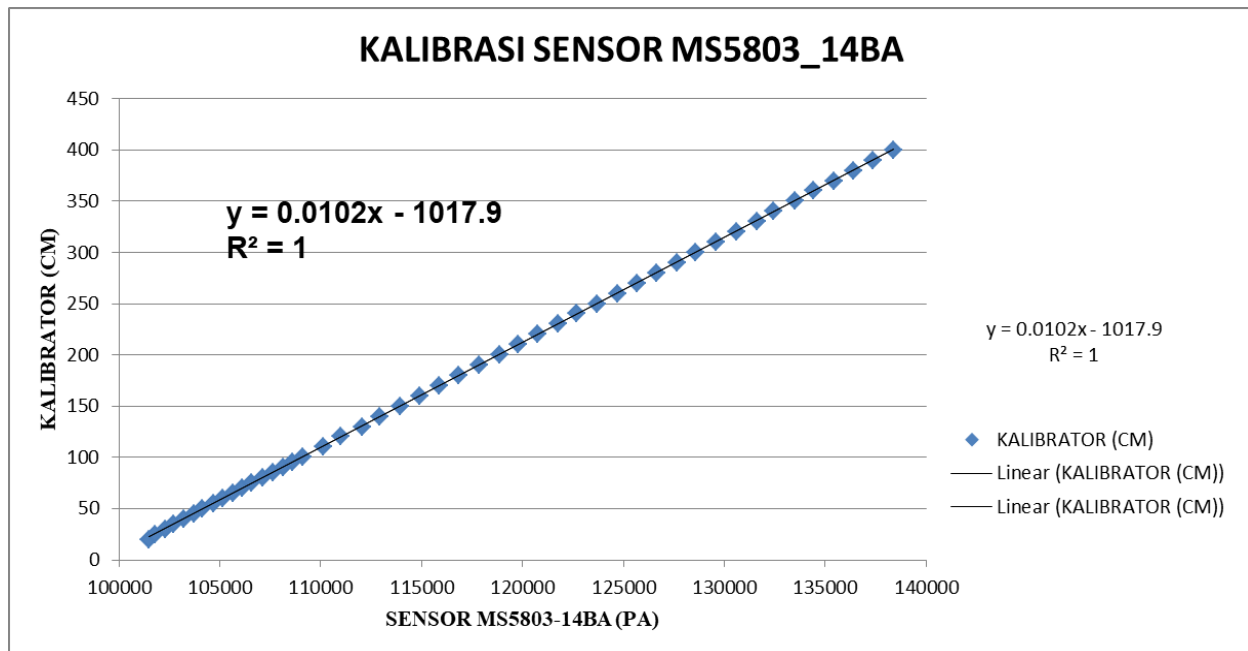


Gambar 3. Pemantauan Pengukuran Kedalaman



Gambar 4. Kedalaman Air Maksimum Pada Pipa 3 Inchi

Pengukuran tekanan air dengan menggunakan pipa telah mendapatkan 1.410 data. Langkah selanjutnya yaitu mencari rata-rata dan standar deviasi dari setiap kedalaman. Rata-rata tekanan air (Pa) yang telah didapatkan akan dibandingkan dengan jarak kedalaman sebenarnya pada pipa (cm) untuk mencari grafik sebaran data dan persamaan regresi linear sensor MS5803-14BA. Grafik sebaran data dan persamaan regresi linear dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Kalibrasi Sensor MS5803-14BA

Dari grafik sebaran data didapatkan persamaan regresi linear, didapatkan nilai a sebagai gradien atau intersep sebesar 0,0102x yang merupakan nilai rata-rata pada variabel Y apabila nilai pada variabel X bernilai 0. Kemudian didapatkan juga nilai b sebagai konstanta atau *slope* sebesar -1017,9 yang merupakan suatu nilai yang menunjukkan seberapa besar kontribusi yang diberikan suatu variabel X terhadap variabel Y (Mendenhall et al., 2013). Hasil model regresi linear pada Gambar 5 menunjukkan koefisien determinasi sensor MS5803-14BA sebesar 1. Kemudian pada persamaan regresi linear ditambahkan nilai offset antara sensor dan kalibrator sebesar 5. Persamaan regresi linear tersebut dimasukkan ke program untuk mendapatkan akurasi sensor. Rata-rata akurasi sensor MS5803-14BA yang didapatkan sebesar 99,75% dengan persentase error sebesar 0,25% dan RMSE sebesar 7,55 cm. Dari ketiga hasil kalibrasi sensor dapat disimpulkan bahwa sensor MS5803-14BA ini memiliki tingkat akurasi yang cukup baik. Persamaan regresi linear yang diperoleh dapat dilihat pada Pers. (7). Dalam Pers. (7), x

merupakan data kedalaman dari sensor tekanan (Pa) dan y merupakan data kedalaman yang terkalibrasi (cm).

$$y = 0.0102x - 1017.9 \quad \text{Pers. (7)}$$

Dari hasil penelitian ini, MS5803-14BA dapat dinyatakan sebagai sensor yang mampu mengukur tekanan air. Sensor ini juga mampu mengonversikan nilai tekanan menjadi kedalaman. Sensor ini akurat untuk digunakan dalam aplikasi pengukur tinggi muka air laut (Indrayanti et al., 2020; Lockridge et al., 2016). Penelitian (Cherqui et al., 2020) menggunakan sensor ini untuk mengukur kedalaman memiliki tingkat akurasi sebesar +5 mm dan presisi 3 mm pada uji coba di kedalaman yang berbeda. Hasil kalibrasi pada penelitian ini menunjukkan nilai yang lebih jauh. Hal ini dimungkinkan karena faktor suhu dan kelembaban yang mempengaruhi nilai tekanan yang diperoleh (Stewart, 2008).

4. Kesimpulan

Penelitian ini telah melakukan kalibrasi sensor tekanan MS5803-14BA. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor tekanan MS5803-14BA mampu digunakan untuk mengukur kedalaman air. Rata-rata akurasi sensor tekanan MS5803-14BA diperoleh sebesar 99,75% dengan persentase error sebesar 0,25% dan RMSE sebesar 7,55% dari 1.410 data kalibrasi yang didapatkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sensor tekanan MS5803-14BA akurat dan mampu untuk mengukur tinggi muka air.

Daftar Rujukan

- Akrom, I.F., Agustiani, H., 2018. Evaluasi Kinerja Alat Ukur Tinggi Muka Air Otomatis Menggunakan Kalibrator Di Laboratorium. *JURNAL TEKNIK HIDRAULIK* 9. <https://doi.org/10.32679/jth.v9i2.585>
- Apdillah, D., Jaya, I., Iqbal, M., Deswati, R., Glagah, M., Kusumah, B., Nugroho, A.T., Syafi'i, I., 2021. The Bintan MOS development: contribution of ideas to realize Nusantara marine observation network. *Depik* 10, 53–59. <https://doi.org/10.13170/depik.10.1.18181>
- Briliant, E.H., Kurniawan, M.H.S., 2019. Perbandingan Regresi Linier Berganda dan Regresi Buckley- James Pada Analisis Survival Data Tersensor Kanan. *Proceedings of The 1st STEEEM 2019* 1, 1–19.
- Cherqui, F., James, R., Poelsma, P., Burns, M.J., Szota, C., Fletcher, T., Bertrand-Krajewski, J.L., 2020. A platform and protocol to standardise the test and selection low-cost sensors for water level monitoring. *H2Open Journal* 3, 437–456. <https://doi.org/10.2166/h2oj.2020.050>
- Chetpattananondh, K., Tapoanoi, T., Phukpattaranont, P., Jindapetch, N., 2014. A self-calibration water level measurement using an interdigital capacitive sensor. *Sensors and Actuators A: Physical* 209, 175–182. <https://doi.org/10.1016/j.sna.2014.01.040>
- Egistian, F., 2021. Rancang Bangun Pasang Surut Air Laut Secara Real-Time Berbasis Sensor Tekanan Dan GSM SIM900A. [Skripsi] Universitas Maritim Raja Ali Haji.

- Egistian, F., Nugraha, S., Kusuma, H.A., 2021. KALIBRASI SENSOR TEKANAN HK3022 SEBAGAI PENGUKUR TINGGI MUKA AIR LAUT. *Student Online Journal (SOJ) UMRAH-Teknik 2*, 178–183.
- Haq, N.A., Khomsin, Pratomo, D.G., 2021. The Design of an Arduino Based Low-Cost Ultrasonic Tide Gauge with the Internet of Things (Iot) System. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 698. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/698/1/012004>
- Hasniah, Wahyuningsih, S., Yuniarti, D., 2016. Application of ARIMA Ensemble Method in forecasting (Case Study : Inflation in Indonesia). *Jurnal Eksponensial* 7, 85–94.
- Holinde, L., Badewien, T.H., Freund, J.A., Stanev, E. V., Zielinski, O., 2015. Processing of water level derived from water pressure data at the Time Series Station Spiekerooog. *Earth System Science Data* 7, 289–297. <https://doi.org/10.5194/essd-7-289-2015>
- Indrayanti, E., Wijayanti, D.P., Siagian, H.S.R., 2020. Pasang Surut, Arus dan Gelombang Berdasarkan Data Pengukuran Acoustic Doppler Current Profiler di Perairan Pulau Cilik, Karimunjawa. *Buletin Oseanografi Marina* 9, 37–44. <https://doi.org/10.14710/buloma.v9i1.29065>
- Kombo, O.H., Kumaran, S., Bovim, A., 2021. Design and Application of a Low-Cost, Low- Power, LoRa-GSM, IoT Enabled System for Monitoring of Groundwater Resources with Energy Harvesting Integration. *IEEE Access* 9, 128417–128433. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3112519>
- Kusuma, H.A., Jaya, I., Manik, H.M., 2016. Design and Implementation of Electronic Logging Instrument To Help Scientific Diver in Coral Reef Monitoring. *Marine Research in Indonesia* 41, 37–49. <https://doi.org/10.14203/mri.v41i1.96>
- Lockridge, G., Dzwonkowski, B., Nelson, R., Powers, S., 2016. Development of a Low-Cost Arduino-Based Sonde for Coastal Applications. *Sensors* 16, 528. <https://doi.org/10.3390/s16040528>
- Lyman, T.P., Elsmore, K., Gaylord, B., Byrnes, J.E.K., Miller, L.P., 2020. Open Wave Height Logger: An open source pressure sensor data logger for wave measurement. *Limnology and Oceanography: Methods* 18, 335–345. <https://doi.org/10.1002/lom3.10370>
- Marzuarman, M., Faizi, M.N., Stephan, S., 2020. Rancang Bangun ROV (Remotely Operated Vechile) Untuk Mengukur Kedalaman Air Berbasis Sensor MS5803-14BA. *Elkha* 12, 19. <https://doi.org/10.26418/elkha.v12i1.39833>
- Mendenhall, W., Beaver, R.J., Beaver, B.M., 2013. *Introduction to Probability and Statistics*, 14th ed. Brooks/Cole, Boston.
- Missa, I.K., Laponi, L.A.S., Wahid, A., 2018. Rancang Bangun Alat Pasang Surut Air Laut Berbasis Arduino Uno Dengan Menggunakan Sensor Ultrasonik Hc-Sr04. *Jurnal Fisika : Fisika Sains dan Aplikasinya* 3, 102–105. <https://doi.org/10.35508/fisa.v3i2.609>
- Pambuko, D.M., Jondri, J., Umbara, R.F., 2013. Identifikasi Kedalaman Laut (Bathymetry) berdasarkan Warna Permukaan Laut pada Citra Satelit menggunakan Metode ANFIS. *Jurnal Matematika Integratif* 9, 167. <https://doi.org/10.24198/jmi.v9i2.10193>
- Putra, A., 2015. SISTEM MONITORING PENGUKURAN PASANG SURUT AIR LAUT BERBASIS SMS MENGGUNAKAN SENSOR ULTRASONIK DAN KOMPUTER MINI. sustainable umrah.
- Saragih, I.J.A., Rumahorbo, I., Yudistira, R., Sucahyono, D., 2020. Prediksi Curah Hujan Bulanan Di Deli Serdang Menggunakan Persamaan Regresi Dengan Prediktor Data Suhu Dan Kelembapan Udara. *Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika* 7, 6–14.

- Stewart, R.H.R.H.R.H., 2008. Introduction to Physical Oceanography, Department of Oceanography Texas A & M University. Texas A & M University.
- Tirtasari, N.L., 2017. Uji Kalibrasi (Ketidakpastian Pengukuran) Neraca Analitik Di Laboratorium Biologi Fmipa Unnes. Indonesian Journal of Chemical Science 6, 151–155.
- Wijaya, A.D., Mudin, Y., Farhamsah, D., 2016. Rancang Bangun Alat Ukur Gelombang Pasang Surut Jarak Jauh Dengan Memanfaatkan Short Message Services (SMS). Gravitasi 15, 1–9.