

RESEARCH ARTICLE

Sistem Sensor Untuk Pemantauan Kualitas Dan Temperatur Air

Bryan Verdhatama, Nina Hendrarini* and Duddy Soegiarto

Fakultas Ilmu Terapan, Universitas Telkom, Bandung, 40257, Jawa Barat, Indonesia

*Corresponding author: ninahendrarini@telkomuniversity.ac.id

Abstrak

Sebagai negara dengan hutan mangrove terbesar di dunia Indonesia memiliki kekayaan hayati berupa kepiting soka yang memiliki potensi ekonomi, Indonesia juga merupakan negara eksportir krustasea laut tersebut, namun pada tahun 2021 nilai eksportir kepiting mencapai 614,25 juta USD, hal ini disebabkan karena faktor alami, aktivitas manusia, untuk itu diperlukan sebuah pemanfaatan teknologi *precision aquaculture* yang dapat meningkatkan efisiensi budidaya melalui pemantauan kualitas air dengan memanfaatkan sensor seperti sensor TDS (DS18B20), Ph (SEN0161), dan temperatur (DS18B20) untuk mengetahui kondisi air pada media budidaya kepiting serta pemanfaatan aplikasi *Firestore* untuk IoT, karena kepiting soka memiliki kebutuhan spesifik yaitu temperatur 22 – 25°C, pH 7, 5 – 7, 7, salinitas 10 – 25 ppt pada air. Hasil dari penelitian ini menunjukkan sensor temperatur air: 24,7°C akurasi 98,33%, sensor pH: 9,15, akurasi 99,66%, dan sensor salinitas berada pada 2,83 ppt, dengan akurasi 89,27%. Selisih nilai sensor dengan alat tolak ukur temperatur 0,43, pH 0,04 dan salinitas 0,37. Dari informasi nilai-nilai tersebut dapat ditampilkan pada LCD 16 × 2 dan *Realtime Database Firestore*.

Key words: *Precision Aquaculture*, pemantau kualitas air, Google *Firestore*, Kepiting Soka

Pendahuluan

Sebagai negara dengan luas hutan mangrove terbesar di dunia [1]. Menjadikan hutan mangrove Indonesia berperan penting dalam menjaga keberlanjutan ekosistem laut dan pesisir. Sebagai sumber ekosistem yang menampung biota laut salah satunya yaitu kepiting bakau, dari potensi ekosistem mangrove ini menawarkan potensi pada bidang perekonomian dari pembudidayaan kepiting tersebut. Tahun 2021 Indonesia mengalami lonjakan ekspor berada pada angka 614.25 juta U.S dollar mengalahkan nilai ekspor pada sektor udang [2]. Namun tahun berikutnya Indonesia mengalami penurunan nilai ekspor krustasea laut tersebut. Penurunan nilai ekspor kepiting dapat disebabkan oleh beberapa faktor, baik alami maupun akibat aktivitas manusia. Secara alami, kepiting rentan terhadap kanibalisme dan predator, terutama saat molting. Selain itu, penangkapan berlebihan di alam oleh nelayan juga dapat mengganggu pertumbuhan populasi kepiting [3]. Keberlangsungan hidup, tingkat pertumbuhan kepiting bakau lebih baik dibandingkan keberlangsungan hidup di alam [4]. Selain faktor tersebut yang mengurangi potensi ekspor adalah kurangnya penerapan teknologi pembudidayaan kepiting bakau sehingga para investor enggan menanamkan modal pada sektor perikanan tersebut [5]. Untuk mengatasi masalah ini Indonesia memerlukan teknologi yang mampu mengurangi resiko kegagalan pada budidaya kepiting bakau. Teknologi *precision aquaculture* digunakan untuk meningkatkan akurasi, presisi, dan pengulangan, yang memungkinkan pemantauan untuk mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual serta mengatasi gagal panen, kegagalan disebabkan oleh kualitas air pada budidaya. Kualitas air yang buruk dapat berdampak negatif pada kesehatan dan

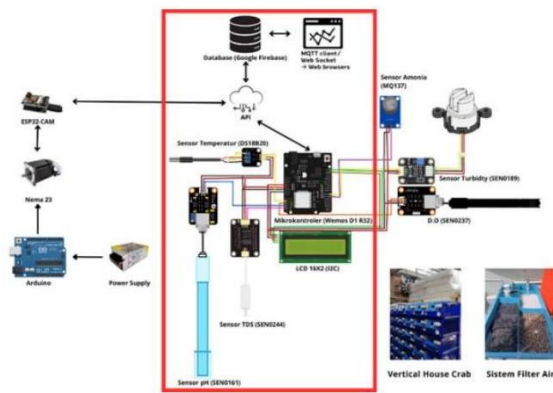
metabolisme kepiting. Dalam aktifitas budidaya kepiting ini, kepiting menghasilkan limbah dari hasil pemberian pakan, feses, dari kegiatan tersebutlah limbah dapat mengganggu metabolisme kepiting lain pada media lainnya, Tingkat keasaman pH dan kepadatan dalam air inilah yang membuat pembudidayaan mengalami kegagalan dari aktifitas budidaya kepiting [6].

Kepiting Bakau (*Scylla sp*) memerlukan kondisi temperatur air berkisar 22 s.d 25°C, pH ada pada kisaran 7,5, 7,7 [7]. Untuk tingkat salinitas berada berkisar 10-25 ppt [8]. Kegagalan produksi inilah perlukannya teknologi dengan cara pengukuran keasaman, zat terlarut dan temperatur pada air agar kualitas air terjaga [9]. Teknologi *precision Aquaculture* ini membuat para petani kepiting mudah untuk mengontrol langsung, pengambilan keputusan, dan peningkatan efektifitas pemeliharaan [10]. Penerapan aplikasi IoT seperti *Firestore* memudahkan dalam proses pemantauan kepiting soka, *Firestore* dapat menyimpan data dengan format JSON dan basis data menggunakan API JavaScript [11]. Dengan penerapan tersebut diharapkan dapat meningkatkan permintaan pasar dan nilai gizi yang tinggi dari kepiting bakau mendorong perlu upaya konservasi dan pembudidayaan agar menjaga jumlah pasokan tetap lestari [12].

Tinjauan Pustaka

Budidaya Kepiting

Pembudidayaan kepiting merupakan sebuah kegiatan pengembangan dengan lingkup yang lebih kecil dibandingkan dengan habitat



Gambar 1. Sistem yang dibangun

asli, tujuan pengembangbiakan biasanya dimaksudkan untuk komersil maupun kegiatan nonkomersil dengan keberlanjutan produksi tanpa merusak lingkungan alami [12].

Precision Aquaculture

Sebuah konsep dimana memanfaatkan alat-alat teknologi dan kerangka kerja untuk membangun metode budidaya yang berbasis teknologi [13]. *Precision aquaculture* menggunakan sensor optik, akustik, dan sensor biologis serta beragam parameter yang diukur untuk diterapkan pada budidaya [14].

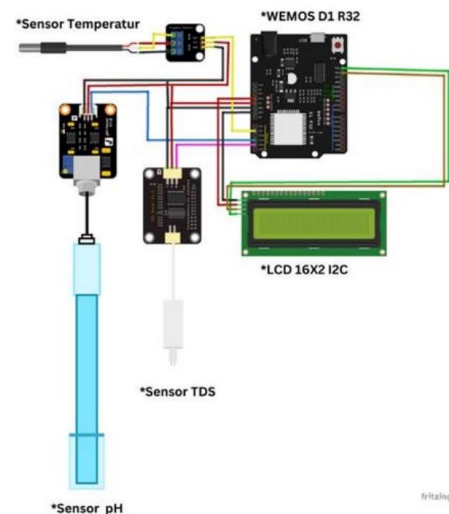
Firebase

Layanan yang dikembangkan oleh Google yang merupakan *software development*. Pengguna dapat membangun dan merancang sistem melalui berbagai platform karena fleksibilitas integrasi lintas platform, *Realtime Database* serta *cloud* [11].

Alat

Pada penelitian menggunakan perangkat keras sebagai berikut:

1. LCD 16X2 (I2C), komponen yang digunakan untuk menampilkan informasi. Menggunakan protokol IC yang dapat menampung banyak data serta efisiensi penggunaan kabel [14].
2. Sensor pH DFRobot (SEN0161), komponen yang dirancang untuk Arduino yang terhubung dengan BNC konektor dan pH 2.0. Penggunaan sensor ini dicelupkan ke dalam air untuk mengetahui kadar keasaman, alkalinitas pada air. Modul daya 5 V, jarak pengukuran 0 – 14pH, dengan tingkat akurasi ± 0.1 pH [15].
3. Sensor Temperatur (DS18B20), sensor temperatur digital yang menggunakan komunikasi 1-wire pin input. Dengan rentang pengukuran -10°C & $+ 85^{\circ}\text{C}$ [16]. Biasa digunakan untuk mengukur temperatur pada medium.
4. Sensor TDS DFRobot (SEN0244), Jenis sensor yang digunakan untuk mengukur kandungan mineral terlarut pada air dengan akurasi $\pm 10\%$, tegangan input 3.3 – 5 V, dengan rentang 0-1000 ppm [17].
5. Wemos D1 R32, mikrokontroler yang berbasis NodeMCU ESP32. Spesifikasi prosesor 32 bit, pin I/O berjumlah 34, tegangan 3.3-5 V dan memori RAM 158 kb dengan flash memory 4 mb [18].



Gambar 2. Rangkaian Skematik Elektronik

Metodologi Penelitian

Penelitian jurnal ini menggunakan metodologi *prototyping* dan pengumpulan data kuantitatif yang dilaksanakan pada bulan Februari-Agustus 2024 di Hangar Gedung FIT (Fakultas Ilmu Terapan), Telkom University. Metode ini meliputi beberapa tahapan terdiri atas studi literatur, perancangan sistem, implementasi dan pengujian.

Perancangan Sistem

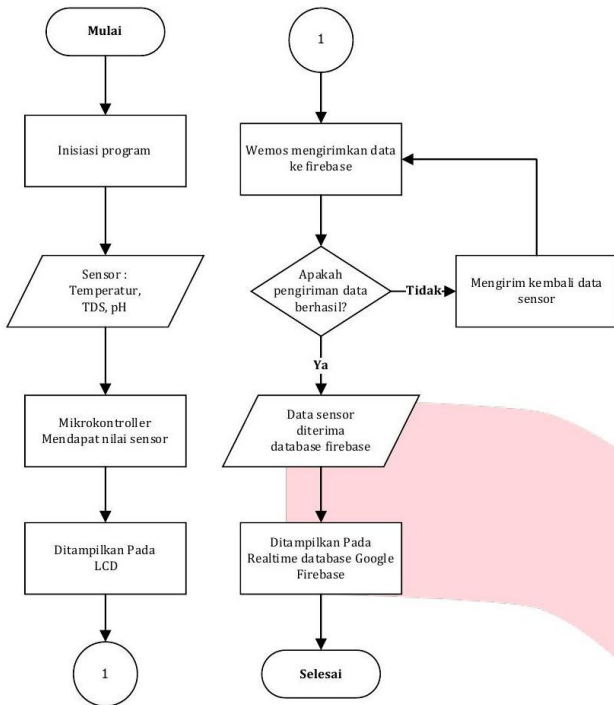
Bagian dalam kotak merah pada gambar 1 menunjukkan komponen inti dari sistem pemantauan kualitas air yang peneliti kerjakan. Terdapat beberapa sensor yang terhubung ke *mikrokontroler*, termasuk:

1. Sensor pH (SEN0161): Mengukur tingkat keasaman atau alkalinitas air, parameter penting untuk kesehatan organisme akuatik.
2. Sensor TDS (SEN0244): Mengukur *Total Dissolved Solids* (TDS) atau jumlah padatan terlarut dalam air, yang dapat menunjukkan tingkat polusi atau kandungan mineral.
3. Sensor Temperatur (DS18B20): Mengukur temperatur pada air, untuk mengetahui temperatur air pada kotak kepiting.

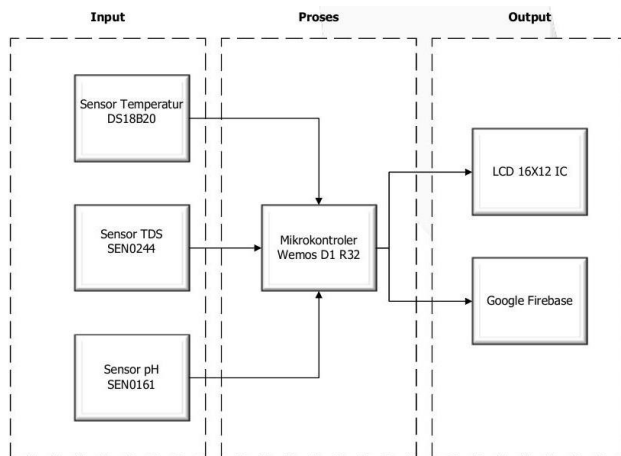
Data dari sensor-sensor ini akan diolah oleh *mikrokontroler* WEMOS D1 R32 lalu ditampilkan pada LCD 16×2 untuk pemantauan langsung. Selain itu, data tersebut juga dapat dikirim ke *Realtime Database* pada Google *Firebase* melalui koneksi *cloud*, memungkinkan akses jarak jauh dan analisis lebih lanjut. Gambar 2 di atas menampilkan rangkaian skematik pemantauan kualitas dan temperatur air. Seperti pada gambar tersebut sensor yang digunakan untuk mengambil data adalah sensor TDS, pH, dan temperatur. Lalu untuk tampilan dari informasi nilai sensor dapat dilihat pada layar LCD 16x2 I2C serta dapat dilihat pada *Realtime Database*.

Diagram Alir & Balok

Berdasarkan Gambar 3, sistem akan aktif saat *mikrokontroler* Wemos D1 R32 dijalankan. Penggunaan *mikrokontroler* tersebut akan membaca keseluruhan data dari sensor yang terhubung. Sensor kemudian mengumpulkan data, yang kemudian dikirimkan ke jaringan lokal. API akan mengelola data, dan menyimpan didalam database. Pengguna dapat melakukan pemantauan dari hasil data yang terkumpul melalui tampilan *Realtime Database* pada Google *Firebase*. Kemudian untuk diagram balok terdapat pada Gambar 4 berikut. Bagian yang memproses input merupakan sensor temperature, TDS, pH, lalu bagian proses



Gambar 3. Diagram Alir

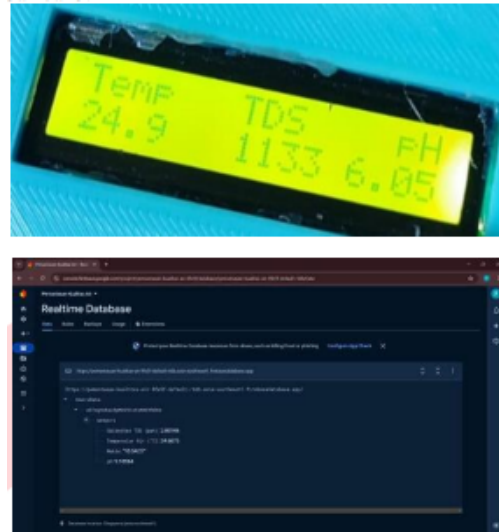


Gambar 4. Diagram Balok Sistem

mikrokontroler Wemos D1 R32 yang memproses dan mengolah nilai dari sensor untuk diteruskan untuk ditampilkan pada LCD dan Google *Firestore*. Pembangunan sistem dapat berfungsi dengan baik, karena perangkat keras dan perangkat lunak sudah terhubung. Seperti pada Gambar 4, hasil dari proses pengolahan data dapat di tampilkan pada layar LCD dan *Firestore* seperti pada Gambar 5.

Hasil dan Pembahasan

Perancangan sistem pemantauan kualitas & temperatur air yang dibuat, pemrograman sensor dan *Firestore* ditanam pada Wemos D1 R32 dengan menggunakan Arduino IDE. *Mikrokontroler* yang sudah terprogram kemudian dihubungkan dengan sensor pH (SEN0161) untuk mengukur kadar keasaman dan alkalinitas air, sensor temperatur (DS18B20) digunakan untuk mengukur temperatur air, lalu sensor TDS (SEN0244),

Gambar 5. Tampilan pemantauan sistem pada layar LCD (atas) dan *Firestore* (bawah)

yang digunakan untuk mengukur kadar mineral yang terkandung pada air. Pengujian dilakukan untuk mengetahui akurasi dan keandalan sensor serta untuk mengetahui kesalahan yang terjadi saat pengambilan data, seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Berdasarkan tabel 1 hasil Pengujian kadar pH air, akurasi sensor mencapai 98,33%, nilai error rate 1,68%. Hasil Pengujian kadar pH air, akurasi sensor mencapai 99,66%, nilai error rate 0,34%, dengan rincian lengkap disajikan pada Tabel 2. Hasil Pengujian salinitas dalam tabel 3, akurasi sensor 89,27% dan error rate 10,73%. Hal ini disebabkan karena sensor TDS tidak dapat menangkap rentan salinitas yang lebih tinggi.

$$Error(\%) = \frac{Jumlahkesalahan}{Jumlahtotalpengukuran} \times 100\% \quad (1)$$

$$Akurasi = 100\% - rata - rataerror \quad (2)$$

Terlihat adanya perbedaan antara nilai yang diukur menggunakan alat ukur dengan nilai sensor, terutama pada pada salinitas yang ada ketidaksesuaian pada pengukuran hal ini disebabkan oleh spesifikasi sensor untuk mengukur kadar garam yang tinggi kurang mumpuni, lalu pada nilai temperatur air ada ketidak sesuaian namun hal ini dapat dimaklumi karena kalibrasi sensor (DS18B20) sudah menyesuaikan pabrikasi, untuk pH rata-rata perbedaan antara sensor dan pH meter relatif kecil hanya 0,04 yang menunjukkan tingkat akurasi pH meter yang cukup baik. Sensor temperatur memiliki akurasi tertinggi (98,33%) diikuti oleh sensor pH(99,66%), sensor salinitas memiliki akurasi sensor terendah yaitu (89,27%).

Kesimpulan

Hasil pengembangan purwarupa sistem pemantauan budidaya kepiting bakau ini dapat disimpulkan, bahwa. Penelitian ini menerapkan teknologi *Precision Aquaculture* dengan memantau ketiga parameter utama kualitas air, yaitu salinitas, pH, dan temperatur. Dari hasil pengukuran, sistem yang dirancang mampu memberikan data dengan akurasi sensor temperatur 98,33%, sensor pH99,66%, dan sensor dengan akurasi terendah 89,27%. Secara keseluruhan, sensorsensor ini dapat diandalkan dalam menentukan kualitas lingkungan media budidaya. Hasil evaluasi dari setiap parameter menunjukkan bahwa variasi salinitas, pH, dan temperatur dapat terpantau secara efektif melalui sistem yang telah dikembangkan.

Table 1. Pengujian pada Temperatur Air pada Media Budidaya

Peng-ujian	Tanggal Pengujian	Waktu Pengujian	S.Temperatur (°C)	Termometer	Response Time (menit)
1	09/09/2024	13:22:50	24,75	25,2	3
2	09/09/2024	13:25:57	24,75	25,2	3
3	09/09/2024	13:28:51	24,75	25,2	3
4	09/09/2024	13:31:50	24,81	25,2	3
5	09/09/2024	13:34:57	24,81	25,2	3
6	09/09/2024	13:40:57	24,81	25,2	3
7	09/09/2024	13:43:57	24,81	25,2	3
8	09/09/2024	13:46:51	24,81	25,2	3
9	09/09/2024	13:49:53	24,81	25,2	3
10	09/09/2024	13:52:53	24,88	25,4	3
Rata-rata			24,799		25,22
Error rate				1,67%	
Akurasi				98,33%	

Table 2. Pengujian pH Air pada Media Budidaya

	Tanggal Pengujian	Waktu Peng-ujian	S.pH	pH Meter	Response Time (menit)
1	09/09/2024	13:22:50	9,27	9,3	3
2	09/09/2024	13:25:57	9,21	9,4	3
3	09/09/2024	13:28:51	9,19	9,2	3
4	09/09/2024	13:31:50	9,18	9,1	3
5	09/09/2024	13:34:57	9,15	9,1	3
6	09/09/2024	13:40:57	9,14	9,2	3
7	09/09/2024	13:43:57	9,12	9,3	3
8	09/09/2024	13:46:51	9,11	9,3	3
9	09/09/2024	13:49:53	9,11	9	3
10	09/09/2024	13:52:53	9,11	9	3
Rata-rata			9,159		9,19
Error rate				0,34%	
Akurasi				99,66%	

Table 3. Pengujian Salinitas Air pada Media Budidaya

Peng-ujian	Tanggal Pengujian	Waktu Peng-ujian	Salinitas (ppt)	TDS METER	Response Time (menit)
1	09/09/2024	13:22:50	2,8	3	3
2	09/09/2024	13:25:57	2,78	3	3
3	09/09/2024	13:28:51	2,95	3,4	3
4	09/09/2024	13:31:50	2,77	3,1	3
5	09/09/2024	13:34:57	2,8	3,2	3
6	09/09/2024	13:40:57	2,95	3,2	3
7	09/09/2024	13:43:57	2,87	3,2	3
8	09/09/2024	13:46:51	2,81	3,2	3
9	09/09/2024	13:49:53	2,78	3,2	3
10	09/09/2024	13:52:53	2,79	3,2	3
Rata-rata			2,83		3,17
Error rate				10,73%	
Akurasi				89,27%	

Daftar Pustaka

- Kemensetneg H. Arti Pesan Mangrove Indonesia di G20: Atasi Krisis Iklim Global; 2024. Accessed: Jul. 18, 2024. [Online]. Available from: https://www.setneg.go.id/baca/index/arti_pesan_mangrove_indonesia_di_g20_atasi_krisis_iklim_global.
- Department SR, Siahaan M. Value of crabs exported from Indonesia from 2014 to 2022; 2024. Accessed: Jul. 18, 2024. [Online]. Available from: <https://www.statista.com/statistics/1084108/indonesia-crab-export-value/>.
- Mirera DO. Capture-Based Mud Crab (*Scylla serrata*) Aquaculture and Artisanal Fishery in East Africa – Practical and Ecological Perspectives; 2013.
- Fatihah SN, Julin HT, Chen CA. Survival, growth, and molting frequency of mud crab *Scylla tranquebarica* juveniles at different shelter conditions; 2017. [Online]. Available from: <http://www.bioflux.com.ro/aac1>.
- Lastri. Faktor Menurunnya Ekspor Kepiting Indonesia Ke Amerika Serikat. 2016.
- Pavasovic M, Richardson NA, Anderson AJ, Mann D, Mather PB. Effect of pH, temperature and diet on digestive enzyme profiles in the mud crab, *Scylla serrata*. Aquaculture. 2004 Dec;242(1-4):641-54.
- Saputri M, et al.. Karakteristik Habitat Kepiting Bakau (*Scylla* sp.) di Ekosistem Mangrove Silang Cadek Kecamatan Baitussalam Kabupaten Aceh Besar, Provinsi Aceh; 2024.
- C SC, Lovatelli A. Mud Crab Aquaculture: A Practical Manual; 2011. Accessed: Sep. 08, 2024. [Online]. Available from: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:83199452>.
- Fauzzia IRNWM. Penyisihan Amoniak dan Kekeruhan pada Sistem Resirkulasi Budidaya Kepiting dengan Teknologi Membran Biofilter. 2013;2(2).

10. López RAB, Cordova LRM, Nuñez JCG, Galaviz JRG, Gamez JCI, Hernandez RC. Implementation and Evaluation of Open-Source Hardware to Monitor Water Quality in Precision Aquaculture. *Sensors (Switzerland)*. 2020 Nov;20(21):1-14.
11. Gaikwad AT, Chougale P, Yadav V, Gaikwad A, Vidyapeeth B. Firebase — Overview and Usage. *Journal of Engineering and Technology Management*. 2022. [Online]. Available: <http://www.irjmets.com>.
12. Muhamad, K4a006015 A. Analisis Carryng Capacity Tambak pada Sentra Budidaya Kepiting Bakau (*Scylla sp*) di Kabupaten Pematang – Jawa Tengah. Program Studi Magister Manajemen Sumberdaya Pantai; 2008. Tesis untuk memenuhi sebagian persyaratan guna mencapai derajat Magister (S-2).
13. Føre M, et al. Precision Fish Farming: A New Framework to Improve Production in Aquaculture. Academic Press; 2018.
14. Pradhana MSC. Simulasi Komunikasi Serial Dengan Protokol I2C Menggunakan Arduino IDE dan Proteus 8; 2020.
15. Dfrobot. PH Meter SKU SEN0161; 2024. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available from: https://wiki.dfrobot.com/PH_meter_SKU_SEN0161.
16. Integrated M. DS18B20 Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer; 2008.
17. Dfrobot. Gravity Analog TDS Sensor Meter For Arduino SKU SEN0244; 2024. Accessed: Sep. 19, 2024. [Online]. Available from: https://wiki.dfrobot.com/Gravity_Analog_TDS_Sensor_Meter_For_Arduino_SKU_SEN0244.
18. Pamudji AK, et al. IoT and QRIS Payment System Integration in Entrepreneurship Lockers to Improve Culinary Business in Schools. *Journal of Information Systems and Informatics*. 2023 Mar;5(1):232-42.