

Rancang Bangun Sistem Monitoring Ketinggian Muka Air Laut Menggunakan Arduino Pro Mini dan NodeMCU ESP8266 (*Design of a Sea Level Monitoring System Using Arduino Pro Mini and NodeMCU ESP8266*)

Mona Arif Muda Batubara¹, Muhamad Rijal Sidiq², Ardian Ulvan³, Melvi Melvi⁴
Universitas Lampung, Lampung^{1,2,3,4}
melvi@eng.unila.ac.id^{1,2,3,4}



Riwayat Artikel

Diterima pada
Revisi 1 pada
Revisi 2 pada
Disetujui pada

Abstract

High waves are sea water level that exceed normal limits and can cause danger at sea and on land, especially in coastal areas.

Purpose: Based on this, a realtime water level monitoring system was created by utilizing the IoT (Internet of Things) feature.

Methodology: The hardware used consist of the SRF04 ultrasonic sensor which serves to measure the distance of the water surface, the Arduino Pro Mini microcontroller which functions to control and to process the data readings from the ultrasonic sensor, NodeMCU ESP8266 module which functions to connect the microcontroller to the internet (data server), The DS3231 is extremely accurate real-time clock (RTC) which functions to maintain seconds, minutes, hours, day, date, month, and year information, and Micro sd card module as a storage for offline data (backup).

Results: The instrument is designed directly using a 12volt adapter that requires a 220volt AC power source and the LM2596 module which functions as a DC to DC step-down switching regulator. The instrument is applied in the Ketapang Pier, Pesawaran Regency, Lampung Province. Testing of tools and field data were carried out by comparing the distances recorded on the Blynk App and SD Card with average relative difference of 0,205%. There are two programmed water level status, that is normal and hazard.

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

How to Cite: Batubara, M.A.M., Sidiq, M.R., Ulvan, A., Melvi, 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.

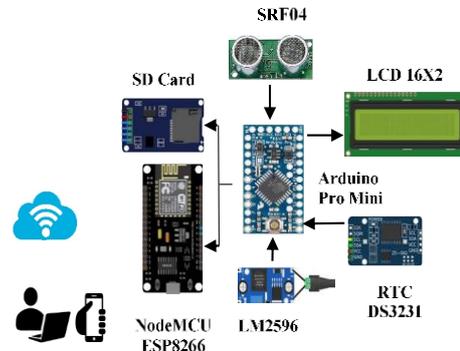
1. Pendahuluan

Gelombang pasang merupakan gelombang air laut yang melebihi batas normal yang dapat menimbulkan bahaya di laut maupun di darat terutama daerah pinggir pantai. 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. Gelombang pasang di laut akan menyebabkan tersapunya daerah pinggir pantai yang disebut dengan abrasi (Dhanista & Wimala, 2017). 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. 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 (Setiawan, Nurhatisyah, & Nanra, 2022).

2. Metode Penelitian

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. 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 (NN, 2018). Jarak benda dihitung berdasarkan persamaan:

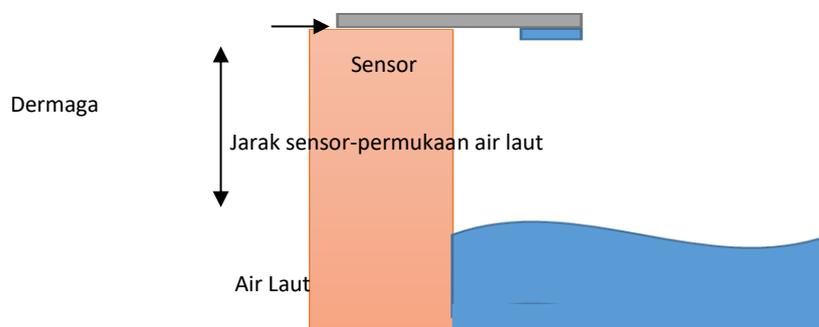
$$s = 340.t/2$$

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. 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 (Ervani, 2019).

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 inisialisasi program. Modul ini berfungsi sebagai penyimpanan data secara offline (Husnul, Nurhatisyah, & Friadi, 2022).

6) LCD 16x2

LCD berfungsi untuk menampilkan informasi berupa tinggi permukaan air terukur, waktu (jam, menit, detik), dan hari (tanggal, bulan, tahun).

7) LM2596

LM2596 sebagai regulator switching step-down DC to DC

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 (Mahali, 2017). Terdapat tiga komponen utama Blynk, yaitu aplikasi, server, dan library.

2.1.1 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. 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 *.ino* (Allgoblog, 2017).

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 (Andi, Kusumanto, & Yusi, 2022).

2.1.2 Pengujian

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, sebagaimana yang terdapat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengujian regulator LM2596

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

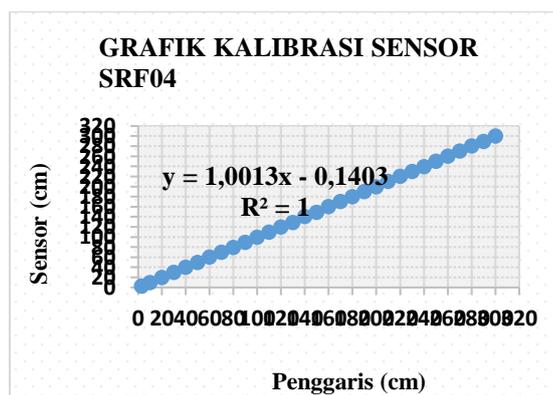
2) Kalibrasi Sensor Ultrasonik SRF04

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. 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 | | | |

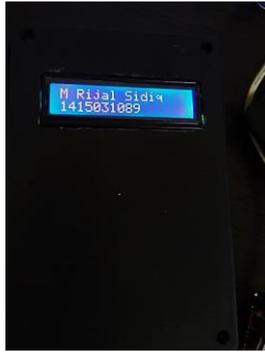


Gambar 3. Kalibrasi SRF04

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

3) Pengujian LCD

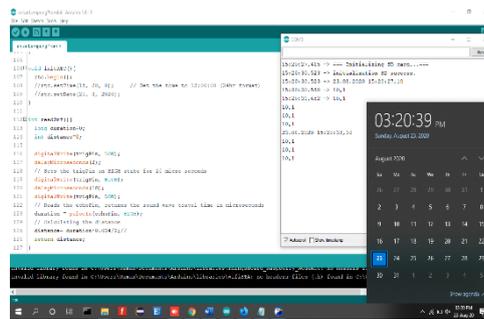
Program untuk menampilkan data ke LCD 16x2 adalah menggunakan library I2C LCD. Alasan menggunakan LCD 16x2 adalah untuk menghemat penggunaan pin GPIO Arduino Pro Mini, karena Arduino Pro Mini hanya menyediakan pin GPIO yang terbatas yaitu pin digital sebanyak tigabelas pin dan pin analog sebanyak delapan 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.



Gambar 4. Pengujian LCD

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 mengakses 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 sebagai pin jalur clock sebagai trigger data pada komunikasi tersebut.



Gambar 5. Pengujian RTC

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.

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. 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

```

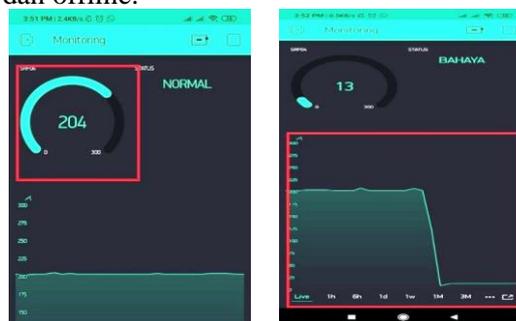
15:36:44.751 -> SRF:92d0,4`1MM4C8y{[93] Connecting to Redmi
15:36:52.516 -> [7431] Connected to WiFi
15:36:52.516 -> [7431] IP: 192.168.43.246
15:36:52.549 -> [7432]
15:36:52.549 ->
15:36:52.584 ->
15:36:52.584 ->
15:36:52.617 ->
15:36:52.651 ->
15:36:52.685 ->
15:36:52.685 -> [7509] Connecting to blynk-cloud.com:80
15:36:52.719 -> [7669] Ready (ping: 64ms).
  
```

Gambar 7. Pengujian koneksi NodeMCU ESP8266 ke server Blynk

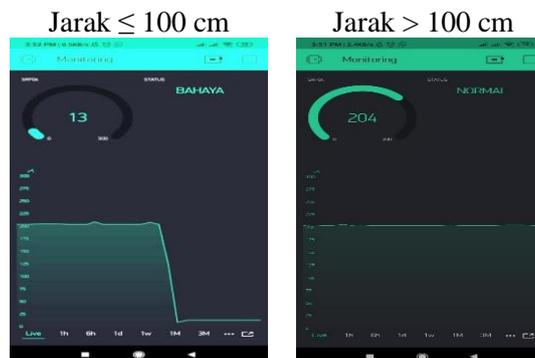
Pada Gambar 7 menunjukkan hasil pengujian koneksi WiFi sehingga dengan server Blynk. Dari gambar tersebut diketahui bahwa port komunikasi yang digunakan adalah Port 80 dengan kecepatan transfer data rata-rata adalah 64 ms.

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



Gambar 9 Pengujian jarak



Gambar 10 Pengujian saat tidak ada koneksi

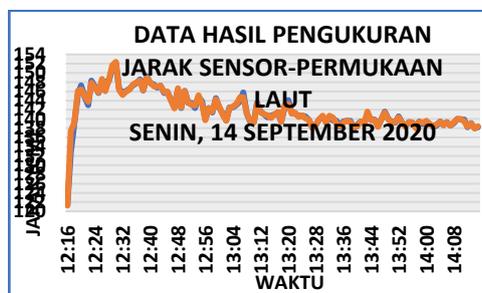
3. Hasil dan Pembahasan

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.

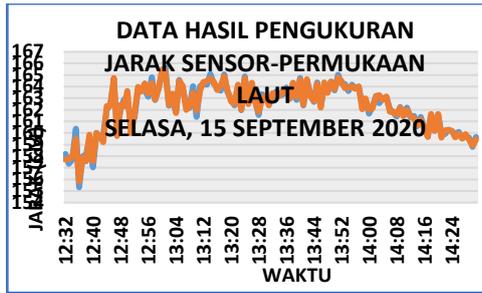


Gambar 11. Alat monitoring permukaan air laut

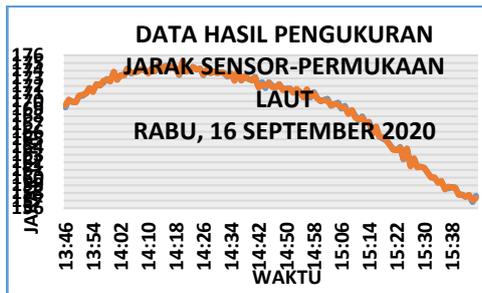
Sensor ultrasonik bekerja ketika diberikan tegangan positif pada pin trigger yang ada pada sensor ultrasonik selama 10 μ s dari pin output mikrokontroler Arduino Pro Mini. Modul sensor akan mengirim 8 step sinyal ultrasonik dengan frekuensi 40 kHz. Sinyal dari pin trigger akan diterima oleh pin echo. Setelah gelombang pantulan diterima oleh echo, maka sinyal tersebut diproses untuk menghitung jarak benda tersebut (Khoir, 2018). 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.



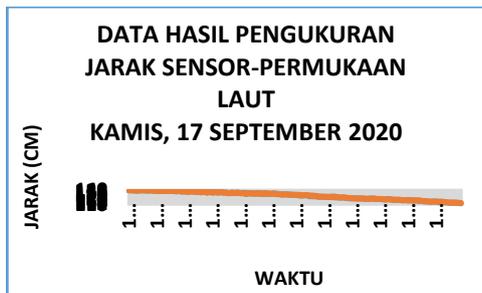
Gambar 12 Grafik pengukuran jarak hari ke-1.



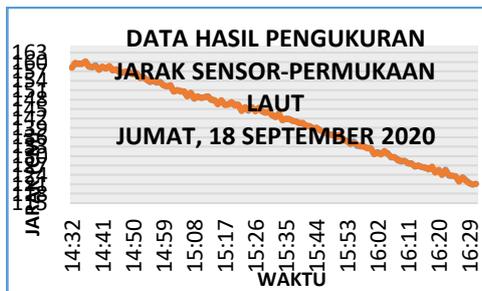
Gambar 13 Grafik pengukuran jarak hari ke-2.



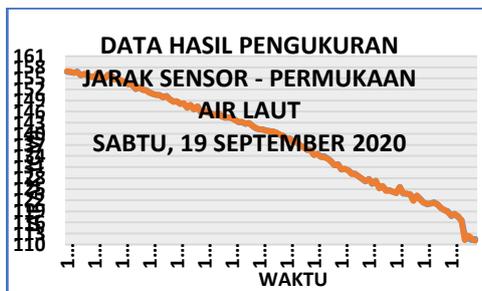
Gambar 14 Grafik pengukuran jarak hari ke-3.



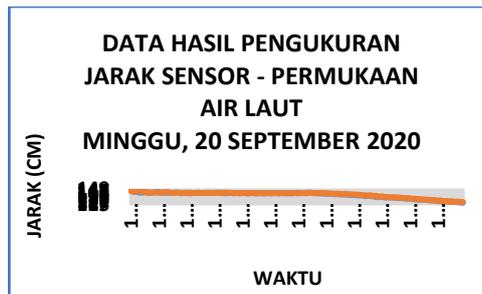
Gambar 15 Grafik pengukuran jarak hari ke-4.



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 (Hazewinkel, 2001).

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

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:

$|X1 - X2|$ = 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% - 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), 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. Kesimpulan dan Saran

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

- Allgoblog. (2017). Apa itu Arduino IDE dan Arduino Sketch ? [Online]. Available: <http://allgoblog.com/apa-itu-arduino-ide-dan-arduino-sketch/>.
- Andi, K., Kusumanto, R., & Yusi, S. (2022). IoT Monitoring for PV System Optimization in Hospital Environment Application. *Studies in Informatics, Technology and Systems*, 1(1), 1-8.
- Dhanista, D., & Wimala, L. (2017). "Gelombang Laut", Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Ervani, R. (2019). Catatan Pembelajaran Mekatronika: Modul RTC DS3231. [Online]. Available: <https://arduino.rezaervani.com/2019/03/02/modul-rtc-ds3231/>.
- Hazewinkel, M. (2001). Teori Kesalahan. Ensiklopedia Matematika. Springer Science + Business Media BV / Kluwer Academic Publishers.
- Husnul, A. H., Nurhatsiyah, N., & Friadi, J. (2022). Sistem Informasi Pariwisata Pantai Glory Melur Berbasis Web. *Jurnal Ilmu Siber dan Teknologi Digital*, 1(1), 53-64.
- Khoir, M. (2018). "Rancang Bangun Alat Monitoring Pasang Surut Air Laut Berbasis Internet of Thing (IoT)", Universitas Sunan Ampel, Surabaya.
- Mahali, M. I. (2017). Lab Sheet Praktek Internet Of Things: Menghubungkan Esp8266 Dengan Blynk. [Online]. Available: <https://text-id.123dok.com/document/6zkv7r7pq-dasar-teori-esp8266-praktik-esp8266-blynk.html>.
- NN. (2018). Cara kerja dan Karakteristik Sensor Ultrasonic HC SR04 [online]. Available: https://www.andalan_elektro.id/2018/09/cara-kerja-dan-karakteristik-sensor-ultrasonic-hcsr04.html.
- Setiawan, E., Nurhatsiyah, N., & Nanra, S. (2022). Pengontrolan Bahaya Kebakaran Berbasis IOT pada Ruang Server SMFR Balai Monitor Spektrum Frekuensi Radio Kelas II Batam. *Jurnal Ilmu Siber dan Teknologi Digital*, 1(1), 41-51.