

DISAIN ALAT MONITORING REAL-TIME DARI KUALITAS AIR TAMBAK UDANG BERBASIS INTERNET OF THINGS

Faisal Irsan Pasaribu^{1*}, Elvy Sahnur Nasution², Lita Nasution³, Muhammad Rasidy⁴

^{1,2,4}Department of Electrical Engineering, Faculty of Engineering and Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Mucktar Basri No.3, Medan 20238,Indonesia

³Department of Agrotechnology, Faculty of Agriculture and Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Mucktar Basri No.3, Medan 20238,Indonesia

Email: faisalirsan@umsu.ac.id

Abstrak- Tambak merupakan salah satu jenis habitat yang digunakan untuk pertanian air pesisir, di mana pertanian berkelanjutan dapat menyebabkan degradasi lingkungan, yang ditandai dengan penurunan kualitas air. Salah satu masalah utama dengan sumur semangka adalah kualitas air, yang harus sesuai dengan kebutuhan hidup semangka. Proses memantau kualitas air pada sumur semak biasanya dilakukan secara manual dengan pengambilan sampel air yang kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis. Tujuan penelitian ini untuk menciptakan alat dan sistem pemantauan kualitas air yang didasarkan pada Internet of Things (IoT) yang dapat memfasilitasi monitoring kualitas air. Metode penelitian dilakukan dengan menggunakan metode desain perangkat yang menggunakan sensor suhu (DS18B20), kit prob pH untuk menentukan nilai pH, sensor kekerasan df-robot, dan sensor TDS. Perangkat ini menggunakan esp8266 Arduino dan adaptor 5V sebagai sumber tegangan. Hasil pengujian dan pengukuran yang dilakukan selama lima hari menunjukkan bahwa kualitas air sangat dipengaruhi oleh sinar matahari dan mikroorganisme di dalamnya. Dari pengujian, perangkat bekerja dan berhasil disimpan di firebase, yang kemudian dapat ditampilkan secara real-time di aplikasi Android.

Kata Kunci : IoT, Android, pH, sensor suhu (DS18B20)

Abstract- Ponds are one type of habitat used for coastal air agriculture, where sustainable agriculture can cause environmental degradation which is characterized by decreased air quality. One of the main problems with watermelon wells is the water quality which must be in accordance with the watermelon's living needs. The process of equalizing air quality in bush wells is usually done manually by taking air samples which are then taken to the laboratory for analysis. The aim of this research is to create Internet of Things (IoT)-based air quality monitoring tools and systems that can facilitate air quality monitoring. The research method was carried out using a tool design method that uses a temperature sensor (DS18B20), a pH probe kit to determine pH values, a df-robot hardness sensor, and a TDS sensor. This device uses an Arduino esp8266 and a 5V adapter as a voltage source. The results of tests and measurements carried out over five days show that air quality is greatly influenced by sunlight and the microorganisms in it. From testing, the device works and is successfully saved in Firebase, which can then be displayed in real-time in the Android application.

Keywords: IoT, Android, pH, temperature sensor (DS18B20)

I. PENDAHULUAN

Udang adalah salah satu jenis habitat yang digunakan untuk pertanian air pesisir, di mana pertanian berkelanjutan dapat menyebabkan degradasi lingkungan, yang ditandai dengan penurunan kualitas air [1]. Permasalahan lingkungan yang dihadapi dalam kegiatan pertanian meliputi pembentukan wilayah atau pembentukan ruang pengembangan pertanian yang tidak memperhatikan kekuatan pendukung lingkungan karena pengelolaan yang tidak tepat, sehingga menciptakan masalah lingkungan dengan semua aspek komplikasi mereka dalam jangka panjang. [2].

Salah satu faktor yang berperan dalam menentukan kualitas produksi udang adalah manajemen kualitas air [3], karena udang merupakan hewan air yang hidupnya, kesehatan, dan pertumbuhan tergantung pada kualitas air sebagai media hidupnya [4]. Pengukuran kualitas air selama pemeliharaan udang penting untuk mengidentifikasi gejala yang terjadi sebagai akibat dari perubahan salah satu parameter kualitas air [4].

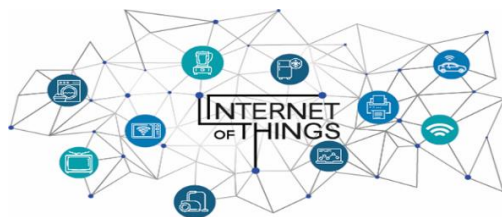
Dalam penelitian sebelumnya, menggunakan sensor pH air yang dapat dikendalikan dengan Arduino dan gateway komunikasi SMS, sebuah alat yang dapat memantau nilai parameter pH air pada

funnel semangka menggunakan Arduinos dan gateways media komunikasi SMS dibangun. [5].

Berdasarkan hal di atas, kita membutuhkan perangkat yang dapat memfasilitasi proses pemantauan kualitas air kerang menggunakan PH, TDS, suhu, dan sensor kekakuan. Semua data tentang parameter kualitas air akan dikirim ke pusat data menggunakan firebase dengan bantuan Esp8266, yang berfungsi untuk mengirimkan data ke basis api dengan Wi-Fi. Data yang ada di Firebase kemudian dikirim ke laptop atau Android melalui situs web.

IoT (Internet of Things)

Internet of Things adalah konsep di mana sebuah objek dapat memiliki kemampuan untuk berkomunikasi melalui jaringan, seperti dengan mentransfer data tanpa proses komunikasi yang dilakukan antara manusia (manusia kepada manusia) atau antara manusia dan perangkat sistem seperti komputer atau kontroler [6]. Dengan teknologi Internet of Things, proses kerja sistem dapat dilakukan secara luas, jangkauan juga lebih luas, dan proses pengolahan data dan analisis data terhadap sistem juga menjadi lebih baik. Di Gambar 1, teknologi IoT ini benar-benar mendukung kerja sistem sebagai satu unit yang mencakup komponen dan elemen dalam hal memfasilitasi aliran informasi data dari setiap perangkat. Sistem dalam studi ini menggabungkan tiga bagian penting, yaitu mekanis, hardware (elektronik), dan algoritma kontrol. Tiga bagian saling berinteraksi dan tidak dapat dipisahkan menjadi satu sistem [7].



Gambar 1. IoT technology [7].

The Internet of Things can create a complete Internet environment and make it easier for people to access a variety of intelligent technologies that have been integrated with automation and can be used anytime, anywhere. The main characteristics of the IoT adalah: objek yang diberikan perangkat pengukuran; terminal terhubung otonom; dan layanan cerdas [8].

Firestore

Firestore Realtime Database adalah database real-time yang disimpan di cloud dan mendukung multiplatform seperti Android, iOS, dan Web. Data

pada firebase akan disimpan dalam struktur JSON. (Java Script Object Notation) [9]. Firestore Realtime Database adalah database real-time yang disimpan di cloud dan mendukung multiplatform seperti Android, iOS, dan Web. Data pada firebase akan disimpan dalam struktur JSON. (Java Script Object Notation) [10]. Database Firestore akan secara otomatis menyinkronkan aplikasi klien yang terhubung dengannya. Aplikasi multi-platform yang menggunakan SDK Android, iOS, dan JavaScript akan secara otomatis menerima pembaruan data terbaru ketika aplikasi terhubung ke server Firestore. Firestore Realtime Database adalah platform database yang digunakan oleh aplikasi real-time. Ketika data berubah, aplikasi yang terhubung ke database akan secara otomatis diperbarui melalui perangkat apa pun, baik situs web atau perangkat seluler. Dalam Gambar 2, Firestore menampilkan perpustakaan lengkap untuk sebagian besar platform web dan mobile. Firestore dapat dikombinasikan dengan kerangka kerja lain seperti Node, Java, JavaScript, dan lainnya. Ada beberapa fitur yang disediakan oleh Firestore, sebagai berikut: (1). Analytics: Fitur ini digunakan untuk mengamati perilaku pengguna dalam penggunaan aplikasi dan ditampilkan pada satu dashboard. (2) Mengembangkan fitur yang mencakup pesan awan, otentikasi, database real-time, penyimpanan, hosting, laboratorium pengujian, dan laporan kecelakaan. (3) Grow: fungsi ini digunakan untuk menerbitkan produk aplikasi [11]. Berikut ini adalah beberapa firestore.



Gambar 2. Firestore features [11]

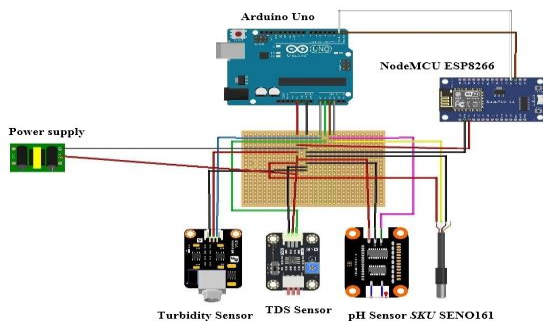
Sistem pemantauan kualitas air real-time

Pemantauan kualitas air dari semak-semak biasanya dilakukan secara manual dengan mengambil sampel air dan kemudian membawanya ke laboratorium untuk analisis. Proses pemantauan periodik cenderung tidak praktis, mahal, dan melibatkan tingkat kesalahan manusia yang tinggi. [12]. Kelemahan lain adalah keterbatasan penyimpanan data besar, itulah sebabnya tidak dapat digunakan sebagai prediksi untuk mempelajari karakteristik kualitas air di sumur karet. Untuk mengatasi masalah pengawasan kualitas air secara manual, maka, Sebuah sistem pemantauan kualitas air yang didasarkan pada Internet of Things menggunakan mikrokontroler mini Wemos D1 (Node MCU) dengan modul papan pengembangan berbasis Wi-Fi dari keluarga ESP8266 lalu dikirim ke

database firebase real-time [13],[14]. Kemudian data di dalam firebase akan ditampilkan di situs Android dan aplikasi yang sebelumnya dibuat menggunakan Android Studio. [15], [16]. Adapun pemantauan kualitas air yang ditetapkan pada sisa-sisa semangka, yang dirancang dan dijelaskan di Gambar 3, terdiri dari power supply, Arduino Uno, nodeMCU ESP8266, sensor kekakuan, sensor TDS, dan sensor pH.

II. STUDI PUSTAKA

Arduino UNO adalah papan mikrokontroler yang didasarkan pada AT mega 328. Seperti di gambar 3, itu memiliki 14 pin input / output digital (6 yang dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, osilator kristal 16 MHz, koneksi USB, jack daya, header ICSP, dan tombol reset. Arduino UNO mengisi semua yang dibutuhkan untuk mendukung mikrokontroler, dengan mudah menghubungkannya ke komputer dengan kabel USB atau memasukkannya dengan adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk memulai [17], [18].



Gambar 3. Rangkaian Keseluruhan

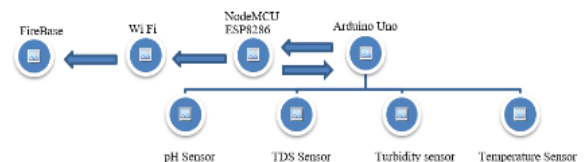
NodeMCU ESP8266 adalah platform IoT berbasis open-source [19]. Ini terdiri dari perangkat keras sistem-on-chip ESP8266. Saat ini, NodeMCU telah diperbarui tiga kali. Perangkat yang kami gunakan adalah NodeMCU versi 3 (V1.0), yang memiliki kemampuan yang lebih baik daripada versi sebelumnya. Dalam gambar 4, NodeMCU ESP 8266 V3 memiliki 17 pin GPIO yang dapat diintegrasikan dengan komponen elektronik lainnya. Bekerja pada tegangan $v -5$ dengan konsumsi daya 10 μ A-170 mA. Kecepatan prosesor berkisar dari 80 hingga 160 MHz, dan NodeMCU V1 memiliki 32 KB + 80 KB RAM dan memori flash hingga 16 MB, membuatnya lebih efisien daripada pendahulunya [20].

Sensor pH adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengukur pH (asiditas atau alkalinitas) dari cairan. (although a special probe is sometimes used for measuring the pH of a semi-density substance). Sensor pH biasa terdiri dari probe pengukuran khusus atau elektroda yang terhubung ke meter elektronik yang mengukur dan menampilkan pembacaan pH. Sensor pH yang digunakan adalah

Analog pH Meter Kit (SKU: SEN0161), yang diproduksi oleh dfrobot [21]. Pada Gambar 5, sensor pH meter, yang dirancang khusus untuk kontroler Arduino dan memiliki koneksi dan fitur sederhana, mudah, dan praktis, memiliki LED yang berfungsi sebagai indikator daya, konektor BNC, dan antarmuka sensor PH2.0. Untuk menggunakannya, cukup sambungkan sensor pH ke koneksi BNC dan sambungkan antarmuka PH2.0 ke port input analog dari kontroler Arduino. Probe atau elektroda adalah bagian penting dari sensor pH meter; elektroda merupakan struktur seperti batang yang biasanya terbuat dari kaca. Di bagian bawah elektropop, ada sebuah tumpukan. Sumpah adalah bagian sensitif dari probe yang berisi sensor. Sensor suhu DS18B20 tahan air dan memiliki batas maksimum 125°C, sehingga cocok untuk mengukur suhu di tempat basah atau di air [22].

Sensor TDS (Total Dissolved Solids) dalam Gambar 3 yang digunakan dalam penelitian ini adalah sensor konduktivitas dari depoinovasi Electronics. Sensor digunakan untuk mendeteksi TDS dalam air [23]. Sensor menggunakan metode konduktivitas listrik, di mana dua probe (elektrode) terhubung untuk mendapatkan nilai konduktif dari solusi yang akan diukur. Sondas diberi potensial listrik yang berbeda (dibentuk seperti sinusoid) dan kemudian akan mengalir arus listrik. Konduktivitas dari larutan sama dengan jumlah ion dalam larutan. Kemudian jaringan prosesor sinyal yang menyediakan sumber tegangan AC konstan ke probe akan mengubah nilai konduktivitas menjadi tegangan [24].

Sensor Turbiditas dalam penelitian ini adalah sensor yang berfungsi untuk mengukur kekakuan air [22]. Sensor kekerasan yang digunakan dalam Gambar 3 adalah sensor turbiditas analog, SKU SEN0189, yang diproduksi oleh DFRobot [25]. Sensor adalah sensor optik yang mengukur kecerahan menggunakan panjang gelombang antara fototransistor dan LED IR. (diode). Phototransistors dan diode dapat mengukur jumlah cahaya yang datang dari sumber cahaya (IR LED) ke penerima cahaya (phototransistor) untuk menghitung kekerasan air [18], [26].



Gambar 4. Diagram Blok Sistem

III. METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode pengukuran dan pemantauan instrumen yang dapat dijelaskan dalam

diagram blok Gambar 4. Untuk mempertahankan kualitas air yang baik, diperlukan sistem pemantauan yang menggunakan sensor seperti sensor suhu DS18B20, sensor dengan output TDs yang diproduksi oleh Depo Innovation Electronics, sensor PH SKU SENO161, dan sensor kekerasan SKU Sen0189, yang memiliki output data analog. Kemudian parameter data dari sensor terhubung ke Arduino, yang bertindak sebagai pemroses data analog; output data dari arduino adalah data digital. Data Arduino kemudian dikirim ke perangkat NodeMCU ESP8266, yang memiliki kemampuan untuk mentransfer data secara nirkabel menggunakan Wi-Fi. Data pada Arduino dikirim ke ESP8266 melalui komunikasi serial [25]. Penelitian ini berfokus pada data real-time menggunakan sistem penyimpanan berbasis awan yang disebut Firebase. Data pada ESP8266 dikirim ke Firebase yang bertindak sebagai server data cloud [27]. Untuk menampilkan data dalam bentuk aplikasi Android, Anda membutuhkan alat atau alat yang mampu membuat aplikasi Android di mana sistem memiliki data dari server yang ditransfer ke klien. Android Studio adalah klien yang mampu membuat aplikasi Android dan memantau mereka secara real time.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian sistem operasi alat dan sistem pada perangkat kerang dilakukan untuk mengetahui dan menguji apakah sensor bekerja dengan benar dan sistem pemantauan berhasil mengirimkan data atau tidak. Pengujian dilakukan selama lima hari, dari 11 pagi hingga 5 sore, untuk membaca hasil pengukuran yang dilakukan dan menampilkan pada LCD dan aplikasi Android yang telah dibuat. Gambar 5 menunjukkan pengumpulan data pada tumpukan kerang.



Gambar 5. Hasil pengukuran pada sistem monitoring

Gambar 5 menunjukkan pengukuran kualitas air pada pipa yang ditampilkan pada LCD dan aplikasi Android. Data pada LCD adalah data pada server, yang merupakan host data. Server yang digunakan adalah Firebase, yang merupakan platform dari

Google yang memiliki fitur database real-time. Sementara data pada aplikasi Android adalah data yang ada pada klien, yaitu, pemutar data yang berada pada server. Klien yang digunakan adalah aplikasi Android yang dibuat menggunakan perangkat lunak Android Studio.

Tabel 1. Hasil Pengujian 5 Hari

Day	Temperature sensor	Turbidity Sensor	TDS Sensor	pH Sensor
1	28°C	40 NTU	86 PPM	7,8
2	28°C	40 NTU	97 PPM	7,9
3	28°C	40 NTU	112 PPM	7,9
4	27°C	45 NTU	98 PPM	7,7
5	27°C	45 NTU	98 PPM	7,7

Hasil pengujian selama lima hari pada tabel 1 memperoleh nilai rata-rata pada sensor suhu 28,80C dan sensor kekerasan 47 NTU. sedangkan nilai rata-rata dari sensor TDS 112 PPM dan sensor pH 7,7. Berdasarkan standar aman dari kualitas air, pH keamanan semak adalah 7-9, pada kekerasan adalah 20-200 NTU, nilai suhu aman berkisar dari 26-300C, maka untuk nilai TDS berkisar antara 50-200 PPM. Dari hasil pengukuran yang dilakukan pada hari kelima terlihat bahwa kualitas air di semak masih memenuhi syarat aman.

V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil desain, pengujian, dan pengumpulan data dari penelitian yang dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa: berdasarkan hasil yang diperoleh, alat dan sistem untuk pemantauan kualitas air online dapat dikatakan bekerja dengan baik dalam mengambil dan menyajikan data sensor dari semak-semak. Untuk pengujian yang dilakukan selama lima hari, pengaruh lingkungan sangat mempengaruhi kualitas air, terutama di siang hari karena paparan sinar matahari, yang menyebabkan nilai hasil pengukuran lebih tinggi daripada di pagi hari dan sore hari. Setelah uji coba selama lima hari, semua sensor berhasil mengirimkan data ke pangkalan api, yang kemudian.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] M. Bourgin *et al.*, "Evaluation of a full-scale wastewater treatment plant upgraded with ozonation and biological post-treatments: Abatement of micropollutants, formation of transformation products and oxidation by-products," *Water Res.*, vol. 129, pp. 486–498, 2018, doi: 10.1016/j.watres.2017.10.036.
- [2] J. J. Wu, K. Segerson, and C. Wang, "Is environmental regulation the answer to pollution problems in urbanizing economies?," *J. Environ. Econ. Manage.*, vol. 117, no. October 2022, p. 102754, 2023, doi: 10.1016/j.jeem.2022.102754.
- [3] F. I. Pasaribu, A. K. Hasibuan, N. Evalina, and E. S. Nasution, "Analisa Penggunaan

- Surya Panel Phollycrystal 240 WP Sebagai Kinerja Destilator Air Laut,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 90–99, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9530.
- [4] L. Nasution and D. Bakti, “Identification of fungi originated from soil polluted by Dichloro Diphenyl Trichloroethane (DDT),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 205, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/205/1/012021.
- [5] A. Septian Pratama, A. Heri Efendi, D. Burhanudin, M. Rofiq, and S. Asia Malang, “SIMKARTU (SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG) BERBASIS ARDUINO DAN SMS GATEWAY Penulis Korespondensi,” pp. 3–8, 2019, [Online]. Available: <http://www.jurnal.umk.ac.id/sitech>.
- [6] G. Saravanan, S. Chandraprabha, C. Dinesh, and A. Mohamed Ibrahim, “IoT materials enabled indoor light illumination monitoring system,” *Mater. Today Proc.*, vol. 45, no. xxxx, pp. 6277–6281, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.705.
- [7] P. P. K. Foughali, K. Fathallah, and A. Frihida, “A Cloud-iot based decision support system for potato,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 160, pp. 616–623, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.038.
- [8] L. M. Silalahi, S. Budiyanto, F. A. Silaban, and A. R. Hakim, “Design a Monitoring and Control in Irrigation Systems using Arduino Wemos with the Internet of Things,” *J. Integr. Adv. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 53–64, 2021, doi: 10.51662/jiae.v1i1.13.
- [9] M. Ohyver, J. V. Moniaga, I. Sungkawa, B. E. Subagyo, and I. A. Chandra, “The comparison firebase realtime database and MySQL database performance using wilcoxon signed-rank test,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 157, pp. 396–405, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.08.231.
- [10] F. Desai *et al.*, “HealthCloud: A system for monitoring health status of heart patients using machine learning and cloud computing,” *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 17, pp. 0–2, 2022, doi: 10.1016/j.iot.2021.100485.
- [11] J. John *et al.*, “Smart Prediction and Monitoring of Waste Disposal System Using IoT and Cloud for IoT Based Smart Cities,” *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 122, no. 1, pp. 243–275, 2022, doi: 10.1007/s11277-021-08897-z.
- [12] N. Schröder, C. Fischer, M. Soldera, F. Bouchard, B. Voisiat, and A. Fabián Lasagni, “Approach for monitoring the topography of laser-induced periodic surface structures using a diffraction-based measurement method,” *Mater. Lett.*, vol. 324, no. May, pp. 1–4, 2022, doi: 10.1016/j.matlet.2022.132794.
- [13] B. Priya Prathaban, R. Balasubramanian, and R. Kalpana, “ForeSeiz: An IoMT based headband for Real-time epileptic seizure forecasting,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 188, no. May 2021, p. 116083, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2021.116083.
- [14] M. Sangeen, N. A. Bhatti, K. Kifayat, A. A. Alsadhan, and H. Wang, “Blind-trust: Raising awareness of the dangers of using unsecured public Wi-Fi networks,” *Comput. Commun.*, vol. 209, no. June, pp. 359–367, 2023, doi: 10.1016/j.comcom.2023.07.011.
- [15] A. Chandrasekhar, D. Saini, and R. Padhi, “An artificial pancreas system in android phones: A dual app architecture,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 91, p. 101767, 2023, doi: 10.1016/j.pmcj.2023.101767.
- [16] Z. Wu, X. Chen, and S. U. J. Lee, “A systematic literature review on Android-specific smells,” *J. Syst. Softw.*, vol. 201, p. 111677, 2023, doi: 10.1016/j.jss.2023.111677.
- [17] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9559.
- [18] J. Droujko, F. Kunz, and P. Molnar, “Ötz-T: 3D-printed open-source turbidity sensor with Arduino shield for suspended sediment monitoring,” *HardwareX*, vol. 13, p. e00395, 2023, doi: 10.1016/j.ohx.2023.e00395.
- [19] J. Chigwada, F. Mazunga, C. Nyamhere, V. Mazheke, and N. Taruvunga, “Remote poultry management system for small to medium scale producers using IoT,” *Sci. African*, vol. 18, p. e01398, 2022, doi: 10.1016/j.sciaf.2022.e01398.
- [20] D. Bahmanyar, N. Razmjoooy, and S. Mirjalili, “Multi-objective scheduling of IoT-enabled smart homes for energy management based on Arithmetic Optimization Algorithm: A Node-RED and NodeMCU module-based technique,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 247, p. 108762, 2022, doi: 10.1016/j.knosys.2022.108762.
- [21] T. M. Murugan, R. Kiruba Shankar, P. Shivkumar, S. Raja Kumar, K. Gayathri, and A. Jeyam, “Monitoring and controlling the

- desalination plant using IoT,” *Meas. Sensors*, vol. 27, no. March, p. 100720, 2023, doi: 10.1016/j.measen.2023.100720.
- [22] F. I. Pasaribu and I. Roza, “Design of control system expand valve on water heating process air jacket,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012050.
- [23] R. B. McCleskey *et al.*, “Salinity and total dissolved solids measurements for natural waters: An overview and a new salinity method based on specific conductance and water type,” *Appl. Geochemistry*, vol. 154, no. May, p. 105684, 2023, doi: 10.1016/j.apgeochem.2023.105684.
- [24] X. Xu, Z. Du, Z. Bai, S. Wang, C. Wang, and D. Li, “Fault diagnosis method of dissolved [1] M. Bourgin *et al.*, “Evaluation of a full-scale wastewater treatment plant upgraded with ozonation and biological post-treatments: Abatement of micropollutants, formation of transformation products and oxidation by-products,” *Water Res.*, vol. 129, pp. 486–498, 2018, doi: 10.1016/j.watres.2017.10.036.
- [2] J. J. Wu, K. Segerson, and C. Wang, “Is environmental regulation the answer to pollution problems in urbanizing economies?,” *J. Environ. Econ. Manage.*, vol. 117, no. October 2022, p. 102754, 2023, doi: 10.1016/j.jeem.2022.102754.
- [3] F. I. Pasaribu, A. K. Hasibuan, N. Evalina, and E. S. Nasution, “Analisa Penggunaan Surya Panel Pholycrystal 240 WP Sebagai Kinerja Destilator Air Laut,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 90–99, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9530.
- [4] L. Nasution and D. Bakti, “Identification of fungi originated from soil polluted by Dichloro Diphenyl Trichloroethane (DDT),” *IOP Conf. Ser. Earth Environ. Sci.*, vol. 205, no. 1, 2018, doi: 10.1088/1755-1315/205/1/012021.
- [5] A. Septian Pratama, A. Heri Efendi, D. Burhanudin, M. Rofiq, and S. Asia Malang, “SIMKARTU (SISTEM MONITORING KUALITAS AIR TAMBAK UDANG) BERBASIS ARDUINO DAN SMS GATEWAY Penulis Korespondensi,” pp. 3–8, 2019, [Online]. Available: <http://www.jurnal.umk.ac.id/sitech>.
- [6] G. Saravanan, S. Chandraprabha, C. Dinesh, and A. Mohamed Ibrahim, “IoT materials enabled indoor light illumination monitoring system,” *Mater. Today Proc.*, vol. 45, no. xxxx, pp. 6277–6281, 2020, doi: 10.1016/j.matpr.2020.10.705.
- [7] P. P. K. Foughali, K. Fathallah, and A. Frihida, “A Cloud-iot based decision support system for potato,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 160, pp. 616–623, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.11.038.
- [8] L. M. Silalahi, S. Budiyanto, F. A. Silaban, and A. R. Hakim, “Design a Monitoring and Control in Irrigation Systems using Arduino Wemos with the Internet of Things,” *J. Integr. Adv. Eng.*, vol. 1, no. 1, pp. 53–64, 2021, doi: 10.51662/jiae.v1i1.13.
- [9] M. Ohyver, J. V. Moniaga, I. Sungkawa, B. E. Subagyo, and I. A. Chandra, “The comparison firebase realtime database and MySQL database performance using wilcoxon signed-rank test,” *Procedia Comput. Sci.*, vol. 157, pp. 396–405, 2019, doi: 10.1016/j.procs.2019.08.231.
- [10] F. Desai *et al.*, “HealthCloud: A system for monitoring health status of heart patients using machine learning and cloud computing,” *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 17, pp. 0–2, 2022, doi: 10.1016/j.iot.2021.100485.
- [11] J. John *et al.*, “Smart Prediction and Monitoring of Waste Disposal System Using IoT and Cloud for IoT Based Smart Cities,” *Wirel. Pers. Commun.*, vol. 122, no. 1, pp. 243–275, 2022, doi: 10.1007/s11277-021-08897-z.
- [12] N. Schröder, C. Fischer, M. Soldera, F. Bouchard, B. Voisiat, and A. Fabián Lasagni, “Approach for monitoring the topography of laser-induced periodic surface structures using a diffraction-based measurement method,” *Mater. Lett.*, vol. 324, no. May, pp. 1–4, 2022, doi: 10.1016/j.matlet.2022.132794.
- [13] B. Priya Prathaban, R. Balasubramanian, and R. Kalpana, “ForeSeiz: An IoMT based headband for Real-time epileptic seizure forecasting,” *Expert Syst. Appl.*, vol. 188, no. May 2021, p. 116083, 2022, doi: 10.1016/j.eswa.2021.116083.
- [14] M. Sangeen, N. A. Bhatti, K. Kifayat, A. A. Alsadhan, and H. Wang, “Blind-trust: Raising awareness of the dangers of using unsecured public Wi-Fi networks,” *Comput. Commun.*, vol. 209, no. June, pp. 359–367, 2023, doi: 10.1016/j.comcom.2023.07.011.
- [15] A. Chandrasekhar, D. Saini, and R. Padhi, “An artificial pancreas system in android phones: A dual app architecture,” *Pervasive Mob. Comput.*, vol. 91, p. 101767, 2023, doi: 10.1016/j.pmcj.2023.101767.
- [16] Z. Wu, X. Chen, and S. U. J. Lee, “A systematic literature review on Android-

- specific smells,” *J. Syst. Softw.*, vol. 201, p. 111677, 2023, doi: 10.1016/j.jss.2023.111677.
- [17] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. H, and A. Sary, “Penggunaan Arduino Uno Untuk Mengatur Temperatur Pada Oven,” *RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 122–128, 2022, doi: 10.30596/rele.v4i2.9559.
- [18] J. Droujko, F. Kunz, and P. Molnar, “Ötz-T: 3D-printed open-source turbidity sensor with Arduino shield for suspended sediment monitoring,” *HardwareX*, vol. 13, p. e00395, 2023, doi: 10.1016/j.ohx.2023.e00395.
- [19] J. Chigwada, F. Mazunga, C. Nyamhere, V. Mazheke, and N. Taruvinga, “Remote poultry management system for small to medium scale producers using IoT,” *Sci. African*, vol. 18, p. e01398, 2022, doi: 10.1016/j.sciaf.2022.e01398.
- [20] D. Bahmanyar, N. Razmjoooy, and S. Mirjalili, “Multi-objective scheduling of IoT-enabled smart homes for energy management based on Arithmetic Optimization Algorithm: A Node-RED and NodeMCU module-based technique,” *Knowledge-Based Syst.*, vol. 247, p. 108762, 2022, doi: 10.1016/j.knosys.2022.108762.
- [21] T. M. Murugan, R. Kiruba Shankar, P. Shivkumar, S. Raja Kumar, K. Gayathri, and A. Jeyam, “Monitoring and controlling the desalination plant using IoT,” *Meas. Sensors*, vol. 27, no. March, p. 100720, 2023, doi: 10.1016/j.measen.2023.100720.
- [22] F. I. Pasaribu and I. Roza, “Design of control system expand valve on water heating process air jacket,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 821, no. 1, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/821/1/012050.
- [23] R. B. McCleskey *et al.*, “Salinity and total dissolved solids measurements for natural waters: An overview and a new salinity method based on specific conductance and water type,” *Appl. Geochemistry*, vol. 154, no. May, p. 105684, 2023, doi: 10.1016/j.apgeochem.2023.105684.
- [24] X. Xu, Z. Du, Z. Bai, S. Wang, C. Wang, and D. Li, “Fault diagnosis method of dissolved oxygen sensor electrolyte loss based on impedance measurement,” *Comput. Electron. Agric.*, vol. 212, no. June, p. 108123, 2023, doi: 10.1016/j.compag.2023.108123.
- [25] C. Prakash, L. P. Singh, A. Gupta, and S. K. Lohan, “Advancements in smart farming: A comprehensive review of IoT, wireless communication, sensors, and hardware for agricultural automation,” *Sensors Actuators A Phys.*, vol. 362, p. 114605, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.sna.2023.114605>.
- [26] J. Trevathan, W. Read, and A. Sattar, “Implementation and Calibration of an IoT Light Attenuation Turbidity Sensor,” *Internet of Things (Netherlands)*, vol. 19, no. June, p. 100576, 2022, doi: 10.1016/j.iot.2022.100576.
- [27] D. Sarpal, R. Sinha, M. Jha, and P. TN, “AgriWealth: IoT based farming system,” *Microprocess. Microsyst.*, vol. 89, no. June 2021, p. 104447, 2022, doi: 10.1016/j.micpro.2022.104447.