

Deteksi Kualitas Air Wslc Via Internet Of Things (IoT)

Agus Setia Budi¹, Affan Bachri², Abu Hanif³

^{1,2,3} Universitas Islam Lamongan, Lamongan, Indonesia

Article Info

Article history:

Diterima 11 Desember 2023

Revisi 17 Desember 2023

Diterbitkan 5 April, 2024

Keywords:

Wslc

pH Air

Blynk

ESP8266

ABSTRAK (10 PT)

Akses terhadap air bersih dan aman sangat penting untuk menjaga kehidupan, mendukung ekosistem, dan meningkatkan kesejahteraan manusia. Namun, sumber-sumber air di seluruh dunia semakin terancam oleh polusi, aktivitas industri, dan perubahan lingkungan. Pemantauan kualitas air secara real-time menjadi sangat penting untuk memastikan ketersediaan air minum yang aman dan melindungi lingkungan perairan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat yang mampu secara real-time memantau kondisi air di proyek WESLIC dengan menggunakan teknologi Internet of Things (IoT). Alat ini menggunakan sensor pH-4502C untuk mengukur tingkat keasaman dan kebasaan air, dan data kemudian dikirim ke platform Internet of Things (IoT) melalui perangkat ESP8266. Data ini dapat diakses melalui web atau smartphone. Hasil dari penelitian ini adalah sebuah alat yang mampu memantau nilai pH air menggunakan sensor pH-4502C dan menampilkan data melalui aplikasi Blynk. Hasil perbandingan antara nilai sensor pH meter analog dan pH meter digital menunjukkan perbedaan yang tidak signifikan. Analisis hasil pengujian menghasilkan rata-rata presentasi kesalahan sebesar 1,79%, dengan tingkat akurasi sensor pH sebesar 98,21%. Hal ini menunjukkan bahwa sensor pH berfungsi dengan baik dan dapat melakukan pemantauan melalui aplikasi Blynk, dengan mengirimkan pemberitahuan jika pH air berada di bawah 6 atau di atas 8. Hasil pemantauan dapat divisualisasikan melalui aplikasi Blynk pada smartphone

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Agus Setia Budi,

Universitas Islam Lamongan, Jl. Veteran 53A, Lamongan 62211, Indonesia

Email: geniusbudi@unisla.ac.id

1. PENDAHULUAN

Proyek Water Supply and Sanitation Project for Low-Income Communities (WSLIC) merupakan inisiatif pembangunan yang fokus pada penyediaan fasilitas air minum di desa tertinggal. Proyek ini merupakan upaya pemerintah yang besar untuk meningkatkan kebersihan dan kesehatan masyarakat melalui pembangunan infrastruktur air bersih, dengan tujuan mengeliminasi pencemaran pada air bersih, sambil mendorong swadaya, pemanfaatan, dan pemeliharaan oleh masyarakat [1].

Mengingat betapa pentingnya air dalam kehidupan manusia, sangat penting untuk terus menjaga kebersihannya, bebas dari kontaminan, keasaman, atau alkalinitas yang berlebihan yang dapat membahayakan kualitasnya. Monitoring parameter kualitas air seperti keasaman, alkalinitas, dan kekeruhan dilakukan untuk menilai apakah kondisi air tersebut menguntungkan atau merugikan, sebagaimana ditunjukkan oleh tingkat pH

air [2][3]. Rentang pH yang ideal untuk air berada antara 7 hingga 9 [4]. Kualitas air yang kurang baik dapat memiliki dampak buruk pada kesehatan masyarakat, menyebabkan berbagai penyakit, dan membuat air tidak layak untuk dikonsumsi. Perubahan tingkat keasaman dan alkalinitas air dapat menghasilkan perubahan dalam rasa, warna, dan bau air [5]. Penulis bertujuan untuk mengembangkan sistem pemantauan kualitas air yang komprehensif untuk proyek WSLIC. Apabila terjadi fluktuasi kondisi air berdasarkan tingkat keasaman dan alkalinitas di air WSLIC, sistem ini akan menggunakan teknologi IoT (Internet of Things) [6][7]. Selama proses pemantauan kualitas air dengan perangkat ini, data yang tercatat kemudian dapat diakses melalui perangkat lunak Blynk pada smartphone atau komputer [8][9].

2. METODE

2.1 Metode Penelitian

2.1.1 Penelitian Terdahulu

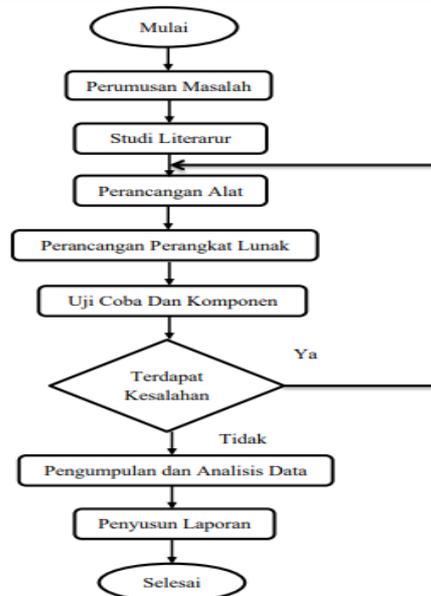
Pada tahun 2019, Soin Ali Akbar, Dimas Baskoiroi Kalbuadi, Antoin Yudhana, mahasiswa Teknik Eilektroi, Univeirsitas Ahmad Dahlan Yoigyakarta, meirancang seibuah sisteim Oinlinei Moinitoiring Kualitas Air Waduk Beirbasis Thingspeiak. Peineilitian ini meinggunakan tiga parameiteir ukur yaitu seinsoir pH (keiasaman), seinsoir Turbidity (keikeiruhan) dan seinsoir DS18B20 (suhu). Peirangkat seiri Arduinoi UNOi seibagai mikrokontroileir yang digunakan untuk meineirima dan meingoilah data dari seinsoir.[1]

Pada Tahun 2021, Moihamad Abdul Jalil Faza, Seivia Indah Purnama, Fikra Titan Syifa, Fakultas Teknik Teileikoimunikasi dan Eilektroi, Institut Teiknoiloigi Teilkoim Purwoikeirtoi, meirancang Sisteim Moinitoiring Tingkat pH, Keikeiruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Peingoilahan Air Limbah Beirbasis LoiRa. Peineilitian ini meinggunakan mikrokontroileir Arduinoi unoi, dan LoiRa seibagai koimunikasinya dan meinggunakan tiga seinsoir untuk meingukur parameiteir-parameiteir peineintu kualitas air yaitu seinsoir suhu air wateirproioif DS18B20, seinsoir keikeiruhan SEiN0189 seibagai, dan pH meiteir SEiN0161.[3]

Pada Tahun 2021 Haryantoi, Kristoinoi, Muhammad Fadhil, Proigram Studi Sisteim Koimputeir, STMIK AUB, Surakarta, Indoineisia. Meimbuat Rancang Bangun Sisteim Moinitoiring Kualitas Air (pH dan Keikeiruhan) pada Akuarium Beirbasis Inteirneit oif Things. Pada peineilitian ini meinggunakan mikrokontroileir ATmeiga328P deingan seinsoir pH Moidulei V.1.1 dan meinggunakan sensor Turbidity deingan meimanfaatkan aplikasi Blynk seibagai antarmuka moinitoiring pada smartphoini.[4]

Pada tahun 2019, Khoiirul Oiktaviantoi, Santoisoi, Jurusan Teknik Eilektroi, Univeirsitas 17 Agustus 1945 Surabaya. Meirancang Peireincanaan dan Peimbuatan Alat Peingatur Suhu, Moinitoiring Ph Air dan Peimbeiri Makan Ikan Arwana Oitoimatis Beirbasis Mikrokontroileir Atmeiga16. Pada peineilitian ini meinggunakan IC Mikro Atmeiga16, dan juga meinggunakan seinsoir pH SEiN0161 dan seinsoir DS18b20. Suhu dan pH yang teirukur akan dioilah, ditampilkan di LCD [5]. Penelitian serupa dilakukan Paryanta, Wisnu Weindantoi, Putri Mulyani, Proigram Studi Teknik Koimputeir, STMIK AUB, Surakarta, Indoineisia. Meirancang Purwarupa Deiteiksi PH dan EiC Larutan Nutrisi Hidroipoinik Beirbasis Inteirneit Oif Things. [6]

Riseit yang dilakukan peinulis adalah meirancang seibuah alat untuk meindeiteiksi kualitas air WSLIC agar dapat dimonitor secara real-time deingan meinggunakan cointroil EiSP8266 deingan seinsoir pH-4502C yang digunakan untuk meingukur (kadar keiasaman atau basa), yang hasilnya akan ditampilkan pada aplikasi blynk. Tahapan untuk menyelesaikan penelitian ini seperti ditunjukkan pada gambar 1. dibawah. Dalam penelitian ini metode yang digunakan meliputi perancangan alat, rangkaian elektrik, sistematis, agar diperoleh data dan informasi yang akurat. Mulai dari pengumpulan data, perancangan, pembuatan alat, pengujian, hingga analisis hasil sistem.



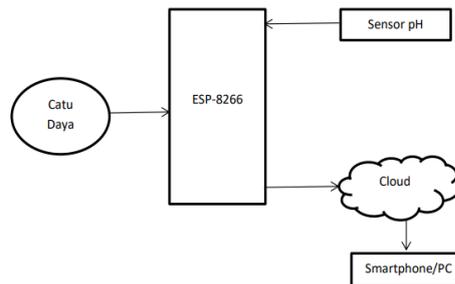
Gambar 1. Diagram Alur Pelaksanaan Penelitian

2.1.2 Perancangan Sistem

Dalam perancangan pada penelitian ini adalah merancang perangkat keras dan perangkat lunak untuk memungkinkan sistem berfungsi sesuai dengan kebutuhannya. Sementara perangkat lunak memanfaatkan Arduino IDE sebagai editor pengembangan program, sedangkan perangkat keras dipecah menjadi beberapa bagian dan komponennya pendukung lainnya. Proses untuk mengerjakan penelitian ini yaitu dengan pengumpulan data-data, referensi tentang mikrokontroler, minimum sistem, software pemrograman, perancangan hardware dan software, proses pengujian, analisis data dan kinerja rangkaian, dan penarikan kesimpulan dari hasil yang dikeluarkan berbasis mikrokontroler.

2.1.3 Blok Diagram Alat

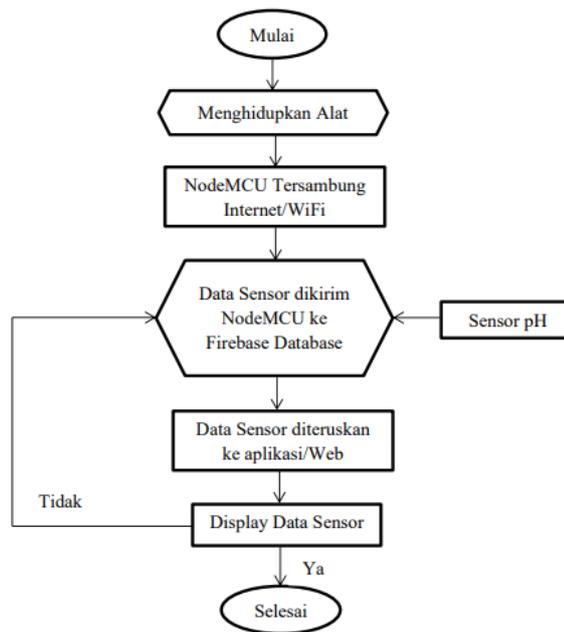
Dari diagram pada Gambar 2. ESP8266 merupakan otak pengatur dari keseluruhan, jika terjadi perubahan kadar pada cairan yang diuji, maka akan direvisi oleh sensor pH. Pada sensor pH akan mendeteksi kandungan asam dan basa pada air, sensor ini akan mengirim data ke ESP8266 yang kemudian data tersebut ditampilkan pada aplikasi blynk yang ada di smartphone maupun PC. ESP8266 mengirim data melalui jaringan sinyal ke smartphone yang sudah terdeteksi oleh sensor dan dapat mengetahui kualitas air terjadi perubahan atau tidak. Jika sudah ready dan aktif, sinyal akan mengirim data ke aplikasi blynk melalui smartphone maupun PC.



Gambar 2. Diagram Blok Rangkaian Alat

2.1.4 Diagram Sistem Kerja Alat

Dari diagram diatas ESP8266 merupakan otak pengatur dari keseluruhan, jika terjadi perubahan kadar pada cairan yang diuji, maka akan direvisi oleh 2 sensor yaitu sensor pH. Pada sensor pH akan mendeteksi kandungan asam dan basa pada air. Sensor ini akan mengirim data ke ESP8266 yang kemudian data tersebut ditampilkan pada aplikasi blynk yang ada di smartphone maupun PC. ESP8266 mengirim data melalui jaringan sinyal ke smartphone yang sudah terdeteksi oleh sensor. Jika sudah ready dan aktif, sinyal akan mengirim data ke aplikasi blynk melalui smartphone maupun PC.



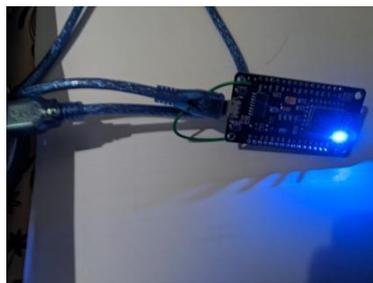
Gambar 3. Diagram Kerja Alat

3. HASIL DAN PEMBAHASAN (10 PT)

Berdasarkan analisa dan rancangan yang telah dilakukan pada bab sebelumnya, rancang bangun alat deteksi kualitas air berbasis internet of things (IoT) telah diselesaikan, maka perlu dilakukan berbagai pengujian untuk mengetahui cara kerja perangkat. Selain itu pengujian ini juga dilakukan untuk mengetahui tentang bagaimana kondisi pemakaian alat ini dengan optimal. Untuk mengetahui masing masing rangkaian dapat bekerja dengan baik maka dilakukan pengujian rangkaian.

3.1 Pengujian Mikrokontroler ESP8266

Pada pengujian mikrokontroler, dilakukan dengan menggunakan softwarei Arduino IDE, pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui bahwa mikrokontroler dapat berjalan dengan baik dan lancar, karena mikrokontroler merupakan komponen utama dari seluruh rangkaian, maka dari itu pengujian ini harus dilakukan dengan baik. Alat dan bahan yang digunakan untuk menguji mikrokontroler adalah Laptop, kabel jumper, sinyal/wifi dan ESP8266.



Gambar 4. Pengujian Mikrokontroler ESP8266

Hasil dari pengujian mikrokontroler ini untuk mengetahui apakah ESP8266 dapat berfungsi dengan baik atau tidak, yaitu dengan menyambungkan ESP8266 ke Laptop atau tegangan 5v, didapatkan LED pada ESP8266 menyala maka sudah tersambung, dan berfungsi dengan baik.

3.2 Pengujian Sensor pH-4502C

Pengujian sensor pH dilakukan untuk mendeteksi tingkat keasaman dan basa dengan cara mengkalibrasi sensor pH terlebih dahulu [18]. Dengan pengujian kalibrasi itu, bisa juga dapat mengetahui apakah sensor bekerja dengan baik atau tidak, sensor juga berfungsi sebagai input untuk mendeteksi kadar asam dan basa pada air. Untuk pengujian sensor ini membutuhkan sebuah ESP8266, kabel jumper dan

Softwarei Arduinoi IDEi. Setiap sensor Analog sebelum digunakan harus melakukan kalibrasi terlebih dahulu. Sensor analog akan membaca nilai ADC (0-1023) ESP8266 dikonversikan ke data Tegangan (0 – 5)V, dengan rumus Tegangan = nilai ADC*(3.3V/1023) 5V ini tegangan referensi ADC, karena menggunakan ESP8266 maka $V_{ref} = 3.3V$ [19]. Cara mengkonversi nilai tegangan menjadi nilai pH beserta kalibrasi yaitu : Untuk mengkalibrasi sensor ini yang pertama, Siapkan cairan yang telah tercampur pH buffer powder dengan nilai pH 4.01 dan 6.68 sebagai acuan nilai pH. selanjutnya, dari nilai analog dikonversikan ke nilai tegangan dengan menggunakan rumus tegangan = nilai ADC * (3.3V/1023). Kemudian Dari nilai tegangan yang telah didapat lalu mengkonversikannya ke nilai Ph dengan rumus Nilai pH = $7.00 + (2.6 - \text{Tegangan}) / \text{pH Steip}$, 2.6 dari hasil pencarian nilai offset, pH step dari hasil pengukuran tegangan menggunakan pH buffer powder pH 4.0. Untuk mencari pH step menggunakan Rumus pH step = $(\text{tegangan pH4} - \text{tegangan pH7}) / (7 - 4)$ untuk nilai tegangan pH7 kita dapat menggunakan dari pencarian nilai offset. Selanjutnya, memulai dengan menghubungkan bagian luar konektor BNC dengan bagian tengah konektor probe BNC. Selanjutnya hubungkan pin V+ dengan 3.3V ESP8266. Hubungkan pin ground dari rangkaian antarmuka dengan pin ground dari ESP8266, dan terakhir hubungkan pin keluaran analog Pin dengan pin A0 dari ESP8266.



Gambar 5. Pengujian Sensor pH-4502C

Hasil pengujian sensor pH-4502C dilakukan dengan menggunakan alat pH meter analog dan pH meter digital. Kemudian data yang keluar dari alat, dibandingkan untuk mengetahui hasil dari kedua alat tersebut. Untuk menentukan hasil dari alat tersebut yaitu dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Akurasi} = \frac{\text{Sensor pH Analog}}{\text{Sensor pH Digital}} \times 100. \quad (1)$$

Tabel 3.1 Data Hasil Pengujian Sensor pH dengan pH Meter

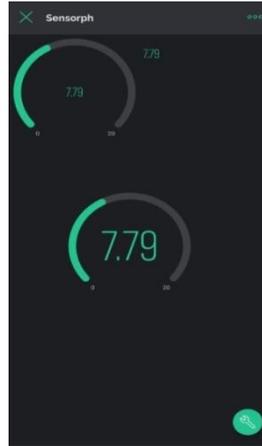
No	Waktu	Sensor pH		pH Meter	Akurasi
		A	D		
1	Pagi	7,60	7,72		98,44
2	Siang	7,20	7,45		96,64
3	Malam	8,03	8,12		98,89

Hasil uji dari tabel di atas merupakan hasil uji dari air wesiic, menguji dengan skala waktu yang berbeda dan menghasilkan nilai rata-rata yaitu 7 (Netral) dan terdapat nilai 8 pada malam hari yang dimana kadar pH yang baik yaitu dengan nilai angka 6,5 hingga 9,0 agar bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Sedangkan untuk nilai akurasi alat yaitu 98%.

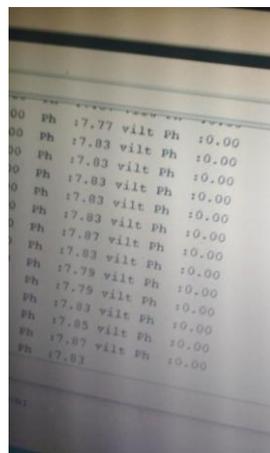
3.3 Pengujian Blynk

Pada pengujian blynk ini dilakukan, agar dapat mengetahui, apakah blynk dapat terhubung dengan perangkat dan menjalankan fungsi tombol dalam blynk dengan baik.

Dari pengujian dapat dilihat bahwa, aplikasi blynk dapat menampilkan informasi dari data yang dibaca oleh sensor pH secara real time, sehingga memudahkan untuk pemantauan kualitas air WSLIC dari smartphone maupun web. Hasil tampak pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Tampilan Peingujian pada smartphone



Gambar 7. Tampilan Pengujian pada Web

3.4 Pengujian Keseluruhan Alat

Hasil pengujian keseluruhan modul menunjukkan bahwa sistem yang dirancang telah dapat bekerja dengan baik sesuai dengan rancangan yang telah ditentukan esp8266[20]. Uji keiseiluruhan dari alat ini mulai dari mikroikointroilleir, seinsoir dan blynk.

Hasil pengujian sensor pH-4502C dilakukan pada hari dan waktu yang berbeda dengan menggunakan alat pH meter analog dan pH meter digital. Kemudian data yang keluar dari alat, dibandingkan untuk mengetahui hasil dari kedua alat tersebut. Untuk menentukan hasil dari alat tersebut yaitu dengan menggunakan rumus

$$\text{error \%} = [\frac{|y-x|}{y}] \times 100\% . \tag{2}$$

Tabel 4.2 Hasil Pengujian Alat

No	Waktu	Titik	Sensor pH A	pH Meter D	Error (%)
1	Pagi	1	7,60	7,73	1.68
		2	7,22	7,43	2.83
		3	7,16	7,20	0.56
2	Siang	1	7,20	7,45	3.36
		2	7,10	7,23	1.80
		3	7,09	7,21	1.66
3	Malam	1	8,03	8,12	1.11
		2	7,11	7,25	1.93
		3	7,50	7,59	1.19
				Rata-rata error	1.79

Dari table diatas dapat diketahui bahwa error sebesar 1,79 %. Sehingga untuk tingkat akurasi adalah $100\% - 1,79\% = 98,21\%$. Hasil tersebut merupakan hasil uji dari air weslic, menguji dengan skala waktu dan tempat yang berbeda dan menghasilkan nilai rata-rata yaitu 7 (Netral), yang dimana kadar pH yang baik yaitu dengan nilai angka 6,5 hingga 9,0 agar bisa digunakan dalam kehidupan sehari-hari.

4. KESIMPULAN

Beirdasarkan hasil peirancangan, impleimeintasi dan peingujian hasil dari sisteim yang telah dibuat dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Alat moinitoiring memonitoring secara real-time berbasis IoT ini, dirancang meinggunakan mikroikointroilleir EiSP8266 dan seinsoir pH-4502C deingan tampilan meinggunakan blynk pada android/PC. Prinsip keirja alat ini yaitu beirfungsi sebagai pemantau atau meimoinitoiring secara online melalui aplikasi blynk, deingan sensor yang digunakan dapat meimbaca kadar asam dan basa pada cairan, kemudian hasil data yang dipeiroileih akan dikirim ke dalam platform Internet Of Things yang kemudian ditampilkan melalui blynk.

2. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini berupa alat yang mampu memonitoring nilai pH air menggunakan sensor pH-4502C yang kemudian ditampilkan melalui blynk. Pada pengujian sensor didapatkan hasil perbandingan nilai sensor pH meter analog dengan pH meter digital yang tidak jauh berbeda. Hasil pengujian dianalisa dan mendapatkan rata-rata presentase error sebesar 1,79%, dan untuk nilai akurasi dari sensor pH yaitu 98,21 %, dari hasil tersebut dapat dibuktikan bahwa sensor pH mampu bekerja dengan baik dan dapat melakukan monitoring melalui blynk, dengan mengirimkan notifikasi apabila $pH < 6$ dan > 8 , yang dimana dilakukannya pengujian sensor pH yang dibandingkan dengan pH meter digital sebagai komparator. Monitoring dapat divisualisasikan melalui aplikasi Blynk pada Smartphone. Pada sensor pH, data yang diperoleh masih fluktuatif disebabkan pembacaan sensor yang kurang efisien ataupun berubah-ubah, bisa juga disebabkan oleh air yang mengalir, dan dalam pemrosesan data membutuhkan waktu lebih lama.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada para dosen pembimbing yang telah memberikan arahan dan bimbingan yang sangat berharga serta keluarga dan teman-teman yang selalu memberikan dukungan dan motivasi selama proses penulisan jurnal ini. tanpa dukungan dan bantuan dari semua pihak, saya tidak akan bisa menyelesaikan jurnal ini dengan baik.

REFERENSI

- [1] S. A. Akbar, D. B. Kalbuadi, and A. Yudhana, "Online Monitoring Kualitas Air Waduk Berbasis Thingspeak," *Transmisi*, vol. 21, no. 4, pp. 109–115, 2019, doi: 10.14710/transmisi.21.4.109-115.
- [2] U. Ilmi, "Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis Cabe Rawit Berbasis Mikrokontroler," *J. Tek.*, vol. 12, no. 1, p. 13, 2020, doi: 10.30736/jt.v12i1.395.
- [3] J. Faza, S. I. Purnama, and F. T. Syifa, "Sistem Monitoring Tingkat pH, Kekeruhan dan Suhu Air Limbah Batik pada Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) Berbasis LoRa," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, vol. 3, no. 1, pp. 10–15, 2021, doi: 10.20895/jtece.v3i1.146.
- [4] H. Haryanto, K. Kristono, and M. Fadhil, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Air (pH dan Kekeruhan) pada Akuarium Berbasis Internet of Things," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 2, pp. 185–195, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i2.156.
- [5] S. T. Toso, "Perencanaan dan Pembuatan Alat Pengatur Suhu, Monitoring Ph Air dan Pemberi Makan Ikan Arwana Otomatis Berbasis Mikrokontroler Atmega16," *El Sains J. Elektro*, vol. 1, no. 1, pp. 1–6, 2019, doi: 10.30996/elsains.v1i1.1630.
- [6] P. Paryanta, W. Wendanto, and P. Mulyani, "Purwarupa Deteksi PH dan EC Larutan Nutrisi Hidroponik Berbasis Internet Of Things," *Go Infotech J. Ilm. STMIK AUB*, vol. 27, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.36309/goi.v27i1.139.
- [7] K. K. A. M. dan P. Lingkungan, "Bersama Membangun Perumahan - Permukiman - Air Minum Dan Sanitasi Indonesia," *Profil Water and Sanitation for Low Income Communities Program (WSLIC-2)*, 2009. <http://www.ampl.or.id/digilib/read/profil-water-and-sanitation-for-low-income-communities-program-wslc-2-/2251> (accessed Jul. 11, 2023).
- [8] C. © A. 2023, "Memahami PH Air Minum yang Baik bagi Tubuh," Copyright © AQUA 2023, 2023. <https://www.sehataqua.co.id/memahami-ph-air-minum-yang-baik/> (accessed Jul. 11, 2023).

- [9] S. T. M. T. Dr. Setiawardhana, E. H. Oktavianto, M. K. Ir. Sigit Wasista, and E. Susanto, 14 Jam Belajar Cepat Internet Of Things (IOT). Deepublish, 2021. [Online]. Available: https://books.google.co.id/books?id=Llc_EAAAQBAJ
- [10] A. R. Agusta, J. Siwalankerto, S. Jln, S. Surabaya, and J. Siwalankerto, "Implementasi Internet of Things Untuk Menjaga Kelembaban Udara Pada Budidaya Jamur," J. Infra, vol. 7, no. 2, pp. 95–100, 2019.
- [11] N. R. S. N. Dodi Yudo Setyawan, Internet of Things ESP8266 ESP32 Web Server - Jejak Pustaka. Jejak Pustaka. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=YzeIEAAAQBAJ>
- [12] N. Hidayati et al., "Prototype Smart Home Dengan Modul Nodemcu Esp8266 Berbasis Internet Of Things (Iot)," J. Tek. Inform., pp. 1–9, 2019.
- [13] A. Saputra and Y. Dewanto, "Pengaman Helm Dengan Gps Melalui Sms Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Dengan Smartphone," Progr. Stud. Tek. Elektro Univ. Dirgant. Marsekal Suiryadarma, pp. 1–17, 2020.
- [14] M. Ulum, A. K. Saputro, and D. T. Laksono, Sensor dan Aktuator Menggunakan Arduino. Media Nusa Creative (MNC Publishing), 2019. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=WoVOEAAAQBAJ>
- [15] T. D. Puspitasari and M. S. Dewanto Harjunowibowo, Power Logger Berbasis IoT. Penerbit Lakeisha, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=CwaMEAAAQBAJ>
- [16] R. P. Gozal, A. Setiawan, and H. Khoeswanto, "Aplikasi SmartRoom Berbasis Blynk untuk Mengurangi Pemakaian Tenaga Listrik," Teknol. Ind., vol. 8, pp. 1–7, 2020.
- [17] S. T. M. T. Anggara Trisna Nugraha and S. T. M. T. Rachma Prilian Eviningsih, Penerapan Sistem Elektronika Daya: AC Regulator, DC Chopper, dan Inverter. Deepublish, 2022. [Online]. Available: <https://books.google.co.id/books?id=XWBIEAAAQBAJ>
- [18] M. Ali and Z. Abidin, "Usaha Peningkatan Kualitas pH Air dan Monitoring Berbasis Mikrokontroler pada Budidaya Ikan Mujaer di Desa Brumbun Kecamatan Maduran Kabupaten Lamongan," J. Enviscience, vol. 3, no. 2, p. 42, 2021, doi: 10.30736/3ijev.v3iss2.109.
- [19] A. Bachri, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Suhu, pH dan Kejernihan Air Pada Kolam Ikan Air Tawar Berbasis Internet Of Things (IoT)," ... Tek. Elektro dan ..., 2022, [Online]. Available: <https://journal.trunojoyo.ac.id/triac/article/view/15167%0Ahttps://journal.trunojoyo.ac.id/triac/article/download/15167/7168>
- [20] A. B. Laksono, "Sistem Smarthome Menggunakan Aplikasi Smartphone Android Berbasis Mikrokontroler Melalui Bluetooth," JE-Unisla, vol. 4, no. 2, pp. 278–283, 2019, [Online]. Available: <http://www.jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/elektronika/article/view/366%0Ahttps://www.jurnalteknik.unisla.ac.id/index.php/elektronika/article/download/366/26>