

RANCANG BANGUN ALAT MONITORING KUALITAS AIR PADA TAMBAK UDANG BERBASIS IOT

Muhammad Chairi, Asran, Teuku Multazam

Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Malikussaleh Lhokseumawe, Muara Satu, Aceh Utara, Aceh, Indonesia
E-mail : muhammad.190150077@mhs.unimal.ac.id

Proses budidaya udang tidak serta merta tanpa hambatan. Untuk menghasilkan nilai produksi dan kualitas yang tinggi perlu dilakukan budidaya secara intensif seperti, melakukan monitoring kualitas air sesuai dengan kebutuhan udang. Pada penelitian ini dibuatlah alat monitoring kualitas air tambak udang berbasis *internet of things*. Alat ini memanfaatkan mikrokontroler ESP32 untuk mengendalikan keseluruhan sistem. Guna memberikan kemudahan bagi pengguna (*user*) dalam melakukan sistem kendali dan proses monitoring secara *realtime*, alat pengontrolan air sawah ini dirancang berbasis IoT memanfaatkan aplikasi telegram. Berdasarkan pengujian, sistem monitoring alat monitoring air pada tambak udang berbasis IoT (*Internet of Things*) dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang telah dirancang. Pada pengujian yang telah dilakukan, diketahui bahwa sensor TDS dapat mendeteksi kadar TDS pada masing-masing air yang telah disiapkan. Pengujian dilakukan menggunakan sensor TDS yang terpasang pada sistem dengan membandingkan data yang terbaca secara *real* (data terbaca oleh sensor) dengan data yang didapatkan dari beberapa referensi. Hasil menunjukkan bahwa, kadar yang terbaca oleh sensor sesuai dengan data pada referensi. Rata-rata *presentase error* pengukuran menggunakan sensor dan sensor termometer sebesar 0.34 %. Nilai error ini masih dapat di toleransi mengingat pada datasheet disebutkan bahwa tingkat keakuratan sensor $\pm 5\%$. Rata-rata pH yang terukur pada pagi, siang dan malam hari secara berurutan adalah 7.04, 7.15 dan 7.19. Proses monitoring air pada tambak udang melalui bot telegram dapat berjalan sesuai dengan pemrograman yang dirancang

Kata Kunci : Tambak, ESP32, Internet of Things, pH, monitoring

I. PENDAHULUAN

Salah satu habitat yang sering digunakan pada budidaya air payau adalah tambak. Tambak biasanya berada di wilayah pesisir dimana kegiatan budidaya perikanan yang berkelanjutan dapat dilakukan [1]. Tambak udang merupakan salah satu budidaya yang memiliki potensi ekonomi tinggi yang digemari oleh masyarakat luas. Produksi yang tinggi untuk memenuhi permintaan pasar terhadap udang, tentunya harus melalui proses yang panjang. Proses budidaya udang tidak serta merta tanpa hambatan. Untuk menghasilkan nilai produksi dan kualitas yang tinggi perlu dilakukan budidaya secara intensif seperti, melakukan monitoring kualitas air sesuai dengan kebutuhan udang [2].

Kondisi kualitas air sangat besar pengaruhnya pada tambak. Proses monitoring kualitas air tambak perlu dilakukan secara rutin guna mendukung kehidupan biota udang didalamnya. Informasi kualitas air sangat di butuhkan sebagai langkah awal untuk mencegah kesalahan

dalam pengelolaan budidaya udang. Selain itu, nilai pH, kadar suhu dan jumlah total zat padat yang terlarut dalam tambak (*Total Dissolved Solids*) termasuk mineral, garam, logam dan senyawa organik juga perlu diperhatikan [3]. Hal ini perlu dilakukan guna meminimalisir tingkat stres pada udang, penyakit yang timbul akibat kondisi air yang tidak sesuai, bahkan mengakibatkan kematian massal pada udang [4].

Untuk menjamin kualitas air selalu dalam keadaan standart, diperlukan sistem monitoring dengan memanfaatkan *teknologi internet of things* [5]. Oleh karena itu pada penelitian ini akan dibuat prototype sistem monitoring kualitas air berbasis mikrokontroler esp32 dengan menggunakan model sensor suhu DS18B20, sensor pH dan sensor TDS (*Total Dissolved Solids*). Kemudian sistem monitoring memanfaatkan LCD dan media internet of things yaitu telegram yang digunakan sebagai notifikasi jika sensor mendeteksi ketidaksesuaian dengan standar [6].

Berdasarkan latar belakang tersebut maka saya bermaksud mengangkat judul laporan tugas akhir yang berjudul “Rancang Bangun Alat Monitoring Kualiatas Air Pada Tambak Udang Berbasis IOT”.

1. Penelitian Terkait

Penelitian mengenai alat monitoring kualitas air pada kolam ikan koi berbasis arduino sebelumnya pernah dilakukan [7]. Penelitian ini memanfaatkan mikrokontroler arduino uno serta sensor pH untuk mendeteksi kadar pH kolam.

Sistem Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang berbasis Internet of Things sebelumnya juga pernah dilakukan [8]. Penelitian ini memanfaatkan arduino uno yang terkoneksi oleh NodeMCU guna mempermudah proses pengiriman data. Alat ini dilengkapi dengan sensor ds18b20 serta sensor kekeruhan DFRobot SEN0189.

Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname dengan kontrol paddle wheel juga sudah pernah dilakukan [9]. Sistem monitoring yang dirancang ini memanfaatkan arduino mega, sensor pH, sensor Amonia serta sensor suhu. Ketika kadar pH, amonnia dan suhu yang terbaca oleh sistem melebihi batas set point, kincir yang dilengkapi dengan kontrol paddle wheel akan otomatis bergerak.

Rancangan proyek akhir ini merupakan pengembangan dari perancangan alat sebelumnya. Proyek akhir ini diusulkan berjudul “Rancang Alat Monitoring Air Pada Tambak Udang Berbasis IoT (*Internet of Things*)”.

2. ESP32

ESP32 adalah pengganti mikrokontroler dalam versi ESP8266. Melalui sistem ekspresi. Keunggulan ESP32

adalah dapat menggunakan modul WiFi on-chip, memiliki pin yang lebih banyak dibandingkan jenis mikrokontroler 8 lainnya, memiliki memori yang besar, serta memiliki Bluetooth 4.0 dengan konsumsi daya yang rendah. Domain Esp32 ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1 ESP32

3. Sensor Suhu DS18B20

Sensor suhu yang digunakan ialah sensor dengan tipe DS18B20 yang mempunyai keakuratan sekitar 0.5°C. Sensor ini mampu mengukur suhu dengan akurasi 9 sampai 12 bit. Kisaran suhu yang dapat diukur oleh sensor ini adalah -55°C hingga 125°C. Fungsi masing-masing kabel berwarna merah untuk tegangan positif, kuning untuk sensor suhu yang dibaca node MCU dan kabel hitam untuk tegangan suplai negatif [11].



Gambar 2 Sensor suhu ds18b20

4. Sensor pH

Sensor pH adalah parameter yang sering digunakan oleh manusia misalnya di laboratorium dan pabrik industri yang berfungsi untuk mengecek pH air. pH meter merupakan suatu alat yang digunakan untuk pengukuran pH pada air, dan zat cair lainnya [12].



Gambar 3 sensor pH

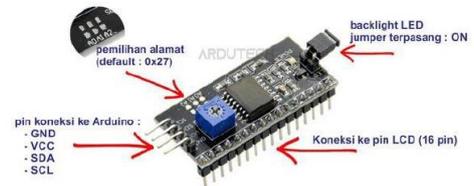
5. LCD

Liquid crystal display (LCD) 20x4 adalah media elektronik yang fungsinya untuk menampilkan huruf, angka, simbol, bahkan grafik. Logika CMOS adalah salah satu teknologi yang digunakan dalam pembuatan layar LCD, teknologi ini memantulkan cahaya disekitarnya dan tidak menimbulkan cahaya (backlight) [13].

6. Modul I2C

Modul I2C merupakan sebuah sistem serial komunikasi dari arah yang berlawanan serta menggunakan

saluran yang berbeda yang didesain secara manual untuk mempermudah pengiriman dan penerimaan data. I2C sendiri terdiri atas saluran SCL dan SDA (serial data) guna melakukan pengiriman data diantara I2C dan sistem kontrol. Fisik dari I2C ditunjukkan pada Gambar 4.



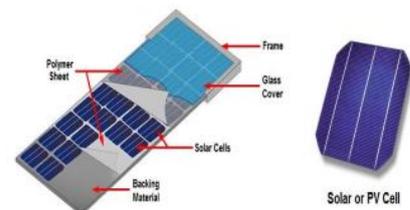
Gambar 4 Bentuk fisik I2C

7. Sensor TDS

Total Dissolved Solids (TDS) merupakan sebuah sensor yang digunakan untuk mendeteksi nilai total zat terlarut dalam larutan/air termasuk kadar garam, kadar mineral, kadar logam dan berbagai senyawa organik lainnya. Nilai TDS biasanya dibaca dalam satuan mg/L, atau dalam satuan ppm (parts per million).

8. Panel Surya

Panel surya atau solar cell adalah sebuah sistem yang dapat mengubah sinar matahari menjadi listrik. Selain digunakan sebagai alat untuk memaksimalkan energi matahari, sel surya juga dapat meningkatkan energi panas matahari melalui sistem yang disebut solar thermal system. Panel surya dibuat dengan bahan semi konduktor yang disusun pada kutub positif dan negative. Contoh panel surya bisa dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5 Panel surya

9. Baterai

Baterai dimanfaatkan sebagai sumber energi utama yang akan dikoneksikan pada sistem yang telah dirancang, dengan memanfaatkan baterai peranti ini dapat dibawa kemanapun dan bekerja tanpa harus menggunakan kabel dengan aliran listrik untuk mendapatkannya [15].

10. Solar Charge Controller

Solar charge controller merupakan komponen sistem panel surya yang digunakan sebagai *battery charger* (saat mengisi baterai) dan mengontrol input dan output arus pengisian panel surya. Perangkat ini biasanya terdiri dari satu masukan (dua terminal) yang dihubungkan ke keluaran (dua terminal) yang dihubungkan ke baterai dan satu keluaran (dua terminal) yang dihubungkan ke beban.

11. Modul Step Down

Modul ini digunakan untuk menurunkan rentang DC 3,2V sampai 4.6V ke tegangan DC maksimum 3A.

Perbedaan minimum antara input dan output adalah 1.5V DC. Hal ini karena untuk menaikkan atau menurunkan tegangan DC, seperti arus baterai, harus diubah dari DC ke DC. Tegangan DC dapat dikurangi menjadi jumlah kecil dengan menggunakan komponen sederhana. Komponen elektronik seperti resistor dan resistor biasa digunakan.

12. Telegram

Telegram adalah media sosial yang mengalami perkembangan sangat cepat sejak diluncurkan pada awal tahun 2013. Telegram bahkan telah mampu bersaing dengan aplikasi media sosial lain.

13. Arduino IDE (*Integrated Development Environment*)

Arduino seperti namanya dibuat untuk mempermudah para pecinta dunia robotika. Arduino IDE dibuat dari bahasa pemrograman JAVA [17]. Berikut tampilan software Arduino IDE pada Gambar 6.



Gambar 6 Tampilan pada aplikasi arduino ide

II. ANALISA DAN PEMBAHASAN

1. Pengujian Tegangan Kerja Komponen Elektronik

Tabel 4. 1 Tegangan kerja komponen elektronik alat monitoring air tambak

Perangkat Elektronik	Tegangan Input (V)
Baterai	12.30 DC
Modul <i>step down</i>	12.30 DC
Esp32	5.07 DC
Sensor TDS	5.01 DC
Sensor pH	5.01 DC
Sensor DS18B20	5.01 DC
LCD	5.10 DC
Sensor MPU6050	5.01 DC

Berdasarkan Tabel 4.1 diketahui setiap perangkat elektronik memiliki nilai tegangan yang berbeda-beda sesuai data pada *datasheet* masing-masing perangkat elektronik. Komponen elektronik yang dipakai keseluruhannya menggunakan arus searah (*Direct Current*). Besarnya tegangan input biasanya ditentukan oleh kebutuhan setiap komponen. Makin besar kebutuhan, makin besar pula tegangannya.

2. Pengujian Sensor TDS

Sensor TDS atau biasa disebut dengan *Total Dissolved Solids* merupakan parameter yang dapat mengukur nilai total zat terlarut dalam larutan/air. Pada area tambak nilai TDS air sangat berpengaruh dalam pertumbuhan udang selama masa budidaya. Nilai TDS

yang terlalu tinggi akan meningkatkan stres pada udang, membuat air tambak tampak keruh, serta mengganggu pertumbuhan dan pernapasan udang. Kadar TDS yang aman bagi pertumbuhan udang adalah 150-200 mg/L [20].

Tabel 4. 2 Data pengujian sensitifitas sensor TDS

NO	Pengukuran Kadar TDS	Kadar TDS (mg/L)
1.	Air laut	15.010
2.	Air mineral	328
3.	Air tambak	180

Pengujian dilakukan menggunakan sensor TDS yang terpasang pada sistem (data yang dibaca oleh sensor) dengan membandingkan data *real* yang didapatkan dari beberapa referensi jurnal dan penelitian. Hasil menunjukkan bahwa, kadar TDS yang dibaca oleh sensor sesuai dengan data pada referensi. Kadar TDS pada air laut pada saat pertama kali di uji memiliki kandungan diatas 15.000 mg/L [21]. Kadar air mineral yang baik untuk diminum berkisar antara 300-600 mg/L [22]. Sedangkan kadar air tambak yang aman bagi pertumbuhan udang berkisar antara 150-200mg/L.

3. Pengujian Sensitifitas Sensor Terhadap pH

Tabel 4. 3 Pengujian sensitifitas sensor terhadap pH air tambak

No	Waktu	Durasi pengujian (menit)	Nilai Sensor pH
1	7.00	10	7,08
2	7.10	10	7.18
3	7.20	10	7,11
4	12.00	10	7.23
5	12.10	10	7.10
6	12.20	10	7.14
7	19.00	10	7.22
8	19.10	10	7.23
9	19.20	10	7.12

Percobaan ini dilakukan menggunakan sampel air tambak yang sama tetapi pada waktu yang berbeda. Percobaan dilakukan dengan waktu 30 menit pada pagi, siang dan malam hari. Berdasarkan data pada Tabel 4.1, rata-rata pH yang diukur pagi adalah 7,12. PH rata-rata adalah 7,15 pada siang hari dan 7,19 pada malam hari. Berdasarkan data yang diperoleh, tidak terdapat perbedaan pH yang signifikan pada pagi, siang dan sore hari.

5. Data Pengujian Alat Monitoring Air Pada Tambak Udang Berbasis IoT

Tabel 4. 4 Data pengujian alat monitoring pada tambak udang

Kadar TDS (mg/L)	pH	Suhu (°C)
180	6.5	28
185	6.8	29
185	7.0	28

Dari data pada Tabel 4.4 diketahui bahwa alat monitoring air tambak udang berbasis IoT dapat mendeteksi kadar TDS, kadar pH dan suhu tambak dengan baik. Pengujian dilakukan dengan mengambil *sample* air

tambak guna melihat kadar TDS, kadar pH dan suhu air tambak dalam keadaan *real*. Dari Tabel 4.3 diketahui bahwa kadar pH pada air tambak cenderung bersifat netral (6.5-7.8), kadar TDS pada air tambak sesuai dengan kadar aman bagi tambak udang yaitu 180-195 mg/L. Begitupun suhu pada air tambak. Suhu pada pengujian sesuai tabel yaitu 28-29°C.

5. Pengujian Sensor Suhu DS18B20

Tabel 4. 5 Perbandingan pengukuran oleh sensor suhu dan termometer

Pengukuran oleh		Error (%)
Sensor ds18b20 (°C)	Thermometer (°C)	
29.3	29	1
28.2	28	0.7
26	26	0
25	25	0
24	24	0
Rata-rata error : 0.34		

Berdasarkan Tabel 4.5 dapat dilihat *presentase error* pada pengujian sensor suhu. Dari data diketahui bahwa nilai rata-rata *presentase error* pengukuran menggunakan sensor ds18b20 dan termometer sebesar 0.34 %. Nilai error ini terbilang sangat kecil mengingat pada datasheet disebutkan bahwa tingkat keakurasian sensor ialah 5%.

4.7 Pengujian Ketahanan Baterai Pada Alat Monitoring Air Pada Tambak Udang Berbasis IoT (*Internet of Things*)

Tabel 4. 6 Data pengujian alat

Daya (watt)	Tegangan (Volt)	Kuat arus (Ampere)
2.25	12	0.18

Data kuat arus berdasarkan perhitungan adalah sebagai berikut.

$$P = V \cdot I$$

$$I = \frac{P}{V}$$

Berdasarkan perhitungan, besar kuat arus adalah sebagai berikut.

$$I = \frac{P}{V}$$

$$I = 0.18 \text{ A}$$

Kuat arus yang terukur pada alat ukur maupun berdasarkan perhitungan menunjukkan nilai yang sama. Hal ini menandakan bahwa tidak terjadi error pada alat ukur. Kapasitas baterai yang digunakan pada alat ini ialah baterai dengan spesifikasi 12V/7.2 Ah. Dengan demikian dapat diketahui berapa lama ketahanan baterai yaitu sebagai berikut.

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{7.2Ah}{0.18 \text{ A}}$$

$$= 40 \text{ hours (jam)}$$

Dengan dieffisiensi baterai 20% maka waktu pemakaian akan berkurang sebanyak 20% sebagai berikut. Waktu pemakaian = 40 jam - dieffisiensi baterai 20%

$$= 39.8 \text{ jam (39 jam 48 menit)}$$

Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa energi baterai dengan kapasitas 12V 7.2Ah mampu digunakan selama 39.8 jam (39 jam 48 menit). Kemampuan baterai ini terbilang lama mengingat baterai mampu memberikan supply energi selama ±1.5 hari. Kemampuan baterai dalam menyuplai energi tergantung besar kecilnya arus yang dipakai pada sistem. Semakin besar arus yang dibutuhkan oleh sistem, semakin cepat pula daya tahan baterai dalam menyuplai energi. Begitu pula sebaliknya, semakin kecil nilai arus yang dibutuhkan oleh sistem, semakin lama pula daya tahan baterai dalam menyuplai energi.

III. KESIMPULAN

1. Sistem monitoring alat monitoring air pada tambak udang berbasis IoT (*Internet of Things*) dapat beroperasi dengan baik sesuai dengan pemrograman yang telah dirancang
2. Berdasarkan pengujian diketahui setiap perangkat elektronik memiliki nilai tegangan yang berbeda-beda sesuai data pada *datasheet* masing-masing perangkat elektronik. Komponen elektronik yang dipakai keseluruhannya menggunakan arus searah (*Direct Current*). Besarnya tegangan input biasanya ditentukan oleh kebutuhan setiap komponen. Makin besar kebutuhan, makin besar pula tegangannya.
3. Pada pengujian yang telah dilakukan diketahui bahwa sensor TDS dapat mendeteksi kadar TDS pada masing-masing sampel air yang telah disiapkan. Hasil menunjukkan bahwa, kadar yang dibaca oleh sensor sesuai dengan data pada referensi.
4. Rata-rata pH yang terukur pada pagi, siang dan malam hari secara berurutan adalah 7.04, 7.15 dan 7.19
5. Berdasarkan data pengujian, rata-rata pH yang diukur pagi adalah 7,12. PH rata-rata adalah 7,15 pada siang hari dan 7,19 pada malam hari. Berdasarkan data yang diperoleh, tidak terdapat perbedaan pH yang signifikan pada pagi, siang dan sore hari
6. Dari data diketahui bahwa nilai rata-rata *presentase error* pengukuran menggunakan sensor dan sensor termometer sebesar 0.34 %. Nilai error ini terbilang sangat kecil mengingat pada datasheet disebutkan bahwa tingkat keakurasian sensor ialah 5%.
7. Berdasarkan perhitungan diketahui bahwa energi baterai dengan kapasitas 12V 7.2Ah mampu digunakan selama 39.8 jam (39 jam 48 menit)

IV. REFERENSI

- [1] D. Ristiyani, "Evaluasi Kesesuaian Lahan Untuk Budidaya Perikanan Tambak Di Pesisir Kendal," *Geo Image*, vol. 1, no. 1, 2012.
- [2] A. E. Multazam and Z. B. Hasanuddin, "Sistem Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname," *Sist. Komput. Tek. elektro*, 2018.
- [3] R. S. Utami and Roslidar, "Sistem Kendali dan Pemantau Kualitas Air Tambak Udang Berbasis Salinitas, Suhu, dan pH Air," *J. Komputer, Inf. Teknol. dan Elektro*, vol. 8, no. 1, pp. 43-48, 2023.
- [4] Y. Adityas and S. R. Riady, "Water Quality Monitoring System with Parameter of pH, Temperature, Turbidity, and Salinity Based on Internet of Things," *JISA (Jurnal Inform. dan Sains)*, vol. 4, no. 1, 2021, doi: e-ISSN: 2614-8404.
- [5] A. Zamzami and O. Fransisco, "SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBak UDANG BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," *Pros. Semin. NASIONALINOVASI Teknol. Terap.*, 2021.

- [6] H. P. Ramadhan, C. Kartiko, and A. Prasetyadi, "Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Menggunakan Metode Data Logging," *J. Tek. Inform. dan Sist. Inf.*, vol. 6, no. 1, doi: p-ISSN : 2443-2210, e-ISSN : 2443-2229.
- [7] I. Vipriyandhito, A. Pandu Kusuma, and D. Fanny Hebrasianto Permadi, "Rancang Bangun Alat Monitoring Kualitas Air Pada Kolam Ikan Koi Berbasis Arduino," *JATI (Jurnal Mhs. Tek. Inform.)*, vol. 6, no. 2, pp. 875–879, 2022, doi: 10.36040/jati.v6i2.5768.
- [8] D. Ansarullah and H. Nurwarsito, "Monitoring Kualitas Air pada Tambak Udang berbasis Internet of Things dengan Protokol Komunikasi ZigBee," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 6, no. 2, pp. 615–624, 2022.
- [9] Anggara Trisna Nugraha, Purwidi Asri, Perwi Darmajanti, Diego Ilham Yoga Agna, and Muhammad 'Ubaid Amrullah, "Rancang Bangun Monitoring Kualitas Air Tambak Udang Vaname Dengan Kontrol Paddle Wheel Berbasis Mikrokontroler," *J. 7 Samudra*, vol. 8, no. 2, pp. 49–54, 2023, doi: 10.54992/7samudra.v8i2.132.
- [10] R. R. Maulana, "Kontroling dan monitoring tds," Universitas Dinamika, 2023.
- [11] M. Bagus, R. Huda, and W. D. Kurniawan, "Analisa Sistem Pengendalian Temperatur Menggunakan Sensor Ds18B20 Berbasis Mikrokontroler Arduino," *J. Rekayasa Mesin*, vol. 07, no. 02, pp. 18–23, 2022.
- [12] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, and I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," *INSANtek*, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [13] Arduitech, "LCD I2C dengan Arduino." Accessed: Feb. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.ardutech.com/lcd-i2c-dengan-arduino/>
- [14] Humairah, "Fisika Listrik Power Suply." Accessed: Feb. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.scribd.com/document/388992103/Humairah-2011-Fisika-Listrik-Power-Suply>
- [15] H. Al Fani, Sumarno, and Jalaluddin, "Perancangan Alat Monitoring Pendeteksi Suara di Ruang Bayi RS Vita Insani Berbasis Arduino Menggunakan Buzzer," *J. MEDIA Inform. BUDIDARMA*, vol. 4, no. 1, pp. 144–149, 2020.
- [16] D. Abimanto and Iwan Mahendro, "Penggunaan Aplikasi Telegram Untuk Kegiatan Pembelajaran Jarak Jauh Pada Mata Kuliah Bahasa Inggris Materi Speaking Pada Mahasiswa Universitas Maritim Amni Semarang," *Pros. Kematriman*, vol. 1, no. 1, pp. 245–256, 2021.
- [17] A. Khadir, "Teknik Sederhana Dalam Pemrograman Bahasa C," *J. Pendidik. Inform. Dan Sains*, vol. 1, no. 8, 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.poltekba.ac.id/index.php/jtt/article/download/877/pdf%5C>
- [18] Makarim, "Sistem pemrograman dan pengaplikasian arduino IDE pada bahasa C," *J. SAINTEK*, vol. 1, no. 3, pp. 67–76, 2021.
- [19] N. Manungkalit, "Fitur dan Ikon pada aplikasi Arduino IDE," *J. Coding, Sist. Komput. Untan*, vol. 1, no. 4, pp. 65–72, 2014.
- [20] K. F. Izdihar, "Pengaruh TDS Air Tambak terhadap Kualitas Udang Budidaya," efishery.com, PT Multidaya Teknologi Nusantara. Accessed: Mar. 31, 2024. [Online]. Available: <https://efishery.com/id/resources/tds-air-tambak-udang/>
- [21] J. Carina, "Mengubah Air Laut Menjadi Layak Dikonsumsi," Kompas.com. Accessed: Mar. 31, 2024. [Online]. Available: <https://megapolitan.kompas.com/read/2017/08/13/00171071/mengubah-air-laut-menjadi-layak-dikonsumsi>
- [22] R. Zamora, H. Harmadi, and W. Wildian, "Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time," *Sainstek J. Sains dan Teknol.*, vol. 7, no. 1, p. 11, 2016, doi: 10.31958/js.v7i1.120.