

Pengembangan Alat Pengukur Pasang Surut Berbasis IoT dengan Sensor Ultrasonik

Development of an IoT-Based Tidal Gauge With Ultrasonic Sensors

M Hasbi Sidqi Alajuri*
Prodi Teknik Perkapalan
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Tanjungpinang, Indonesia
hasbisidqi@umrah.ac.id*

Hollanda Arief Kusuma
Prodi Teknik Elektro
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Tanjungpinang, Indonesia
hollandakusuma@umrah.ac.id

Bavitra
Prodi Teknik Elektro
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Tanjungpinang, Indonesia
bavitra@umrah.ac.id

Basyaruddin Ismail Harahap
Prodi Teknik Elektro
Universitas Maritim Raja Ali Haji
Tanjungpinang, Indonesia
basya.harahap@umrah.ac.id

Diterima : Desember 2024
Disetujui : Juni 2025
Dipublikasi : Juli 2025

Abstrak— Pasang surut merupakan gerak naik turun muka air laut secara periodik yang disebabkan oleh efek gravitasi bulan dan matahari. Fenomena pasang surut ini bisa diukur secara manual dan otomatis menggunakan instrumen. Tujuan penelitian ini yaitu membuat rancang bangun instrumen pengukur pasang surut dengan sensor JSN-SR04T berbasis IoT. Metode penelitian dimulai dari perancangan *hardware*, perancangan *electrical*, perancangan *firmware*, dan perancangan *dashboard*. Setelah perancangan sistem selesai maka dilakukan perakitan komponen. Uji fungsionalitas dan uji laboratorium dilakukan untuk memastikan setiap komponen berfungsi dengan baik. selanjutnya, diakukan uji lapangan. Instrumen pasang surut ini dapat bekerja selama 7 hari dengan akurasi yang baik pada rentang pengukuran 25 cm hingga 200 cm (*Error* 0.02 hingga 0.16). Berdasarkan hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa jenis pasang surut sesuai dengan peneliti sebelumnya yaitu campuran. Hasil pengukuran sensor DS18B20 memiliki nilai suhu yang sama dengan pengukuran termometer.

Kata Kunci: Pasang Surut; *Internet of Things*; JSN-SR04T; DS18B20

Abstract— Tides are the periodic rise and fall of sea levels caused by the gravitational effects of the moon and the sun. This tidal phenomenon can be measured manually or automatically using instruments. The objective of this study is to design and develop a tide gauge instrument using the JSN-SR04T sensor based on the Internet of Things (IoT). The research method includes hardware design, electrical design, firmware development, and dashboard creation. Once the system design is completed, the components are assembled. Functional and laboratory tests are conducted to ensure that each component operates properly, followed by field testing. The tide gauge instrument is capable of operating for 7 days with good accuracy in the measurement range of 25 cm to 200 cm (with an error between 0.02 and 0.16 cm). Field observations indicate that the type of tide corresponds to previous studies, which is a mixed tide. The DS18B20 sensor produced temperature readings that matched those of a standard thermometer.

Keywords : Tide; *Internet of Things*; JSN-SR04T; DS18B20

I. PENDAHULUAN

Pasang surut merupakan gerak naik turun muka air laut secara periodik yang disebabkan oleh efek gravitasi bulan dan matahari, serta perubahan posisi relatif terhadap rotasi bumi [1]. Secara manual dan otomatis, fenomena pasang surut ini dapat diukur dengan instrumen. Menurut [2], pengukuran pasang surut dilakukan dengan mengamati papan pasut dengan teliti setiap periode waktu tertentu. Menurut [3], pengamatan pasang surut secara manual memiliki kekurangan, seperti kurang efisien dan kurang akurasi. Sebaliknya, pengukuran pasang surut menggunakan instrumen memiliki keuntungan, seperti pengukuran secara *real time*, efisiensi waktu, dan akurasi yang lebih tinggi [4].

Para peneliti sebelumnya telah menggunakan sensor JSN-SR04T, HC-SR04, dan MB-7383 [5]. Pengukur pasang surut yang dilengkapi dengan tekanan dan radar memancarkan gelombang suara untuk mengukur ketinggian muka air laut. Namun, para peneliti sebelumnya belum menerapkan efisiensi penggunaan daya dari instrumen. Sehingga, perlu peningkatan efisiensi penggunaan daya instrumen pada penelitian ini.

ESP32 memiliki kapasitas penyimpanan yang besar dan dapat berkomunikasi melalui media *WiFi* dan *Bluetooth* [6]. Selain itu, daya yang digunakan ESP32 lebih sedikit daripada Arduino Mega, yaitu 1.341 Watt [7]. Untuk menghemat daya, mikrokontroler memiliki fitur *deep sleep* [8]. Selain itu, mereka sangat terintegrasi dengan panel surya sebagai sumber daya luar, sehingga perangkat dapat beroperasi selama waktu yang lama [9].

Internet of Things (IoT) menggunakan Sistem Komunikasi Jaringan Global (GSM) untuk berkomunikasi dari jarak jauh [10]. Sistem GSM memiliki fitur jaringan yang luas dan dapat digunakan dengan berbagai perangkat. Dibutuhkan instrumen pengukur pasang surut otomatis karena pengukuran pasang surut secara manual memiliki

kelemahan, termasuk tingkat *human error* yang tinggi dan akurasi dan efisiensi yang rendah. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini adalah merancang instrumen pengukur pasang surut berbasis IoT dengan sensor JSN-SR04T.

II. METODE

Studi ini dilakukan dari Maret 2022 hingga November 2022. Instrumen dirancang dan dibuat di Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Maritim Raja Ali Haji (UMRAH), dan diuji di Pelabuhan Internasional Dompok di Tanjungpinang, Kepulauan Riau. Jenis alat dan bahan yang digunakan untuk penelitian ini ditunjukkan dalam Tabel 1 dan 2.

Tabel 1. Alat yang Digunakan

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan
1	Laptop	1	Unit
2	Solder	1	Unit
3	Bor	1	Unit
4	Gunting	1	Unit
5	Tang	1	Unit
6	Obeng	2	Unit
7	Gerinda	1	Unit
8	Multimeter	1	Unit

Tabel 2. Bahan yang Digunakan

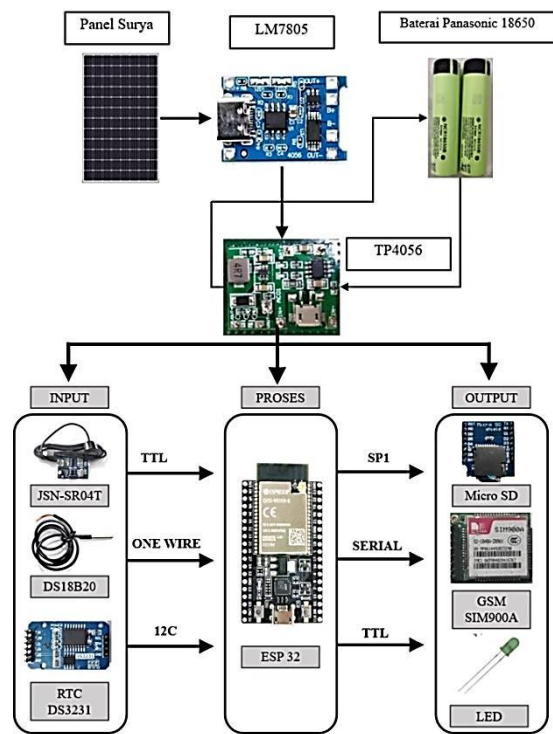
No	Nama Bahan	Jumlah	Satuan
1	ESP32	1	Unit
2	Modul RTC DS3231	1	Unit
3	Micro SD	1	Unit
4	Modul Micro SD Card	1	Unit
5	Sensor JSN-SR04T	1	Unit
6	Sensor Suhu DS18B20	1	Unit
7	Led Hijau	1	Buah
8	Led Merah	1	Buah
9	GSM SIM900A	1	Unit
10	Timah Solder	1	Unit
11	PCB	1	Unit
12	TP4056	1	Unit
13	LM7805	1	Unit
14	Baterai Panasonic 18650	2	Buah
15	Panel Surya	1	Unit
16	Pipa PVC ¾	1	Meter
17	Liter T ¾	1	Buah
18	Dop ¾	1	Buah
19	Klem ¾	4	Buah
20	Lem Pipa	1	Buah

a. Studi Literatur

Studi literatur diperoleh dari dari berbagai sumber seperti buku, artikel, dan penelitian terdahulu yang relevan sehingga menambah pemahaman dan mendukung dalam melakukan penelitian.

b. Perancangan Sistem

Perancangan sistem mencakup perancangan hardware, listrik, firmware, dan dashboard. Beberapa komponen utama yang diperlukan untuk membangun instrumen pengukuran pasang surut adalah sebagai berikut: sensor ultrasonik JSN-SR04T, sensor suhu DS18B20, RTC DS3231, ESP32, modul micro SD, modul GSM SIM900, dan LED. Mereka digunakan untuk mengukur tinggi muka air laut menggunakan sensor jarak (JSN-SR04T), mengumpulkan data suhu di lokasi penelitian menggunakan sensor suhu (DS18B20), dan mendapatkan data waktu menggunakan modul RTC DS3231 sebagai input. Modul GSM SIM900 mengirimkan data ke platform Ubidots melalui micro SD, seperti yang ditunjukkan dalam diagram perancangan sistem di Gambar 1.



Gambar 1. Diagram Perancangan Sistem

c. Uji Fungsionalitas

Pengujian fungsi dilakukan pada masing-masing komponen sistem untuk memastikan bahwa seluruh sensor dan modul dapat beroperasi secara optimal ketika terintegrasi dengan mikrokontroler ESP32 [11]. Sensor jarak ultrasonik JSN-SR04T diuji menggunakan *firmware* pendukung, dengan sambungan pin *echo* ke pin 27 dan pin *trigger* ke pin 26 pada ESP32. Untuk mendeteksi suhu air, digunakan sensor DS18B20 yang terkoneksi pada pin 15 dan diuji melalui aplikasi Arduino IDE menggunakan skrip pengujian. Sementara itu, modul penanggalan dan waktu RTC DS3231 dihubungkan menggunakan protokol I2C melalui pin 22 (SCL) dan pin 21 (SDA) ESP32. Penyimpanan data diuji menggunakan modul kartu MicroSD dengan koneksi pada pin 18 (CLK), 19 (MISO), 23 (MOSI), dan 5 (CS). Untuk pengujian komunikasi seluler, modul GSM SIM900A dihubungkan ke ESP32 melalui pin 16 (RX) dan 17 (TX) dan diuji dengan program komunikasi serial ganda.

d. Uji Laboratorium

Tujuan dari uji laboratorium ini adalah untuk melakukan kalibrasi agar instrumen yang dirancang memiliki akurasi yang baik. Sensor JSN-SR04T dan DS18B20 dilaukan kalibrasi menggunakan meteran dan termometer. Perhitungan nilai *Root Mean Square Error* (RMSE), nilai error, dan akurasi dilakukan untuk mengetahui seberapa akurat sensor yang digunakan. Namun, nilai presisi didapat dari nilai standar deviasi [12]. Nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_b - x_a)^2}{n}}$$

Nilai *error* dapat dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$ER = \left| \sum_{i=1}^n \left(\left(\frac{|x_b - x_a|}{x_b} \right) / n \right) \times 100\% \right|$$

Di mana nilai x_a adalah nilai pengukuran (nilai transistor), nilai x_b adalah nilai sebenarnya (nilai kalibrator), n adalah jumlah data, dan ER adalah kesalahan relatif (dihitung dalam %). Persamaan berikut dapat digunakan untuk menghitung nilai akurasi relatif:

$$Akurasi = 100\% - ER$$

Setelah kalibrasi sensor dengan meteran selesai, persamaan regresi dapat digunakan untuk mengetahui seberapa akurasi hasil pengukuran sensor yang telah dikalibrasi. Selain itu, nilai koefisien determinasi (R^2) dapat digunakan untuk menentukan seberapa dekat nilai sensor dengan nilai kalibrator. Persamaan berikut dapat digunakan untuk menentukan persamaan regresi linear. [13]:

$$Y = a + bX$$

Di mana X adalah variabel bebas, Y adalah variabel terikat, a adalah intercept, dan b adalah koefisien variabel X. Untuk menghitung persamaan koefisien determinasi, persamaan berikut dapat digunakan [14]:

$$R^2 = 1 - \frac{SS\ Error}{SS\ Total} = 1 - \frac{\sum(y_i - \hat{y}_i)}{\sum(y_i - \bar{y}_i)}$$

Dimana

- y_i = Observasi respon ke-i
- \hat{y}_i = ramalan respon ke-i
- \bar{y}_i = rata-rata

e. Uji Lapangan

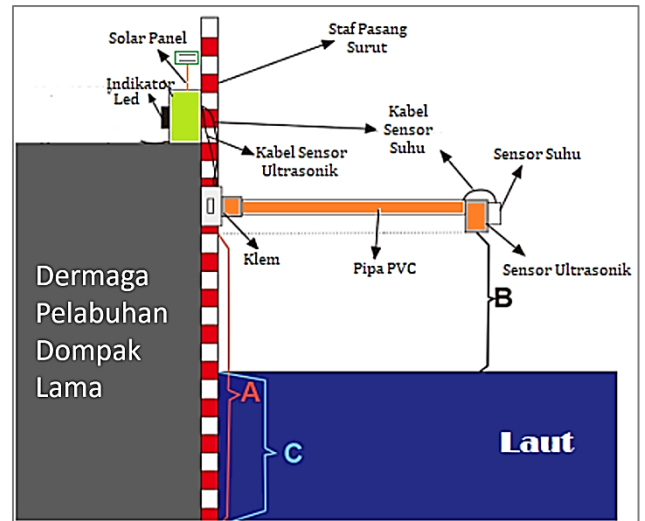
Instrumen pasang surut diuji di Pelabuhan Dompok Lama untuk membandingkan data pengukuran sensor dengan pengamatan papan pasut. Agar data instrumen dan pengamatan papan pasut memiliki nilai acuan yang sama, instrumen diposisikan tegak lurus dengan papan pasut, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.

Nilai elevasi instrumen pasang surut dapat diperoleh dengan persamaan berikut :

$$C = A - B$$

Dimana :

- A : ketinggian sensor ultrasonik dari dasar perairan
- B : jarak pembacaan sensor dari muka air laut
- C : elevasi muka air laut



Gambar 2. Ilustrasi Perekaman Data Pasang Surut Di Pelabuhan Dompok Lama.

Selanjutnya, data yang terkirim ke server dilakukan perbandingan dengan data yang tersimpan di dalam *micro SD* yang dikenal dengan PDR (*Packet Delivery Ratio*) [15]. Persamaan PDR dapat dihitung dengan persamaan berikut :

$$PDR = \frac{P_{Diterima}}{P_{Dikirim}} \times 100$$

f. Analisis Data

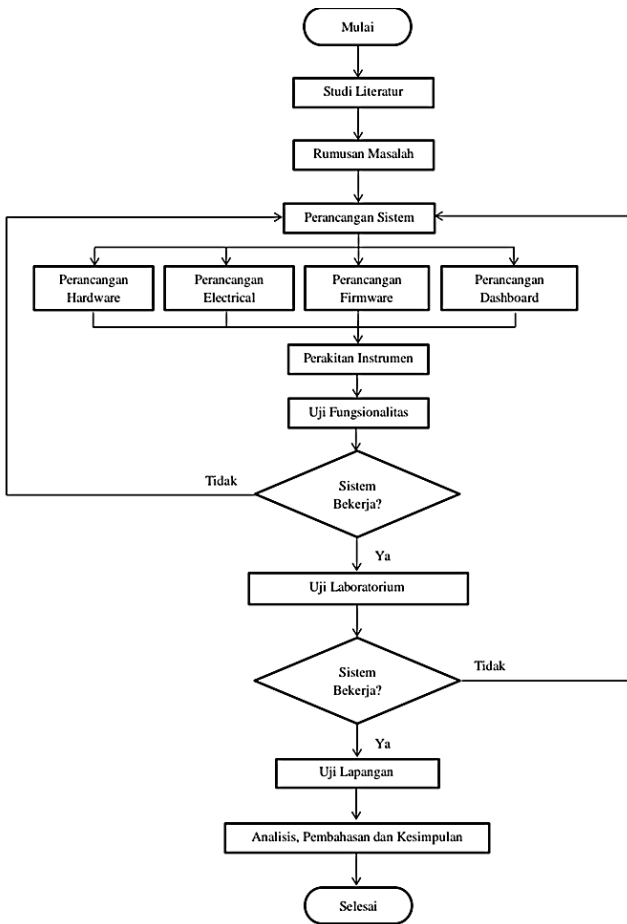
Setelah data pasang surut diperoleh, Datum pasang surut berupa muka air terendah (LWL), muka air tertinggi (HWL), dan muka air rata-rata (MSL) dihitung untuk menganalisis data pasang surut. Nilai muka air tertinggi (HWL) diperoleh menggunakan rumus (Max Data), muka air terendah (LWL) diperoleh dengan menggunakan rumus (Min Data), dan muka air rata-rata (MSL) dihitung dengan persamaan berikut [16] :

$$MSL = \sum \frac{Data}{n}$$

Dimana :

- MSL : *Mean Sea Level*
- Data : Jumlah data kedalaman pasang surut pada waktu t
- N : Banyaknya data kedalaman pasang surut

Prosedur penelitian secara lengkap disajikan dalam Gambar 3.



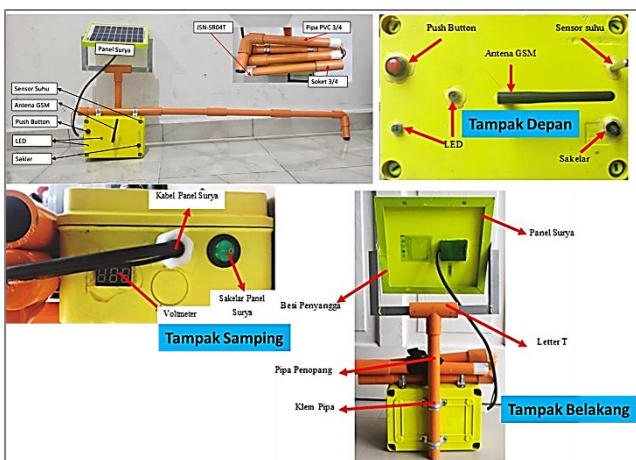
Gambar 3. Prosedur Penelitian

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan Sistem

1. Pengembangan *Hardware*

Alat di desain berbentuk persegi panjang (Gambar 4) berbahan plastik dengan dimensi panjang 21 cm, lebar 9 cm dan tinggi 14 cm.



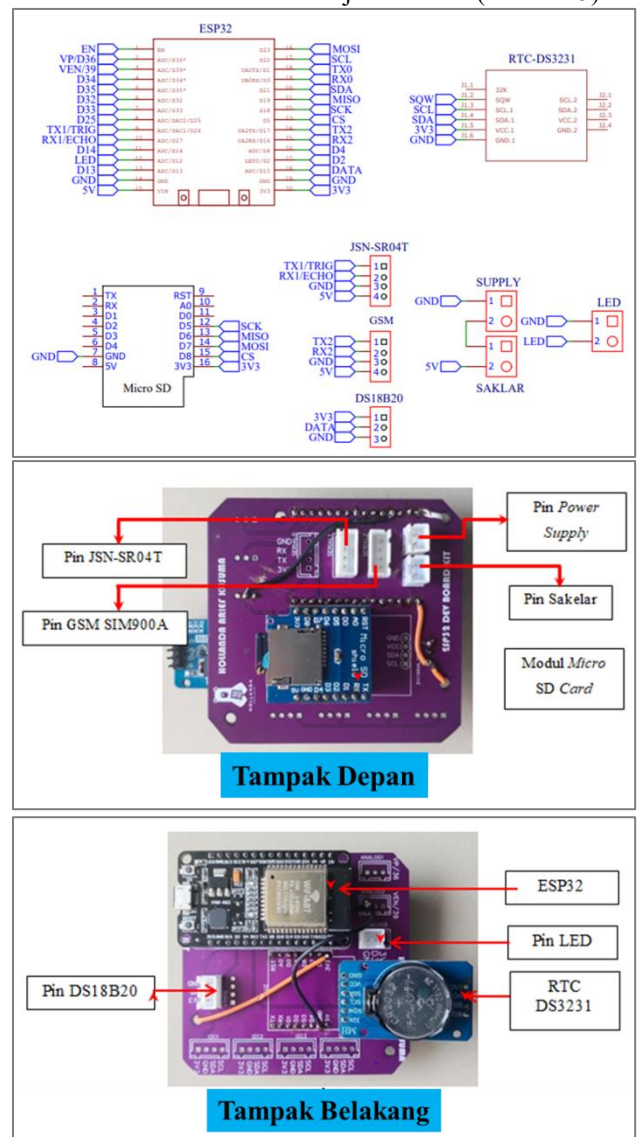
Gambar 4. Desain Instrumen Pengukur Pasang Surut

Interface box dirancang untuk menyimpan beberapa komponen. Antena GSM diinstalasi di tengah - tengah

Interface dan dilengkapi dengan tombol yang berfungsi untuk pengecek daya baterai. Selain itu, *Interface* ini dilengkapi dengan lampu LED yang berfungsi sebagai indikator dan *switch on/off* untuk menyalakan dan mematikan alat. Sensor JSN-SR04T yang diinstalasi di dalam pipa yang berukuran 3/4 inci, dengan panjang pipa 1 m. Di bagian kabel penghubung antara sensor JSN-SR04T dengan *Interface* diintegrasikan *voltmeter* yang berfungsi untuk mengukur tegangan pada baterai. Panel surya pada alat ini yang berfungsi sebagai *external supply* agar daya pada alat ini tetap stabil [17].

2. Pengembangan *Electrical*

Skematik *Printed Circuit Board* (PCB) dirancang menggunakan *software EasyEDA*. Pembuatan skematik ini dilakukan untuk mempermudah pengaturan konfigurasi pin masing - masing komponen elektronik yang digunakan dalam instrumen pengukur pasang surut [18]. Setelah itu, dilakukan pabrikan PCB. Sensor JSN-SR04T, DS18B20, RTC-S3231, dan Modul Micro-SD diintegrasikan pada PCB. Skematik instrument disajikan dalam (Gambar 5).

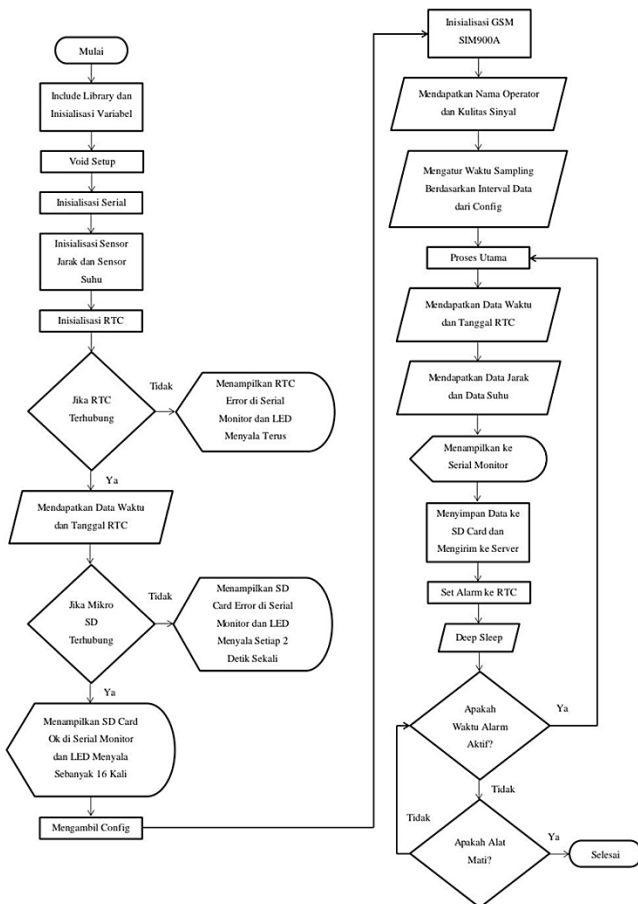


Gambar 5. Skematik *Electrical* Instrumen Pasang Surut

3. Pengembangan Firmware

Arduino-IDE berfungsi sebagai *Firmware* untuk memprogram agar ESP32 dengan sensor dapat berkomunikasi dan menghasilkan data [19]. Langkah pertama yaitu menginisialisasi *library* komponen pada instrumen pasang surut. Tahap ke dua yaitu menginisialisasi pin tiap komponen pada instrumen dan deklarasi nama variabel. Selanjutnya, fungsi *void setup* pada *baudrate* 9600 digunakan untuk melihat luaran di *serial monitor* menggunakan fungsi “Serial.begin(9600)”. Sementara itu, fungsi “sim700.begin” digunakan untuk melihat luaran dari GSM. *Triger* memberikan input menggunakan “pinMode” dan *output* dihasilkan dari “pinMode echo”.

Fungsi *void loop* merupakan fungsi yang digunakan untuk perulangan dalam pengambilan data waktu, suhu, dan jarak. Data yang terukur akan disimpan ke dalam *micro-sd* dan dikirimkan ke *server*. Fungsi “aturAlarm()” digunakan untuk membangkitkan instrumen untuk merekam data, dan fungsi “sleepmode()” digunakan untuk instrumen berhenti merekam data. Diagram alir *firmware* disajikan dalam (Gambar 6).

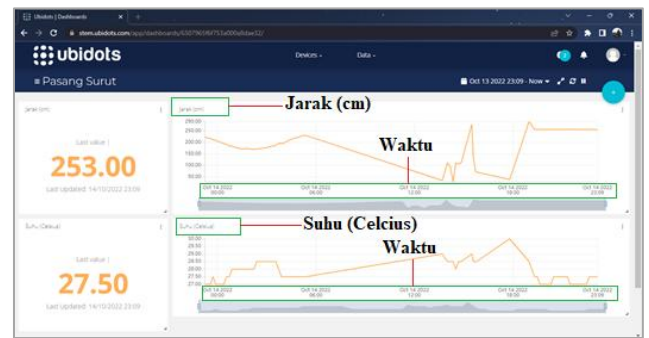


Gambar 6. Pengembangan Firmware

4. Pengembangan Dashboard

Application Programming Interface (API) berfungsi untuk program penghubung agar instrumen pasang surut mengirimkan data ke Ubidots [20]. Instrumen ini menggunakan 2 *device* yaitu sensor JSN-SR04T dan DS18B20. *Dashboard* ini berisi *widget* berupa tampilan nilai dan grafik garis yang menampilkan nilai suhu dan data

pasang surut. Tampilan *dashboard* Ubidots disajikan dalam (Gambar 7).

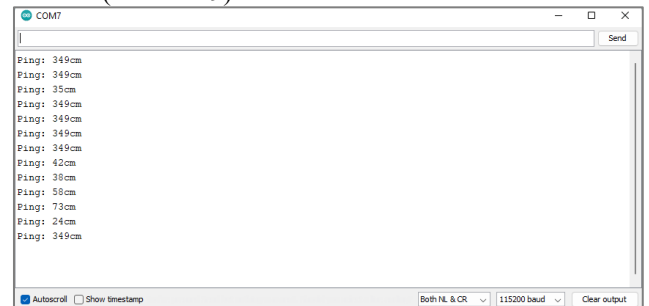


Gambar 7. Tampilan Dashboard Ubidots

B. Uji Fungsionalitas

1. Sensor JSN-SR04T

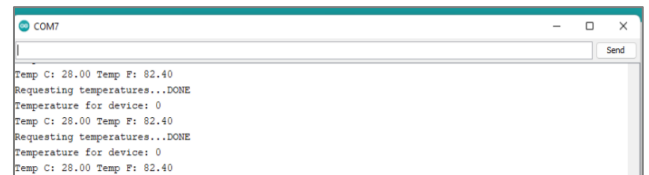
Sensor JSN-SR04T diuji menggunakan *Firmware Example Library Newping* dan ESP32 yang dapat di akses di menu *file* pada Arduino IDE, kemudian pilih *example*, pilih *Incompatible*, lalu pilih *New Ping*, *New Ping Example*. Hasil pengujian diperoleh bahwa sensor JSN-SR04T dapat mengirimkan data jarak (cm) ke serial monitor (Gambar 9).



Gambar 8. Hasil Pengujian

2. Sensor DS18B20

Pengujian sensor DS18B20 dilakukan menggunakan ESP32 dan *firmware* dari *example library Dallas Temperature* di Arduino IDE. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sensor DS18B20 dapat mengukur data suhu (Gambar 9).



Gambar 9. Hasil Pengujian DS18B20

3. RTC-DS3231

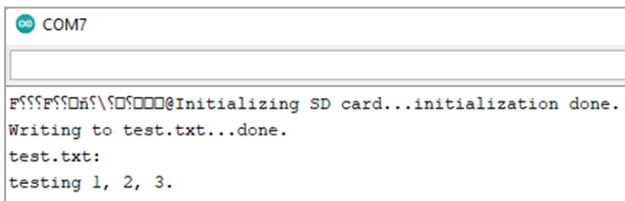
Pengujian RTC-DS3231 menggunakan *Firmware (example library)* di *software* Arduino IDE dan waktu disesuaikan dengan zona yaitu WIB. Selanjutnya dilakukan pengujian *micro-sd* dengan *Firmware example cardinfo*. Hasil uji menunjukkan RTC-DS3231 dapat mengirimkan waktu (WIB) yang sesuai dengan jam internasional (Gambar 10).



Gambar 10. Hasil Pengujian RTC-DS3231

4. Micro-SD

Pengujian modul *micro-SD Card* dilakukan dengan menghubungkan pin yang ada pada modul *micro-SD Card* dengan pin ESP32. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan *firmware* dari Arduino IDE yaitu dari *example cardinfo* yang sudah ada di *library* SD. Hasil pengujian *Micro-SD* menunjukkan terdapat data yang di simpan dalam modul tersebut (Gambar 11).



Gambar 11. Hasil Pengujian *Micro-SD*

5. GSM SIM900A

Program komunikasi multi serial digunakan untuk menguji Modul GSM SIM900A dan diperoleh dari github.com dengan akun atas nama hollandakusuma. Hasil uji *output serial* disajikan dalam Gambar 12.

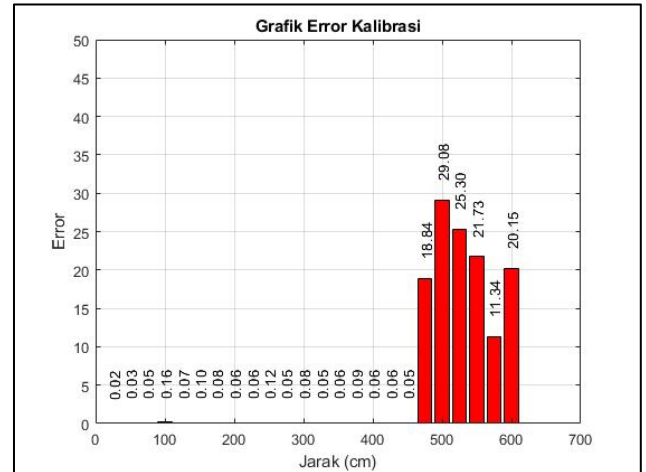
Perintah AT Command	Output Serial
AT	OK
AT+IPR=0	OK
ATE1	OK
AT+CFUN=1	OK
AT+CPIN?	+CPIN: READY OK
AT+CBAND="ALL_BAND"	OK +CREG: 2 +CREG: 1 *PSNWID: "510","10", "TSEL-PAKAIMASKER", 0, "TSEL", 0 *PSUTTZ: 2022, 8, 8, 17, 51, 28, "+28", 1 DST: 1 *PSUTTZ: 2022, 8, 8, 17, 51, 30, "+28", 0 DST: 0
AT+CREG=1	OK
AT+COPS?	+COPS: 0,0,"TSE" OK
AT+CSQ	+CSQ: 11,0 OK

Gambar 12. Hasil Pengujian Modul GSM SIM900A

C. Uji Laboratorium

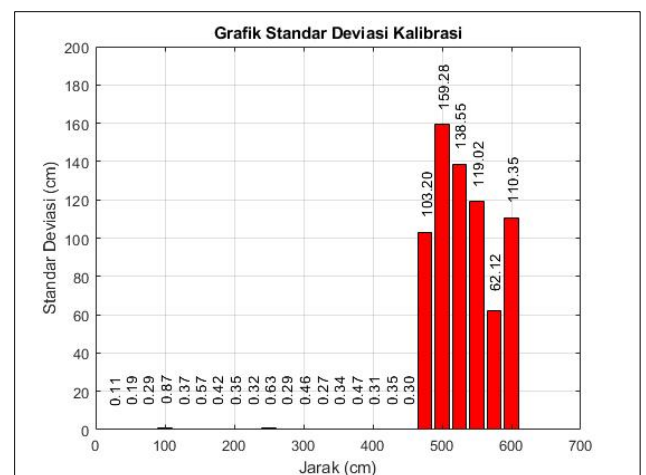
1. Kalibrasi Sensor JSN-SR04T

Kalibrasi dilakukan dengan tujuan memperkecil nilai *error* [21] sehingga meningkatkan akurasi dari instrumen [22]. Uji kalibrasi sensor jarak dilakukan dengan metode perbandingan antara pengukuran objek secara manual dengan meteran dan pengukuran objek secara otomatis dengan sensor. Jarak yang diuji adalah tiap kelipatan 25 cm sejauh 600 cm. *Time series* yang digunakan dalam pengambilan data adalah 2 detik dalam 1 menit, sehingga dalam 1 jarak terdapat 30 data yang terekam oleh instrumen (Gambar 8).



Gambar 13. Grafik Error Pengukuran Sensor JSN-SR04T

Berdasarkan grafik di atas diperoleh bahwa sensor JSN-SR04T menghasilkan pengukuran yang baik pada rentang jarak 25 cm hingga 450 cm. Sumbu x adalah jarak (cm), sedangkan sumbu y adalah nilai *error*. Nilai *error* yang diperoleh berkisar antara 0.02 cm hingga 0.16 cm. Semakin kecil nilai *error* maka akurasi sensor JSN-SR04T semakin tinggi. Untuk mengukur kepresisian sensor, maka dapat diukur berdasarkan nilai standar deviasi dari hasil pengukuran [23] (Gambar 14). Sumbu x pada grafik melambangkan jarak (cm), sedangkan sumbu y melambangkan nilai *SteDEV*.



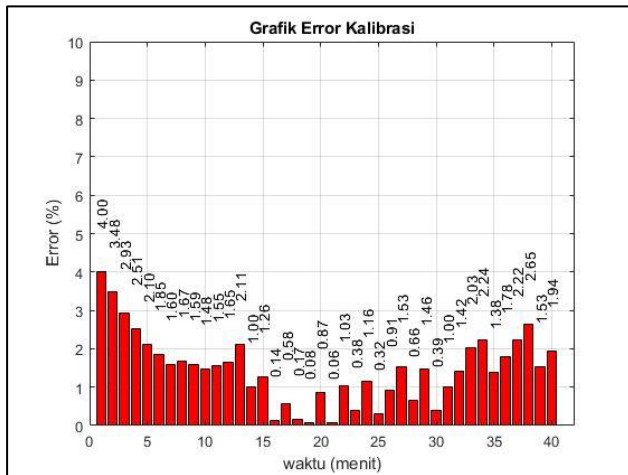
Gambar 14. Grafik *SteDEV* Pengukuran Sensor JSN-SR04T

Berdasarkan grafik *SteDEV* di atas, sensor JSN-SR04T memperoleh nilai pengukuran yang presisi pada

rentang 25 cm hingga 450 cm. Nilai *SteDEV* pada pengukuran dengan *range* jarak tersebut berkisar antara 0.11 hingga 0.87.

2. Kalibrasi Sensor DS18B20

Uji kalibrasi sensor suhu dilakukan melalui metode perbandingan hasil pengukuran sensor *dallas* dengan pengukuran dari termometer. *Time series* yang digunakan untuk pengambilan data adalah 1 menit selama 40 menit. *Range* nilai yang terukur oleh sensor berkisar antara 31.38 °C hingga 44.72 °C. Sedangkan, hasil pengukuran termometer berkisar antara 32 °C hingga 43 °C. Persen *error* hasil perbandingan pengukuran suhu air disajikan dalam (Gambar 15).



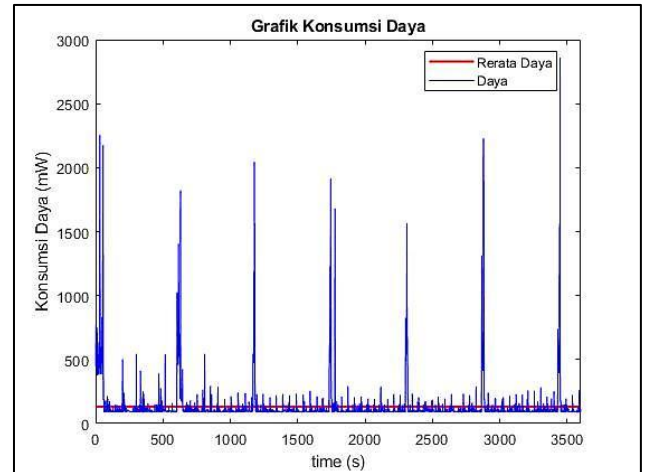
Gambar 15. Persen Error Pengukuran Sensor DS18B20

Tingkat *error* awal relatif tinggi, dimulai dari 4.00% pada menit pertama, kemudian mengalami penurunan bertahap hingga mencapai nilai minimum di kisaran menit ke-23 sampai ke-26 dengan *error* terendah sebesar 0.15% - 0.30%. Penurunan ini menunjukkan bahwa sensor memerlukan waktu stabilisasi pada awal pengoperasian. Setelah titik minimum, *error* kembali menunjukkan tren peningkatan, mencapai nilai maksimum kedua sekitar 2.94% pada menit ke-35. Hal ini dapat mengindikasikan adanya pengaruh kondisi lingkungan, perubahan suhu ambien, atau karakteristik *drift* sensor setelah waktu operasi tertentu. Pola simetris dalam grafik ini mencerminkan adanya kestabilan pengukuran pada pertengahan durasi pengamatan, yang menguatkan dugaan bahwa sensor bekerja paling akurat setelah periode stabilisasi awal dan sebelum terjadi efek pemanasan atau penyimpangan lainnya. Secara umum, nilai *error* tetap berada dalam batas yang relatif kecil (<5%), yang menunjukkan bahwa sensor DS18B20 memiliki kinerja yang cukup baik. persentase *error* rata - rata yang diperoleh dari hasil pengukuran suhu air sebesar ± 1 %. Sementara itu, nilai *Root Mean Square Error* (RMSE) sebesar 0.65 °C.

3. Uji Konsumsi Daya

Uji daya ini dilakukan dengan tujuan untuk melihat penggunaan daya pada instrumen pasang surut, sehingga dapat memperkirakan lamanya instrumen bekerja [24]. Dengan *time series* 1 detik selama 1 jam diukur

menggunakan VA meter ketika instrumen sedang dalam keadaan *sleep mode* (Gambar 16).



Gambar 16. Uji Konsumsi Daya Instrumen

Tegangan baterai yang digunakan sebesar 3.6 V dengan arus 3.2 Ah. Setelah dilakukan uji, diperoleh bahwa instrumen bisa bekerja selama 173 jam atau 1 minggu dengan rata - rata konsumsi daya sebesar 132.4161 mW atau 0.132 W. Amplitudo tertinggi dari grafik konsumsi daya di atas disebabkan karena instrumen sedang melakukan transfer data ke server. Penggunaan *sleep mode* pada instrumen ini berfungsi untuk menghemat energi [25].

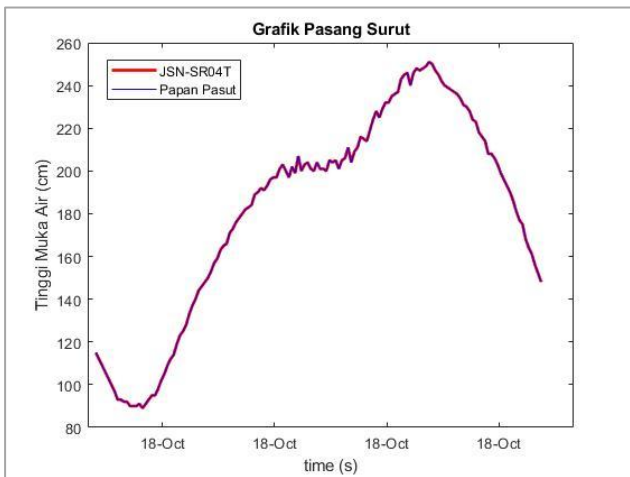
D. Uji Lapangan

Instrumen pasang surut diinstalasi di perairan Pelabuhan Dompok (Gambar 17). Ketinggian air dari permukaan hingga dasar sejauh 420 cm. Instrumen ini bekerja mengukur pasang surut selama 7 hari.



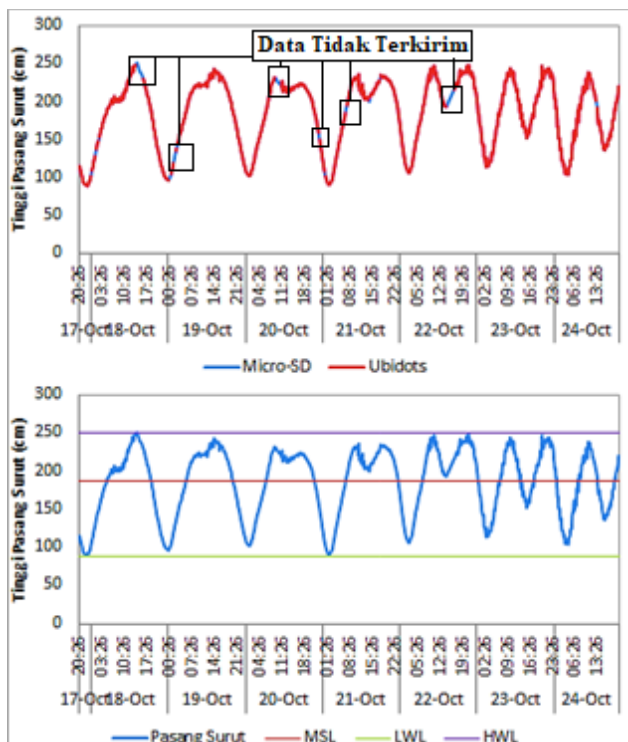
Gambar 17. Skema Peletakan Alat

Pengujian instrumen pasang surut dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran menggunakan papan pasut dan pengukuran sensor (Gambar 18) kurang lebih selama 24 jam dengan rentang waktu pengambilan data 10 menit. Dari hasil tersebut diperoleh nilai RMSE 2.21 cm yang berarti hasil pengukuran dari sensor JSN-SR04T tidak memiliki perbedaan yang signifikan terhadap nilai dari papan pasut. Hasil tersebut sama dengan penelitian sebelumnya yaitu [26] dan [27]. Menurut [6], sensor JSN-SR04T mempunyai akurasi yang baik untuk pengukuran jarak.



Gambar 18. Grafik Perbandingan Hasil Pengukuran Sensor JSN-SR04T dengan Papan Pasut

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh 1008 data pasang surut yang tersimpan dalam penyimpanan (*Micro-SD*). Sementara itu, data yang terkirim ke server Ubidots sebanyak 954 data atau sekitar 94.6% (Gambar 19). Nilai *Packet Deliveri Ratio* (PDR) instrumen ini termasuk dalam kategori memuaskan [28]. Perbedaan data tersebut disebabkan adanya gangguan sinyal dari provider yang digunakan atau ada masalah dari *platform* IoT [29]. Menurut [30], penurunan kualitas sinyal pada provider disebabkan oleh banyaknya pengguna. Pola pasang surut yang terukur merupakan pasang surut ganda campuran dominan. Hal tersebut didukung oleh peneliti sebelumnya yaitu [31][32] dan [33], serta [34] bahwa jenis pasang surut di perairan Tanjungpinang adalah pasang surut campuran. Nilai *Mean Sea Level* (MSL) yang diperoleh sebesar 185 cm. Sementara itu, nilai *High Water Level* (HWL) sebesar 248 cm, dan *Low Water Level* (LWL) sebesar 89 cm.



Gambar 19. Data Pasang Surut Pengukuran

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian di atas bahwa instrumen pasang surut berbasis IoT telah berhasil dirancang. Dengan diintegrasikannya solar panel sebagai *external supply* alat ini mampu bekerja selama rentang waktu satu minggu. Hasil pengukuran diperoleh akurasi yang sangat baik ketika dibandingkan dengan pengukuran manual. Selain itu, hasil pengukuran menunjukkan kesamaan dengan penelitian sebelumnya, dimana pasang surut di perairan Tanjungpinang adalah pasang surut campuran. Namun demikian, penelitian ini belum menguji performa alat dalam kondisi cuaca ekstrem atau variasi lokasi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Oskar Indra Saputra atas dedikasi dan kerja kerasnya dalam melakukan penelitian rancang bangun instrumen pasang surut yang menjadi landasan utama tersusunnya artikel ini hingga selesai. Kontribusi dan pemikirannya yang mendalam sangat berarti bagi tercapainya hasil penelitian ini.

REFERENSI

- [1] H. A. Kusuma, M. Z. Lubis, N. Oktaviani, dan D. E. D. Setyono, "Tides Measurement and Tidal Analysis at Jakarta Bay," *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 5, no. 2, hal. 494–501, Sep 2021, doi: 10.30871/jagi.v5i2.2779.
- [2] N. A. Haq, Khomsin, dan D. G. Pratomo, "The Design of an Arduino Based Low-Cost Ultrasonic Tide Gauge With the Internet of Things (Iot) System," *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 698, no. 1, hal. 012004, Mar 2021, doi: 10.1088/1755-1315/698/1/012004.
- [3] E. Indrayanti, D. P. Wijayanti, dan H. S. R. Siagian, "Pasang Surut, Arus dan Gelombang Berdasarkan Data Pengukuran Acoustic Doppler Current Profiler di Perairan Pulau Cilik, Karimunjawa," *Bul. Oseanografi Mar.*, vol. 9, no. 1, hal. 37–44, Apr 2020, doi: 10.14710/buloma.v9i1.29065.
- [4] D. Ferdiansyah, J. M. Nainggolan, dan D. Despa, "Karakteristik Peluahan Sebagian (Partial Discharge) Pada Isolasi Epoksi Resin (Resin Epoxy) Dengan Metode Emisi Akustik," *J. Inform. dan Tek. Elektro Terap.*, vol. 3, no. 1, Nov 2016, doi: 10.23960/jitet.v3i1.531.
- [5] R. Hartono, M. Ary Murti, dan I. Alinursafa, "2.Sistem Pemantauan Ketinggian Gelombang dan Ketinggian Permukaan Air Laut Berbasis Internet of Things (Iot) Menggunakan LPWAN LoRa," *Snistek*, hal. 157–164, 2022.
- [6] I. P. A. W. Widyatmika, N. P. A. W. Indrawati, I. W. W. A. Prastya, I. K. Darminta, I. G. N. Sangka, dan A. A. N. G. Saptaka, "Perbandingan Kinerja Arduino Uno dan ESP32 Terhadap Pengukuran Arus dan Tegangan," *J. Otomasi Kontrol dan Instrumentasi*, vol. 13, no. 1, hal. 35–47, 2021, doi: 10.5614/joki.2021.13.1.4.
- [7] M. Shofwany, A. Suhendi, dan I. W. Fathonah, "Studi Konsumsi Daya Pada Sistem Minimum Mikrokontroler Sebagai Inti Perangkat Iot Microcontroller Minimum System Power

- Consumption Study As a Core of Iot Device,” *eProceeding Eng.*, vol. 8, no. 1, hal. 1–8, 2021.
- [8] Espressif, *ESP32 Series Datasheet*. Shanghai: Espressif Systems, 2021.
- [9] A. Effendi, A. Y. Dewi, S. Amalia, dan D. Alfianto, “Studi Intensitas Cahaya Matahari Dengan Data Logger Untuk Efektiv Penempatan Panel Surya,” *J. Electr. Power Control Autom.*, vol. 4, no. 1, hal. 6, Jun 2021, doi: 10.33087/jepca.v4i1.44.
- [10] W. Ridwan, F. S. D. Parebba, I. Z. Nasibu, dan I. Wiranto, “Sistem Pengamanan Rumah dan Pengendali Penerangan Menggunakan ESP8266 dan Blynk,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 5, no. 1, hal. 79–86, 2023, doi: 10.37905/jjee.v5i1.16945.
- [11] A. Amir, U. Suwardoyo, dan I. N. Pratami Irwan, “Measurement and Monitoring System for Agricultural Soil Environmental Parameters Based on the Internet of Things,” *Jambura J. Electr. Electron. Eng.*, vol. 7, no. 1, hal. 18–23, Jan 2025, doi: 10.37905/jjee.v7i1.27691.
- [12] L. B. Wasesa, B. Hariadi, K. Setyadjit, dan A. Ridhoi, “Rancang Bangun Kontrol Kekeruhan dan Level Air pada Tangki Air Pamsimas dengan Memanfaatkan IoT,” *J. El Sains*, vol. 3, no. 1, hal. 43–46, 2021.
- [13] N. Almuntaazah, N. Azizah, Y. L. Putri, dan D. C. R. Novitasari, “Prediksi Jumlah Mahasiswa Baru Menggunakan Metode Regresi Linier Sederhana,” *J. Ilm. Mat. DAN Terap.*, vol. 18, no. 1, hal. 31–40, Jun 2021, doi: 10.22487/2540766X.2021.v18.i1.15465.
- [14] W. Mendenhal, R. J. Beaver, dan B. M. Beaver, *Introduction to Probability and Statistics*, Thirteenth. Canada: Brooks/Cole, Cengage Learning, 2009.
- [15] M. F. Khan, E. A. Felemban, S. Qaisar, dan S. Ali, “Performance Analysis on Packet Delivery Ratio and End-to-End Delay of Different Network Topologies in Wireless Sensor Networks (WSNs),” in *2013 IEEE 9th International Conference on Mobile Ad-hoc and Sensor Networks*, IEEE, Des 2013, hal. 324–329. doi: 10.1109/MSN.2013.74.
- [16] R. Anzari, Hartoni, dan H. Surbakti, “Pemetaan Batimetri Menggunakan Metode Akustik Di Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Provinsi Sumatera Selatan,” *Maspri J.*, vol. 9, no. 2, hal. 77–84, 2017.
- [17] T. Akbar, G. Suweken, G. Indrawan, dan K. Y. E. Aryanto, “Kotak-Kontak Pintar Pada Rumah Cerdas Berbasis Teknologi Internet Of Things,” *J. Pendidik. Teknol. dan Kejuru.*, vol. 16, no. 2, hal. 278, Jul 2019, doi: 10.23887/jptk-undiksha.v16i2.18937.
- [18] SYIFAUL FUADA *et al.*, “Studi EasyEDA sebagai Alternatif Simulator Rangkaian Listrik: Pengujian pada Rangkaian Mesh dan Pembuktiannya dengan Eksperimen Aktual,” *ALINIER J. Artif. Intell. Appl.*, vol. 4, no. 2, hal. 79–90, Nov 2023, doi: 10.36040/alinierv4i2.6935.
- [19] R. A. Pratama, P. Pratikto, dan M. Arman, “Sistem Akuisisi Data Temperatur Showcase Berbasis IoT Menggunakan ESP32 dengan Sensor Termokopel dan Logging ke Google Spreadsheets,” *Pros. Ind. Res. Work. Natl. Semin.*, vol. 14, no. 1, hal. 252–257, Agu 2023, doi: 10.35313/irwns.v14i1.5395.
- [20] A. T. Putra dan R. Risfendra, “Penggunaan Aplikasi Ubidots untuk Sistem Kontrol dan Monitoring pada Gudang Gula Berbasis Arduino UNO,” *JTEIN J. Tek. Elektro Indones.*, vol. 2, no. 1, hal. 40–48, Feb 2021, doi: 10.24036/jtein.v2i1.120.
- [21] A. Santika dan Y. Mukhammad, “Perancangan Dryblok dalam Kalibrator Thermometer Badan Menjadi Alat Standart Yang Difungsikan Sebagai Alat Kalibrator Untuk Termometer Badan,” *Java Heal. J.*, vol. 7, no. 2, 2020, doi: https://doi.org/10.1210/jhj.v7i2.432.
- [22] A. F. Y. Saputro dan D. A. Prasetyo, “Rancang Bangun Thermopen Sebagai Pengukur Suhu Menggunakan Sensor Ds18b20 Dilengkapi Internet Of Things,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 22, no. 1, hal. 26–33, Mar 2022, doi: 10.23917/emit.v22i1.14928.
- [23] A. Hindayani dan N. Hamim, “Akurasi dan Presisi Metode Sekunder Pengukuran Konduktivitas Menggunakan Sel Jones Tipe E untuk Pemantauan Kualitas Air Minum,” *IJCA (Indonesian J. Chem. Anal.*, vol. 5, no. 1, hal. 41–51, Mar 2022, doi: 10.20885/ijca.vol5.iss1.art5.
- [24] Y. Prabowo, S. Broto, T. Wirawan Wisnuadji, dan U. Budi Luhur, “Analisa Power Mode ESP32 Untuk Catu Daya Pada Sistem Berbasis IoT,” *Sisfotek*, hal. 150–154, 2022.
- [25] O. Onireti, A. Mohamed, H. Pervaiz, dan M. Imran, “Analytical approach to base station sleep mode power consumption and sleep depth,” in *2017 IEEE 28th Annual International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communications (PIMRC)*, IEEE, Okt 2017, hal. 1–7. doi: 10.1109/PIMRC.2017.8292518.
- [26] A. Andang, N. Hiron, A. Chobir, dan N. Busaeri, “Investigation of ultrasonic sensor type JSN-SRT04 performance as flood elevation detection,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 550, no. 1, hal. 012018, Jul 2019, doi: 10.1088/1757-899X/550/1/012018.
- [27] D. Purwanto, H., “Komparasi Sensor Ultrasonik HC-SR04 Dan JSN-SR04T Untuk Apikasi Sistem Deteksi Ketinggian Air,” *J. SIMETRIS*, vol. 10, no. 2, hal. 717–724, 2020.
- [28] R. Wulandari, “Analisis QoS (Quality Of Service) Pada Jaringan Internet (Studi Kasus : Upt Loka Uji Teknik Penambangan Jampang Kulon – LIPI),” *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 2, no. 2, hal. 162–172, 2016, doi: 10.28932/jutisi.v2i2.454.
- [29] S. Dswilan, Harmadi, dan Marzuki, “Flood monitoring system using ultrasonic sensor SN-SR04T and SIM 900A,” *J. Phys. Conf. Ser.*, vol. 1876, no. 1, hal. 012003, Apr 2021, doi: 10.1088/1742-6596/1876/1/012003.
- [30] M. J. Purba dan S. Manurung, “Analysis of 4g Internet Technology Quality in Medan City with Mobile Communication System,” *J. Phys. Conf.*

Ser., vol. 1361, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1742-6596/1361/1/012030.

- [31] M. H. S. Alajuri, H. A. Kusuma, T. Suhendra, dan D. E. D. Setyono, "Comparation Tidal Harmonic Based on IoT Instrument Using Admiralty Method in Tanjungpinang Waters," *J. Appl. Geospatial Inf.*, vol. 8, no. 2, hal. 140–145, Jan 2025, doi: 10.30871/jagi.v8i2.9042.
- [32] M. A. Rumapea, M. P. Suhana, dan R. D. Putra, "Tipe dan Pola Pasang Surut pada Perairan di Sekitar Kawasan Reklamasi Kota Tanjungpinang," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 17, no. 2, hal. 178–186, Agu 2024, doi: 10.21107/jk.v17i2.18218.
- [33] K. Khairunnisa, D. Apdillah, dan R. D. Putra, "Karakteristik Pasang Surut Di Perairan Pulau Bintan Bagian Timur Menggunakan Metode Admiralty," *J. Kelaut. Indones. J. Mar. Sci. Technol.*, vol. 14, no. 1, hal. 58–69, Apr 2021, doi: 10.21107/jk.v14i1.9928.
- [34] D. Apdillah *et al.*, "The Bintan MOS development: contribution of ideas to realize Nusantara marine observation network," *Depik*, vol. 10, no. 1, hal. 53–59, Apr 2021, doi: 10.13170/depik.10.1.18181.