

Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266

(Design and Development of a Sea Water Level Monitoring System Using Arduino Pro Mini and NodeMCU ESP8266)

Mona Arif Muda Batubara¹, Muhamad Rijal Sidiq², Ardian Ulvan², Melvi⁴

Universitas Lampung, Bandar Lampung, Indonesia

melvi@eng.unila.ac.id^{1,2,3,4}



Article History:

Diterima pada 12 Januari 2023
Revisi 1 pada 20 Januari 2023
Revisi 2 pada 1 Februari 2023
Revisi 3 pada 12 Februari 2023
Disetujui pada 17 Februari 2023

Abstract

Purpose: This study aims to develop and implement a real-time sea water level monitoring system to anticipate high wave hazards, particularly in coastal areas such as Ketapang Pier, Pesawaran Regency, Lampung Province.

Research methodology: The system utilizes an IoT-based approach involving an SRF04 ultrasonic sensor for water surface measurement, an Arduino Pro Mini for data processing, a NodeMCU ESP8266 for server connectivity, a DS3231 RTC for time accuracy, and a microSD card module for offline data storage. The system is powered using a 12V adapter regulated through an LM2596 module.

Results: Field testing demonstrated that the system accurately records water level distances with an average relative difference of 0.205% between Blynk App and SD Card outputs. The system classifies water levels into two status categories: normal and hazard.

Conclusions: The implemented monitoring instrument functions reliably in real-time conditions and offers accurate water level readings, making it suitable for coastal hazard early warning systems.

Limitations: The system is dependent on continuous power and stable internet connectivity; thus, functionality may be affected in remote or offline environments.

Contribution: This research provides an affordable and accurate IoT-based water level monitoring solution that can be replicated in other coastal areas for disaster risk reduction and environmental monitoring.

Keywords: *Arduino Pro Mini, Blynk, NodeMCU ESP8266, SRF04.*

How to Cite: Batubara, M, A, M., Sidiq, M, R., Ulvan, A., Melvin, M. (2025) Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 27-38.

1. Introduction

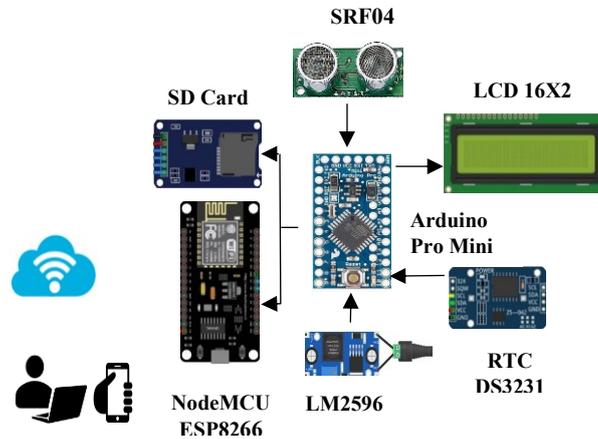
Gelombang pasang merupakan gelombang air laut yang melebihi batas normal yang dapat menimbulkan bahaya di laut maupun di darat terutama daerah pinggir pantai (Nurzaman, Shaw, & Roychansyah, 2020; Torong, Mardiono, Apriyanto, & Friadi, 2023). Umumnya gelombang pasang terjadi karena adanya angin kencang atau puting beliung, perubahan cuaca yang sangat cepat, dan karena ada pengaruh dari gravitasi bulan ataupun matahari. Kecepatan gelombang pasang sekitar 10-100 km/jam (Bennett et al., 2023). Gelombang pasang di laut akan menyebabkan tersapunya daerah pinggir pantai yang disebut dengan abrasi (Irsadi, Martuti, Abdullah, & Hadiyanti, 2022). Dampak bencana gelombang pasang tidak dapat diremehkan. Kerusakan sarana dan prasarana, termasuk perumahan, infrastruktur transportasi, pelabuhan, merupakan dampak fisik yang langsung dirasakan oleh masyarakat sekitar pesisir (Dharma, Agustina, & Windah, 2021; Suyudi, Sudadio, & Suherman, 2022). Langkah konkrit untuk mencegah terjadinya bencana gelombang pasang adalah dengan

memonitoring tinggi permukaan air laut. Sistem ini mampu mengukur tinggi permukaan air laut secara real time (Garzon et al., 2024; Melvi, Ulvan, Sidiq, & Batubara, 2023).

2. Methodology

2.1 Perancangan Hardware

Perancangan hardware sistem monitoring permukaan air laut ini terdiri dari Arduino Pro Mini, NodeMCU ESP8266, sensor ultrasonik SRF04, RTC DS3231, Modul SD Card, Regulator LM2596, dan LCD 16x2.



Gambar. 1 Diagram blok sistem

1. **Arduino Pro Mini**
Arduino Pro Mini berfungsi untuk mengontrol dan memproses data
2. **NodeMCU ESP8266**
NodeMCU ESP8266 berfungsi mengirimkan data ke server yang terhubung dengan android.
3. **Sensor Ultrasonik SRF04**
Sensor SRF04 berfungsi sebagai pengukur jarak antara penghalang dan sensor dengan menggunakan gelombang ultrasonik (Pereira, de Carvalho, Mendes, & Formiga, 2022). Sensor ini mampu mendeteksi jarak tanpa sentuhan langsung dengan akurasi yang tinggi dan pembacaan yang stabil. Sensor ini sudah tersedia modul transmitter dan receiver gelombang ultrasonik. Sensor SRF04 akan memancarkan sinyal ultrasonik dan merambat sebagai gelombang bunyi dengan kecepatan sekitar 340 m/s. Ketika menumbuk suatu benda, maka sinyal tersebut akan dipantulkan oleh benda tersebut. Setelah gelombang pantulan sampai di alat penerima, maka sinyal tersebut akan diproses untuk menghitung jarak benda tersebut (Hermawan, Wulandari, Buana, & Sanjaya, 2021; Utomo, Azizah, & Pangestu, 2022). Jarak benda dihitung berdasarkan persamaan:

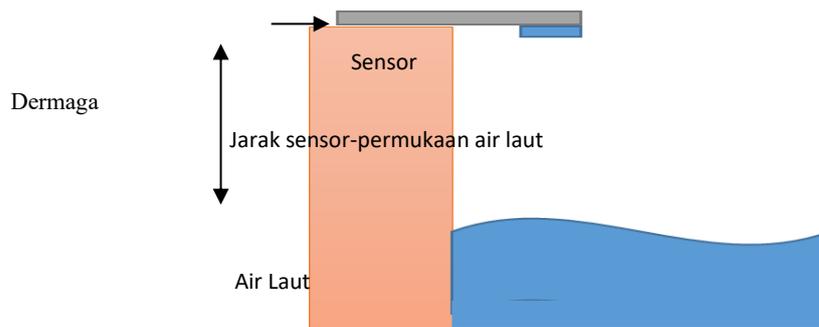
$$s = 340.t/2$$

Di mana:

s = jarak yang diukur

t = waktu tempuh

Penempatan alat akan dilakukan di sekitar dermaga, diletakkan dengan posisi tegak lurus dengan permukaan air laut seperti yang tampak pada Gambar 2.



Gambar 2. Ilustrasi penempatan alat

4. RTC DS3231

RTC merupakan singkatan dari Real Time Clock. Modul RTC ini adalah sistem untuk pencacah waktu yang memiliki akurasi dan presisi yang sangat tinggi (Joyce, 2022). Modul ini bisa bergeser hanya kurang dari 1 menit per tahunnya, sehingga cocok untuk aplikasi yang membutuhkan akurasi waktu yang kritis. Modul ini dapat menyimpan waktu yang berupa detik, menit, jam, tanggal, bulan, dan tahun, yang mengupdate tanggal dan waktu secara berkala dan biasanya telah dilengkapi dengan baterai CR2032 3V yang berguna agar RTC tetap dapat bekerja bila catu daya utama mati (Raj, Srivasan, Vijay, Prasanth, & Pranav, 2023).

5. Modul SD Card

Modul MicroSD Card Adapter adalah modul yang berfungsi untuk membaca kartu microSD melalui sistem file dan SPI antarmuka driver, MCU untuk melengkapi sistem file untuk membaca dan menulis kartu MicroSD Pada pemrograman langsung menggunakan Arduino IDE untuk inialisasi program (Bravo-Zanoguera, Cuevas-González, Reyna, García-Vázquez, & Avitia, 2020). Modul ini berfungsi sebagai penyimpanan data secara offline (Butuner & Uzun, 2021).

6. LCD 16x2

LCD berfungsi untuk menampilkan informasi berupa tinggi permukaan air terukur, waktu (jam, menit, detik), dan hari (tanggal, bulan, tahun) (Mohammed, Al-Naji, Farjo, & Chahl, 2019).

7. LM2596

LM2596 sebagai regulator switching step-down DC to DC (Ramos-Hernanz et al., 2025)

8. Aplikasi Blynk

Aplikasi Blynk adalah layanan server yang dapat diunduh melalui Google Play untuk iPhone Operating System (iOS) dan Operating System (OS) android yang dirancang untuk mengendalikan perangkat hardware, menampilkan data sensor, menyimpan data, visualisasi, dan lain-lain (Rif'an, 2019). Terdapat tiga komponen utama Blynk, yaitu aplikasi, server, dan library (Pramana, Akbar, & Ramadhani, 2025).

2.2 Perancangan Software

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah software yang digunakan untuk membuat program pada arduino, Arduino IDE bisa didownload secara gratis di website resmi Arduino (Fezari & Al Dahoud, 2018). Arduino IDE berguna sebagai text editor untuk membuat, mengedit, dan juga memvalidasi kode program. Dan meng-upload ke board arduino. Kode program yang digunakan pada arduino disebut dengan istilah *sketch* atau disebut juga *source code* arduino, dengan ekstensi file (Pratomo & Perdana, 2017) *.ino*.

Pada Arduino IDE perlu menambahkan board ESP8266, bertujuan agar board yang support WiFi ESP8266 seperti NodeMCU, Wemos, dll bisa diprogram pada Arduino IDE. Di samping itu perlu menambahkan board Arduino Pro Mini dan menambahkan library. Library arduino merupakan kumpulan kode yang memudahkan untuk terhubung ke sensor, display, modul, dll. Kelebihan arduino, salah satunya adalah dengan banyaknya library yang disediakan oleh arduino itu sendiri maupun oleh pengembang arduino lainnya. Hal ini mempermudah membuat dan mempersingkat program. Pada sistem ini ada dua program (source code), yaitu program pada Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266.

2.3 Pengujian

2.3.1 Pengujian Catu Daya

Untuk mendapatkan tegangan yang stabil untuk menyuplai tegangan ke seluruh rangkaian menggunakan catu daya adaptor 12V. Output dari adaptor 12V diturunkan oleh regulator LM2596 menjadi 5V DC 3A (Bentoutou, Boutte, Limam, Yazid, & Laribi, 2023), sebagaimana yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1 Pengujian regulator LM2596

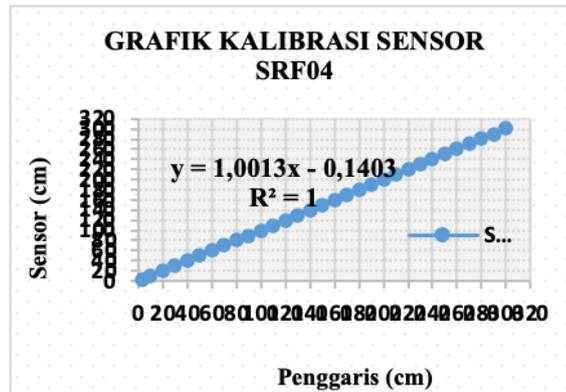
Item Pengujian	V out
Adaptor 12V	12 V
LM2596	5,09 V

2.3.2 Kalibrasi Sensor Ultrasonik SRF04

Proses Pengujian/kalibrasi sensor SRF04 adalah dengan membandingkan data SRF04 yang ditampilkan pada LCD 16x2 dengan sebuah mistar, apakah ada penyimpangan yang cukup signifikan antara SRF04 dengan sebuah mistar (Komarizadehasl, Mobaraki, Ma, Lozano-Galant, & Turmo, 2022; A. K. Kumar, Sarangi, Singh, Dash, & Mani, 2023). Hasil pengujian sensor SRF04 terdapat pada Tabel 2.

Tabel 2 Hasil Pengujian Sensor SRF04

Mistar (cm)	SRF04 (cm)	Error (%)	Mistar (cm)	SRF04 (cm)	Error (%)
3	3.00	0.00	160	160.56	0.56
10	10.00	0.00	170	170.49	0.49
20	20.00	0.00	180	179.80	0.20
30	30.00	0.00	190	190.15	0.15
40	40.00	0.00	200	199.86	0.14
50	50.00	0.00	210	210.30	0.30
60	60.42	0.42	220	220.29	0.29
70	69.78	0.22	230	230.15	0.15
80	79.80	0.20	240	239.65	0.35
90	89.65	0.35	250	250.41	0.41
100	100.00	0.00	260	260.32	0.32
110	110.15	0.15	270	270.82	0.82
120	120.28	0.28	280	280.48	0.48
130	128.55	1.45	290	289.67	0.33
140	140.62	0.62	300	300.56	0.56
150	149.01	0.99			



Gambar 3. Kalibrasi SRF04

Dari data pada Tabel 3, dapat dibuat grafik hubungan antara hasil pengukuran sensor dan penggaris. Hasil pengukuran sensor pada LCD sebagai sumbu y dan hasil pengukuran dengan penggaris/mistar sebagai sumbu x, sebagaimana yang terdapat pada Gambar 3 di atas

2.3.3 PengujianLCD

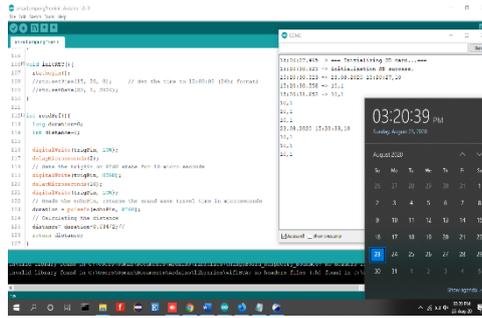
Program untuk menampilkan data ke LCD 16x2 adalah menggunakan library I2C LCD. Alasan menggunakan LCD 16x2 adalah untuk menghemat penggunaan pin GPIO Arduino Pro Mini, karena Arduino Pro Mini hanya menyediakan pin GPIO yang terbatas yaitu pin digital sebanyak tigabelas pin dan pin analog sebanyak delapan pin, oleh karena itu dengan adanya modul I2C LCD tersebut dapat menghemat pin arduino yang digunakan. Berikut adalah program pengujian I2C LCD pada fungsi program *initLcd()*. Agar I2C LCD 16x2 dapat terbaca oleh Arduino Pro Mini, maka pada header program harus dimasukkan alamat register I2C LCD 16x2. Pada umumnya register I2C LCD 16x2 dengan berbasis IC PCF8574T nilai alamat register nya adalah (0x27). Adapun pengujian I2C LCD 16x2 dapat dilihat pada Gambar 4.



Gbr 4 Pengujian LCD

2.3.4 Pengujian RTC

Untuk dapat menampilkan data jam dan tanggal secara realtime pada data logger SD Card dan pengiriman data ke server Blynk, maka digunakan modul RTC DS3231 sebagai sumber data tanggal dan jam. Cara megakses modul RTC DS3231 adalah menggunakan komunikasi I2C, yaitu komunikasi interface mikrokontroler agar dapat berkomunikasi dengan komponen atau perangkat lain, dalam hal ini adalah modul RTC DS3231. Pada komunikasi I2C tersebut hanya membutuhkan dua buah pin komunikasi yaitu pin SDA dan SCL. SDA adalah sebagai pin jalur data dan SCL adalah sebagi pin jalur clock sebagai trigger data pada komunikasi tersebut.



Gbr 5 Pengujian RTC

2.3.5 Pengujian SD Card

Pada alat ini, SD Card berfungsi sebagai data logger dari pembacaan sensor SRF04, tujuannya adalah sebagai backup data ketika modul NodeMCU ESP8266 tidak terkoneksi dengan jaringan internet. Oleh karena itu, dalam proses mengakses modul SD Card tersebut harus diketahui apakah SD Card sudah terinstal dengan benar pada modul atau belum. Adapun pada Gambar 6 merupakan proses pengujian SD Card saat terinstal dan tidak pada sistem.

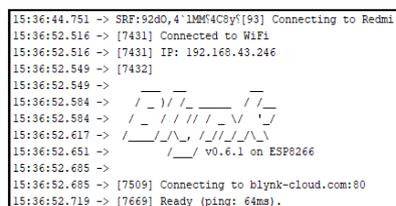


Gambar 6. Pengujian SD Card

Pada hasil pengujian menunjukkan bahwa ketika SD Card tidak terinstal dengan baik pada perangkat, maka LCD 16x2 akan menampilkan tulisan “SD Failed...!” dan program tidak melanjutkan ke fungsi selanjutnya. Sebaliknya jika SD Card sudah terinstal dengan baik, maka LCD 16x2 akan menampilkan tulisan “SD Card Success...” dan program akan melanjutkan ke fungsi berikutnya yaitu pembacaan sensor SRF04. Dari pengujian SD Card dapat disimpulkan bahwa agar perangkat bekerja dengan baik maka SD Card harus terinstal dengan baik pada perangkat.

2.3.6 Pengujian NodeMCU ESP8266

Aplikasi Blynk adalah Platform Internet Of Things (IoT) yang digunakan pada sistem. Koneksi perangkat NodeMCU dengan server Blynk menggunakan jalur internet (Mazalan, 2019). Pada sistem ini, untuk dapat menggunakan fasilitas gratis dari Blynk adalah dengan mendaftarkan akun dengan email sehingga nantinya akan mendapatkan kode token yang dikirimkan oleh server Blynk ke alamat email yang telah didaftarkan. Agar proses pengiriman data pembacaan sensor SRF04 dapat disimpan pada server Blynk, maka dilakukan inisialisasi program Blynk dengan koneksi internet yang terhubung dengan modul NodeMCU ESP8266 (P. Kumar, Kumar, & Kumar).

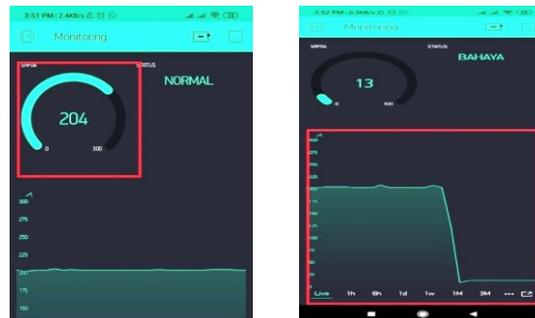


Gambar 7. Pengujian koneksi NodeMCU ESP8266 ke server Blynk

Pada Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian koneksi WiFi sehingga dengan server Blynk. Dari gambar tersebut diketahui bahwa port komunikasi yang digunakan adalah Port 80 dengan kecepatan transfer data rata-rata adalah 64 ms.

2.3.7 Pengujian Blynk

Pengujian Blynk untuk mengetahui koneksi antara modul NodeMCU ESP8266 sebagai modul WiFi dengan server Blynk. Pada Gambar 8, 9, dan 10 menunjukkan pengujian pada Blynk saat modul NodeMCU online dan offline.



Gambar 8. Pengujian Data SRF04 ke Virtual Pin V0 dan V6

Jarak ≤ 100 cm

Jarak > 100 cm



Gambar 9. Pengujian jarak



Gambar 10. Pengujian saat tidak ada koneksi

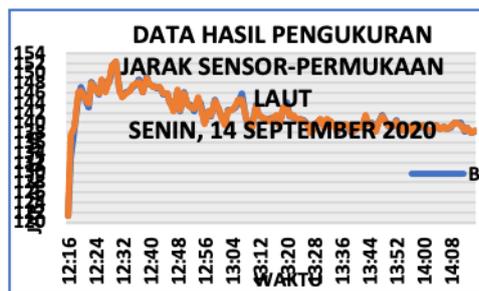
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian dilakukan di sekitar Dermaga Ketapang yang terletak di Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung yang berada pada titik koordinat (-5.587505, 105.226909). Pengujian dilakukan selama tujuh hari dengan durasi dua jam setiap pengujian, untuk mengetahui perbedaan atau selisih dari hasil pengukuran jarak yang terekam oleh SD Card dengan aplikasi Blynk. Sensor ultrasonik mengukur jarak antara sensor dengan permukaan air laut. Gambar 11 menunjukkan fisik alat monitoring permukaan air laut.



Gambar 11. Alat monitoring permukaan air laut

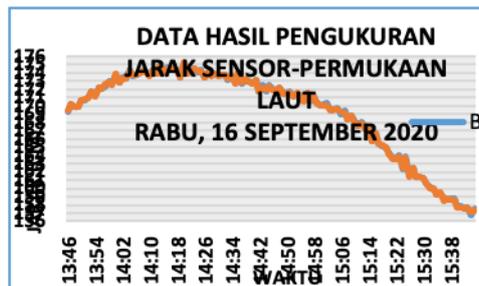
Sensor ultrasonik bekerja ketika diberikan tegangan positif pada pin trigger yang ada pada sensor ultrasonik selama $10 \mu s$ dari pin output mikrokontroler Arduino Pro Mini. Modul sensor akan mengirim 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz. Sinyal dari pin trigger akan diterima oleh pin echo. Setelah gelombang pantulan diterima oleh echo, maka sinyal tersebut diproses untuk menghitung jarak benda tersebut. Setelah itu data yang sudah direkam lalu dikirimkan ke mikrokontroler Arduino Pro Mini dan dikirim ke modul ESP8266 melalui serial port yang terhubung ke jaringan WiFi, kemudian dikirimkan ke server yang bisa dimonitor dengan smartphone atau laptop. Data yang terekam dikirim melalui email dengan format .CSV dalam bentuk angka, kemudian dikonversikan dalam bentuk Excel sehingga dapat dianalisa. Pada hasil pengujian didapatkan grafik-grafik seperti pada Gambar 12 s/d 18.



Gambar 12. Grafik pengukuran jarak hari ke-1.



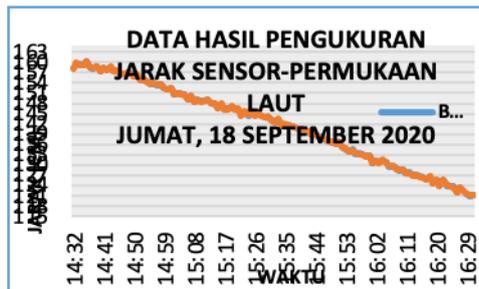
Gambar 13. Grafik pengukuran jarak hari ke-2.



Gambar 14. Grafik pengukuran jarak hari ke-3.



Gambar 15. Grafik pengukuran jarak hari ke-4.



Gambar 16. Grafik pengukuran jarak hari ke-5.



Gambar 17. Grafik pengukuran jarak hari ke-6.



Gambar 18. Grafik pengukuran jarak hari ke-7.

Untuk mencari tingkat perbedaan hasil pengukuran yang direkam oleh SD Card dan Blynk yang ada pada alat monitoring permukaan air laut ini, digunakan rumus perbedaan/selisih absolut dan perbedaan/selisih relatif. Perbedaan absolut (*absolute difference*) adalah selisih atau perbedaan yang dihitung tanpa memperhatikan tanda positif atau negatif antara dua nilai variabel. Perbedaan absolut tidak menunjukkan besarnya tingkat kesalahan, tetapi hanya sekedar menunjukkan selisih perbedaan antara variabel tersebut. Perbedaan/selisih absolut di sini disebut sebagai Nilai Selisih [7].

$$\text{Selisih} = |X1 - X2|$$

Dimana

X1 = Data yang terekam oleh Blynk

X2 = Data yang terekam oleh SD Card

Perbedaan/selisih relatif menunjukkan besarnya tingkat perbedaan/selisih antara nilai variabel yang dihitung dengan membandingkan perbedaan/selisih absolut terhadap nilai eksaknya (biasanya dinyatakan dalam %). Perbedaan/selisih relatif di sini disebut dengan Nilai Persentase Selisih. Semakin kecil perbedaan/selisih relatifnya, maka nilai perkiraan yang diperoleh akan semakin baik.

$$\text{Perbedaan Relatif} = \frac{|X1 - X2|}{X2} \times 100\%$$

Di mana:

$$|X1 - X2| = \text{Selisih}$$

X2 = Data yang terekam oleh SD Card

Dari hasil perhitungan di atas, dapat direkapitulasi selisih rata-rata pengukuran jarak yang terekam oleh Blynk dan SD Card seperti pada Tabel 3 berikut ini

Tabel 3. Hasil Selisih Rata-Rata

Hari/Tanggal	Nilai rata-rata selisih (cm)	Persentase rata-rata selisih
Senin,14/9/2020	0,300	0,211%
Selasa,15/9/2020	0,239	0,147%
Rabu,16/9/2020	0,090	0,053%
Kamis,17/9/2020	0,529	0,413%
Jumat,18/9/2020	0,198	0,139%
Sabtu,19/9/2020	0,132	0,096%
Minggu,20/9/2020	0,529	0,377%
Jumlah	2,017	1,436%
Rata-rata	0,288	0,205%

Dari tabel di atas, bisa dilihat bahwa total dari selisih pengukuran rata-rata antara data yang terekam pada Blynk dan SD Card adalah 0,288 cm atau sekitar 0,205%. Hal ini berarti:

Pengukuran Blynk - SD Card:

$$= 100\% - \text{Rata-rata selisih}$$

$$= 100\% - 0,205\%$$

$$= 99,795\%$$

Total persentase kesamaan hasil pengukuran yang terekam oleh Blynk dan SD Card adalah sebesar 99,795%.

Pada Table 3, dapat dilihat bahwa persentase selisih hasil pengukuran yang terekam pada SD Card dengan yang tampil pada web server Blynk sedikit lebih besar terjadi pada hari Kamis yaitu 0,413% dan hari Minggu yaitu 0,377%. Hal ini bisa disebabkan oleh pengiriman data yang “loss” lebih banyak dibandingkan dengan hari yang lain. Pada hasil pengujian “packet loss” dapat dilihat bahwa packet data yang loss adalah sebesar 7%. Berdasarkan standar TIPHON (Telecommunications and Internet Protocol Harmonization Over Network) [8], paket loss sebesar 7% masuk dalam kategori “Good”. Salah satu penyebab packet loss adalah kepadatan aliran trafik pada jaringan.

Pada grafik hasil pengukuran, didapat bahwa jarak permukaan permukaan air laut dengan sensor adalah lebih dari 100 cm. Ini berarti gelombang dalam kondisi “NORMAL”. Hal ini dikarenakan, pada alat diprogram, jika jarak permukaan permukaan air laut dengan sensor adalah lebih dari 100 cm, maka

berarti dalam kondisi “NORMAL”. Jika jarak permukaan permukaan air laut dengan sensor adalah kurang dari atau sama dengan 100 cm, maka berarti dalam kondisi “BAHAYA”.

4. Conclusion

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian mengenai rancang bangun alat monitoring ketinggian air laut ini, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Alat ini dirancang untuk dapat memonitoring tinggi permukaan gelombang air laut secara online dan dapat memberi informasi, apakah permukaan air laut sedang dalam kondisi bahaya atau dalam keadaan normal, serta dapat menyimpan data secara offline sebagai back-up data dan bekerja secara realtime yang terhubung ke smartphone atau laptop, sehingga lebih praktis dan ekonomis.
2. Alat ini menggunakan Arduino Pro Mini yang memiliki dimensi yang kecil, sehingga bisa menghemat tempat tetapi tetap powerful dan memiliki kemampuan yang tidak kalah dengan Arduino Uno, serta dirancang langsung menggunakan adapter 12 volt yang membutuhkan sumber tegangan listrik AC 220 volt, sehingga dapat melakukan pengukuran sepanjang waktu, tidak bergantung dengan baterai, power bank, ataupun yang sejenisnya, dengan catatan, selama pengukuran tersedia sumber tegangan 220 volt.
3. Pada alat monitoring ini, telah dilakukan pengujian selama tujuh hari dengan durasi dua jam setiap harinya. Penentuan tingkat perbedaan hasil dapat dilihat dari korelasi dan perbedaan relative dari perbandingan pengukuran oleh SD Card dengan hasil yang ditampilkan pada web server Blynk adalah 0,288 cm atau sekitar 0,205%. Hal ini berarti persentase kesamaan hasil pengukuran yang terekam oleh SD Card dan yang tampil pada web server Blynk adalah sebesar 99,795%.

4.2 Saran

Alat monitoring gelombang air laut ini memiliki kinerja yang baik pada kondisi perairan yang tenang, tetapi masih perlu mengoptimalkan prinsip kerja dan perlu dilakukan pengembangan untuk penelitian selanjutnya sebagai berikut:

1. Dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai perbedaan/selisih data yang dikirim dengan yang diterima secara lebih terperinci serta dilakukan pengujian yang lebih akurat tentang internet quality test.
2. Alat monitoring gelombang yang telah dibuat ini, memiliki kekurangan yaitu rentan terhadap perubahan cuaca terutama hujan, oleh karena itu untuk penelitian selanjutnya diharapkan hasil penelitian yang tahan terhadap air, panas, ataupun perubahan cuaca lainnya.

Referensi

- Bennett, W. G., Karunaratna, H., Xuan, Y., Kusuma, M. S. B., Farid, M., Kuntoro, A. A., . . . Amaratunga, D. (2023). Modelling compound flooding: a case study from Jakarta, Indonesia. *Natural Hazards*, *118*(1), 277-305. doi:[10.1007/s11069-023-06001-1](https://doi.org/10.1007/s11069-023-06001-1)
- Bentoutou, H., Boutte, A., Limam, L., Yazid, B., & Laribi, A. (2023). *Design and Analysis of a DC/DC Buck Converter with Load Switch for Educational Nanosatellite Power Sub-systems*.
- Bravo-Zanoguera, M., Cuevas-González, D., Reyna, M. A., García-Vázquez, J. P., & Avitia, R. L. (2020). Fabricating a portable ECG device using AD823X analog front-end microchips and open-source development validation. *Sensors*, *20*(20), 5962. doi:<https://doi.org/10.3390/s20205962>
- Butuner, R., & Uzun, Y. (2021). Arduino microcontroller card. *S. Kocer, O. Dundar*.
- Dharma, F., Agustina, Y., & Windah, A. (2021). Penerapan Manajemen Keuangan dan Digital Marketing pada Pelaku Usaha Rengginang di Desa Kunjir. doi:<https://doi.org/10.35912/jnm.v1i1.620>
- Fezari, M., & Al Dahoud, A. (2018). Integrated development environment “IDE” for Arduino. *WSN applications*, *11*, 1-12.
- Garzon, J. L., Ferreira, O., Plomaritis, T. A., Zózimo, A. C., Fortes, C. J. E. M., & Pinheiro, L. V. (2024). Development of a Bayesian network-based early warning system for storm-driven coastal erosion. *Coastal Engineering*, *189*, 104460. doi:<https://doi.org/10.1016/j.coastaleng.2024.104460>

- Hermawan, A., Wulandari, A., Buana, A. M., & Sanjaya, V. (2021). Pengaruh kompetensi, Insentif Dan Pengalaman Kerja Terhadap Kinerja Karyawan Di Lampung (The influence of competence, incentives and work experience on employee performance in Lampung). *Studi Ilmu Manajemen Dan Organisasi (SIMO)*, 1(1), 80.
- Irsadi, A., Martuti, N., Abdullah, M., & Hadiyanti, L. (2022). Abrasion and Accretion Analysis in Demak, Indonesia Coastal for Mitigation and Environmental Adaptation. *Nature Environment and Pollution Technology*, 21, 633-641. doi:[10.46488/NEPT.2022.v21i02.022](https://doi.org/10.46488/NEPT.2022.v21i02.022)
- Joyce, C. (2022). *Open-Source Wearable Sensors For Detecting Fall Risk In Patients With Multiple Sclerosis*: The University of Vermont and State Agricultural College.
- Komarizadehasl, S., Mobaraki, B., Ma, H., Lozano-Galant, J.-A., & Turmo, J. (2022). Low-cost sensors accuracy study and enhancement strategy. *Applied Sciences*, 12(6), 3186. doi:<https://doi.org/10.3390/app12063186>
- Kumar, A. K., Sarangi, A., Singh, D., Dash, S., & Mani, I. (2023). Evaluation of ultrasonic sensor for flow measurement in open channel. *Journal of Scientific & Industrial Research (JSIR)*, 82(10), 1091-1099. doi:<https://doi.org/10.56042/jsir.v82i10.2613>
- Kumar, P., Kumar, M. S., & Kumar, V. Multi-Sensory Monitoring & Control using ESP8266 and Blynk.
- Mazalan, N. (2019). *Application of Wireless Internet in Networking using NodeMCU and Blynk App*.
- Melvi, M., Ulvan, A., Sidiq, M. R., & Batubara, M. A. M. (2023). Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(1), 25-35. doi:[10.35912/jatra.v1i1.1794](https://doi.org/10.35912/jatra.v1i1.1794)
- Mohammed, S., Al-Naji, A. A., Farjo, M., & Chahl, J. (2019). *Highly Accurate Water Level Measurement System Using a Microcontroller and an Ultrasonic Sensor* (Vol. 518).
- Nurzaman, A., Shaw, R., & Roychansyah, M. S. (2020). Measuring community resilience against coastal hazards: Case study in Baron Beach, Gunungkidul Regency. *Progress in Disaster Science*, 5, 100067. doi:<https://doi.org/10.1016/j.pdisas.2020.100067>
- Pereira, T. S. R., de Carvalho, T. P., Mendes, T. A., & Formiga, K. T. M. (2022). Evaluation of water level in flowing channels using ultrasonic sensors. *Sustainability*, 14(9), 5512. doi:<https://doi.org/10.3390/su14095512>
- Pramana, I. G. B. A., Akbar, L. A. S. I., & Ramadhani, C. (2025). Development of an IoT-Based Smart Home Prototype Using the Blynk Application. *MOTIVECTION: Journal of Mechanical, Electrical and Industrial Engineering*, 7(1), 25-36. doi:<https://doi.org/10.46574/motivecton.v7i1.424>
- Pratomo, A. B., & Perdana, R. S. (2017). *Arduviz, a visual programming IDE for arduino*. Paper presented at the 2017 International Conference on Data and Software Engineering (ICoDSE).
- Raj, S. V., Srivasan, K., Vijay, R., Prasanth, K., & Pranav, B. (2023). Real-Time-Clock Using Arduino. *UGC Care Gr. I J*, 13(5), 356-363.
- Ramos-Hernanz, J. A., Teso-Fz-Betoño, D., Aramendia, I., Erauzquin, M., Kurt, E., & Lopez-Guede, J. M. (2025). Smart Low-Cost On-Board Charger for Electric Vehicles Using Arduino-Based Control. *Energies*, 18(8), 1910. doi:<https://doi.org/10.3390/en18081910>
- Rif'an, M. (2019). Internet of things (iot): Blynk framework for smart home. *KnE Social Sciences*, 579–586-579–586. doi:<http://dx.doi.org/10.18502/kss.v3i12.4128>
- Suyudi, I., Sudadio, S., & Suherman, S. (2022). Pengenalan Bahasa Isyarat Indonesia menggunakan Mediapipe dengan Model Random Forest dan Multinomial Logistic Regression. doi:<https://doi.org/10.35912/jisted.v1i1.1899>
- Torong, H., Mardiono, D. A., Apriyanto, B., & Friadi, J. (2023). Sistem Kontrol Telemetri Banjir di Kelurahan Belian Batam. *Jurnal Teknologi Riset Terapan*, 1(2), 61-73. doi:[10.35912/jatra.v1i2.2267](https://doi.org/10.35912/jatra.v1i2.2267)
- Utomo, K. B., Azizah, A., & Pangestu, M. A. (2022). Peran Computer Assited Test dalam Implementasi Penilaian di SD Negeri 005 Palaran. doi:<https://doi.org/10.35912/jisted.v1i1.1529>