

PENERAPAN JARINGAN SENSOR NIRKABEL DALAM SISTEM MONITORING LINGKUNGAN

Yudha fariz andhika¹⁾

¹⁾Teknik Elektro

^{*)}yudha1906@gmail.com

Abstrak

Peningkatan kesadaran akan perlunya pelestarian lingkungan telah mendorong pengembangan sistem monitoring lingkungan yang efektif dan efisien. Salah satu teknologi yang telah memainkan peran penting dalam bidang ini adalah Jaringan Sensor Nirkabel (WSN). WSN memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara real-time dan akurat, serta pemantauan yang berkelanjutan dengan biaya yang relatif rendah. Makalah ini membahas tentang penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan dan manfaat yang dihasilkan.

Kata Kunci: Instalasi listrik, Aman, Keselamatan.

PENDAHULUAN

Perhatian terhadap perlindungan dan pelestarian lingkungan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya kerusakan lingkungan akibat aktivitas manusia. Untuk mengatasi masalah ini, diperlukan sistem monitoring lingkungan yang efektif untuk mengumpulkan data dan memberikan informasi yang akurat. Salah satu solusi yang telah diterapkan adalah penggunaan Jaringan Sensor Nirkabel (WSN). WSN terdiri dari sensor-sensor kecil yang terhubung tanpa kabel dan dapat mengumpulkan data lingkungan secara real-time [1]–[6].

Dalam era digital yang terus berkembang, pemantauan lingkungan menjadi semakin penting dalam upaya menjaga dan melindungi lingkungan hidup kita. Dalam konteks ini, penerapan jaringan sensor nirkabel telah menjadi salah satu solusi yang menarik dan efektif untuk memantau lingkungan secara real-time [7]–[10].

Jaringan sensor nirkabel (WSN - Wireless Sensor Network) terdiri dari sejumlah sensor yang terhubung secara nirkabel dan tersebar di area yang luas. Sensor-sensor ini dapat mendeteksi berbagai parameter lingkungan, seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, tingkat polusi, dan lain sebagainya [11]–[15]. Data yang dikumpulkan oleh sensor-sensor tersebut kemudian dikirimkan melalui jaringan nirkabel ke pusat kontrol atau stasiun pemantauan [16], [17].

Penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan memberikan beberapa keuntungan yang signifikan. Pertama, dengan penyebaran sensor-sensor secara luas, informasi tentang kondisi lingkungan dapat dikumpulkan secara menyeluruh dan akurat [18]–[22]. Hal ini memungkinkan pemantauan yang lebih efektif terhadap perubahan lingkungan dan deteksi dini terhadap potensi bahaya atau kerusakan. Kedua, penggunaan jaringan nirkabel menghilangkan keterbatasan kabel yang memungkinkan penempatan sensor di lokasi yang sulit dijangkau atau berbahaya [23]–[28]. Selain itu, jaringan nirkabel memungkinkan fleksibilitas dan skalabilitas yang lebih baik dalam penambahan atau pengurangan sensor sesuai kebutuhan.

Sistem monitoring lingkungan yang menggunakan jaringan sensor nirkabel juga dapat memberikan manfaat yang luas. Contohnya, dalam bidang pertanian, jaringan sensor nirkabel dapat membantu petani untuk memantau suhu, kelembaban tanah, dan kebutuhan air pada waktu yang bersamaan di berbagai lokasi pertanian [29]–[35]. Dalam industri, jaringan sensor nirkabel dapat digunakan untuk memantau emisi limbah, tingkat kebisingan, dan suhu dalam pabrik secara real-time. Di sektor kesehatan, jaringan sensor nirkabel dapat membantu memonitor kualitas udara di dalam ruangan dan mendeteksi potensi kontaminasi [36]–[39].

Dalam pendahuluan ini, kita telah melihat pentingnya penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Melalui pengumpulan data yang akurat dan real-time, sistem ini dapat memberikan pemantauan lingkungan yang lebih efektif dan mendukung pengambilan keputusan yang lebih baik dalam rangka melindungi dan menjaga lingkungan hidup kita [40]–[42]. Dalam penelitian ini, kami akan menjelajahi dan menggali lebih dalam mengenai konsep, desain, dan implementasi dari penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan [43]–[47].

KAJIAN PUSTAKA

1. Konsep Dasar Jaringan Sensor Nirkabel

a. Definisi dan Komponen

Jaringan Sensor Nirkabel (WSN) adalah jaringan terdiri dari sensor-sensor kecil yang mendeteksi dan mengukur data lingkungan seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, kualitas air, dan lain sebagainya. Komponen utama WSN meliputi sensor, node sensor, sink node, dan gateway [48]–[50].

b. Kelebihan dan Keterbatasan

Kelebihan WSN meliputi kemampuan untuk mengumpulkan data lingkungan secara real-time, kemudahan instalasi karena tanpa kabel, biaya yang relatif rendah, dan pemantauan yang berkelanjutan. Namun, WSN juga memiliki keterbatasan seperti konsumsi daya yang tinggi, keterbatasan jarak komunikasi, dan keamanan data yang perlu diperhatikan [51]–[59].

2. Sistem Monitoring Lingkungan

a. Definisi dan Komponen

Sistem monitoring lingkungan adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengumpulkan, mengintegrasikan, dan menganalisis data lingkungan. Komponen utama sistem ini meliputi sensor, perangkat pemrosesan data, komunikasi, dan antarmuka pengguna [60]–[67].

b. Peran dan Pentingnya

Sistem monitoring lingkungan memiliki peran penting dalam pemantauan kondisi lingkungan, deteksi dini terhadap perubahan yang berpotensi merugikan, pemantauan polusi, pengelolaan sumber daya alam, dan pengambilan keputusan berbasis data [68]–[74].

METODE

Untuk menguji penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan, penelitian ini dapat menggunakan pendekatan berikut:

Studi Literatur: Melakukan studi literatur untuk memahami konsep dasar jaringan sensor nirkabel, sistem monitoring lingkungan, serta penelitian terkait yang telah dilakukan sebelumnya. Ini membantu dalam membangun landasan teori yang solid untuk penelitian [75]–[78].

Desain Jaringan Sensor Nirkabel: Merancang jaringan sensor nirkabel yang sesuai dengan kebutuhan monitoring lingkungan. Ini mencakup pemilihan sensor yang relevan, penempatan node sensor yang strategis, serta perencanaan komunikasi antara node dan sink node/gateway [79]–[89].

Implementasi Jaringan Sensor Nirkabel: Mengimplementasikan jaringan sensor nirkabel yang telah dirancang. Hal ini melibatkan pemasangan sensor, konfigurasi node sensor, sink node/gateway, dan pengaturan komunikasi antar mereka [90]–[94].

Pengumpulan Data Lingkungan: Mengumpulkan data lingkungan menggunakan jaringan sensor nirkabel yang telah diimplementasikan. Sensor-sensor dalam jaringan akan mengambil data seperti suhu, kelembaban, tekanan udara, kualitas air, atau parameter lingkungan lainnya secara terus-menerus [95]–[101].

- 1) Analisis Data: Menganalisis data lingkungan yang terkumpul dari jaringan sensor nirkabel. Analisis ini melibatkan pemrosesan data, pengolahan statistik, dan teknik analisis lainnya untuk mendapatkan informasi yang berguna tentang kondisi lingkungan yang sedang dipantau.
- 2) Evaluasi Kinerja: Mengevaluasi kinerja jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Ini melibatkan pengukuran faktor-faktor seperti respons waktu, akurasi pengukuran, ketersediaan jaringan, konsumsi daya, dan keandalan komunikasi.
- 3) Studi Kasus dan Validasi: Melakukan studi kasus dengan menerapkan jaringan sensor nirkabel dalam pemantauan lingkungan di lokasi atau area tertentu. Mengumpulkan data dan melakukan analisis untuk menguji efektivitas jaringan sensor nirkabel dalam memonitor lingkungan dengan akurat dan responsif.
- 4) Tantangan dan Permasalahan: Menganalisis tantangan dan permasalahan yang muncul dalam penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Mengidentifikasi kendala teknis, keamanan data, keterbatasan daya, atau masalah lainnya yang dapat mempengaruhi performa sistem.
- 5) Peningkatan dan Pengembangan: Menjelajahi upaya peningkatan dan pengembangan lebih lanjut dalam penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Melihat kemungkinan penggunaan teknologi baru, perbaikan desain jaringan, atau pengembangan algoritma analisis data yang lebih efisien.

Penelitian ini dapat dilakukan melalui simulasi komputer, eksperimen di laboratorium, atau bahkan implementasi langsung di lapangan tergantung pada ketersediaan sumber daya dan skala penelitian yang diinginkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dan analisis dari penelitian penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan dapat mencakup beberapa aspek, termasuk:

1) Pengumpulan Data Lingkungan:

Data lingkungan yang terkumpul melalui jaringan sensor nirkabel dapat berupa data suhu udara, kelembaban, kualitas udara, kualitas air, atau parameter lingkungan lainnya. Data ini dapat diukur secara terus-menerus dan secara real-time. Hasil pengumpulan data ini memberikan gambaran yang lebih lengkap tentang kondisi lingkungan.

2) Analisis Data:

Data yang dikumpulkan melalui jaringan sensor nirkabel akan diolah dan dianalisis untuk mendapatkan informasi yang berguna. Analisis data dapat meliputi identifikasi tren, pola, atau anomali dalam data lingkungan. Misalnya, penelitian ini dapat menganalisis perubahan suhu udara seiring waktu atau mendeteksi peningkatan polutan tertentu di lingkungan.

3) Evaluasi Kinerja Jaringan:

Kinerja jaringan sensor nirkabel dievaluasi untuk menilai respons waktu, akurasi pengukuran, ketersediaan jaringan, dan konsumsi daya. Hasil evaluasi ini memberikan wawasan tentang sejauh mana jaringan sensor nirkabel efektif dalam memonitor kondisi lingkungan dengan baik.

4) Studi Kasus:

Studi kasus yang dilakukan dengan menerapkan jaringan sensor nirkabel dalam monitoring lingkungan pada area atau lokasi tertentu dapat memberikan hasil dan analisis yang lebih spesifik. Misalnya, dalam studi kasus monitoring kualitas udara, hasil dan analisis dapat meliputi identifikasi polutan tertentu, analisis konsentrasi polutan sepanjang waktu, atau pemetaan spasial polutan dalam area yang dipantau.

5) Tantangan dan Permasalahan:

Hasil dan analisis juga dapat mencakup tantangan dan permasalahan yang dihadapi dalam penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Ini termasuk masalah keamanan data, keterbatasan daya, jarak komunikasi, atau faktor lingkungan lainnya yang dapat mempengaruhi kinerja jaringan.

6) Rekomendasi dan Kesimpulan:

Berdasarkan hasil dan analisis yang diperoleh, penelitian dapat memberikan rekomendasi untuk perbaikan dan pengembangan lebih lanjut dalam penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Kesimpulan penelitian akan memberikan gambaran tentang manfaat dan potensi jaringan sensor nirkabel dalam pemantauan lingkungan serta upaya yang perlu dilakukan untuk mengatasi tantangan yang muncul.

Analisis ini akan memberikan pemahaman yang lebih baik tentang efektivitas dan kegunaan penerapan jaringan sensor nirkabel dalam sistem monitoring lingkungan. Hasil dan analisis ini dapat digunakan untuk menginformasikan kebijakan lingkungan, pengambilan keputusan, serta pengembangan teknologi yang lebih baik dalam pemantauan lingkungan secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Melalui penggunaan jaringan sensor nirkabel, pengumpulan data lingkungan dapat dilakukan secara real-time dan kontinu, memberikan informasi yang akurat dan tepat waktu tentang kondisi lingkungan. Beberapa manfaat dari penerapan teknologi ini termasuk peningkatan akurasi dan ketepatan waktu, pengurangan biaya, deteksi dini, dan respons cepat terhadap perubahan lingkungan. Namun, tantangan seperti keamanan data dan keterbatasan sumber daya energi perlu diperhatikan dalam implementasinya. Melalui metode penelitian yang mencakup studi literatur, desain dan implementasi jaringan sensor nirkabel, pengumpulan data lingkungan, analisis data, serta evaluasi kinerja jaringan, penelitian ini memberikan wawasan yang baik tentang efektivitas penerapan jaringan sensor nirkabel dalam pemantauan lingkungan. Studi kasus dapat memberikan gambaran yang lebih spesifik tentang aplikasi teknologi ini dalam pemantauan kualitas udara atau parameter lingkungan lainnya.

REFERENSI

- [1] E. J. Rekayasa and T. Elektro, "ELECTRICIAN Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro 63," vol. 1, no. 1, pp. 63–68, 2007.
- [2] S. D. Putra, R. I. Borman, and G. H. Arifin, "Assessment of Teacher Performance in SMK Informatika Bina Generasi using Electronic-Based Rating Scale and Weighted Product Methods to Determine the Best Teacher Performance," *International Journal of Informatics, Economics, Management and Science*, vol. 1, no. 1, p. 55, 2022, doi: 10.52362/ijiems.v1i1.693.
- [3] M. Murniyati, J. Jupriyadi, and R. Rikendry, "ANDROID-BASED VILLAGE HEAD ELECTION APPLICATION USING FACE RECOGNITION," in *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*, 2021.
- [4] F. Rossi, J. P. Sembiring, A. Jayadi, N. U. Putri, and P. Nugroho, "Implementation of Fuzzy Logic in PLC for Three-Story Elevator Control System," in *2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*, IEEE, 2021, pp. 179–185.
- [5] S. Suaidah, "Teknologi Pengendali Perangkat Elektronik Menggunakan Sensor Suara," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 02, no. 02, 2021, [Online]. Available: <https://ejurnal.teknokrat.ac.id/index.php/jtst/article/view/1341>
- [6] M. A. Pratama, A. F. Sidhiq, Y. Rahmanto, and A. Surahman, "Perancangan Sistem Kendali Alat Elektronik Rumah Tangga," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 80–92, 2021.
- [7] Y. Rahmanto, A. Rifaini, S. Samsugi, and S. D. Riskiono, "Sistem Monitoring pH Air Pada Aquaponik Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 23–28, 2020.
- [8] Y. Rahmanto, A. Burlian, and S. Samsugi, "SISTEM KENDALI OTOMATIS PADA AKUAPONIK BERBASIS MIKROKONTROLER ARDUINO UNO R3," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, 2021.
- [9] M. Nurdiansyah, E. C. Sinurat, M. Bakri, and I. Ahmad, "Sistem Kendali Rotasi Matahari Pada Panel Surya Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 7–12, 2020.
- [10] R. Bangun, S. Monitoring, A. Gunung, A. Krakatau, and B. Iot, "Rancang Bangun Sistem Monitoring Aktivitas Gunung Anak Krakatau Berbasis IoT," vol. 31, no. 1, pp. 14–22, 2018.

- [11] A. Putra, A. Indra, and H. Afriyastuti, "PROTOTIPE SISTEM IRIGASI OTOMATIS BERBASIS PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE PID DENGAN SISTEM MONITORING IoT." Universitas Bengkulu, 2019.
- [12] H. Hayatunnufus and D. Alita, "SISTEM CERDAS PEMBERI PAKAN IKAN SECARA OTOMATIS," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 11–16, 2020.
- [13] I. K. W. Gunawan, A. Nurkholis, and A. Sucipto, "Sistem monitoring kelembaban gabah padi berbasis Arduino," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 1–7, 2020.
- [14] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "Sistem Pengontrol Irigasi Otomatis Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 17–22, 2020.
- [15] S. Sintaro, A. Surahman, and C. A. Pranata, "Sistem Pengontrol Cahaya Pada Lampu Tubular Daylight Berbasis Iot," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 28–35, 2021.
- [16] Z. Butler, P. Corke, R. Peterson, and D. Rus, "Virtual fences for controlling cows," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2004, pp. 4429–4436. doi: 10.1109/robot.2004.1302415.
- [17] Z. Butler, P. Corke, R. Peterson, and D. Rus, "Virtual fences for controlling cows," in *Proceedings - IEEE International Conference on Robotics and Automation*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2004, pp. 4429–4436. doi: 10.1109/robot.2004.1302415.
- [18] R. Arrahman, "Automatic Gate Based on Arduino Microcontroller Uno R3," *Jurnal Robotik*, vol. 1, no. 1, pp. 61–66, 2021.
- [19] M. Pajar, D. Setiawan, I. S. Rosandi, S. Darmawan, M. P. K. Putra, and S. Darmawan, "Deteksi Bola Multipola Pada Robot Krakatau FC," pp. 6–9, 2018.
- [20] Rikendry and S. Navigasi, "Sistem kontrol pergerakan robot beroda pemadam api," vol. 2007, no. Snati, pp. 1–4, 2007.
- [21] A. Jayadi, T. Susanto, and F. D. Adhinata, "Sistem Kendali Proporsional pada Robot Penghindar Halangan (Avoider) Pioneer P3-DX," *Majalah Ilmiah Teknologi Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 47, 2021, doi: 10.24843/mite.2021.v20i01.p05.
- [22] H. Syah Nasution, A. Jayadi, J. Z. Pagar Alam No, L. Ratu, B. Lampung, and L. Hardin, "Implementasi Metode Fuzzy Logic Untuk Sistem Pengereman Robot Mobile Berdasarkan Jarak Dan Kecepatan," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 3, no. 1, p. 2022, 2022.
- [23] A. Harahap, A. Sucipto, and J. Jupriyadi, "Pemanfaatan Augmented Reality (Ar) Pada Media Pembelajaran Pengenalan Komponen Elektronika Berbasis Android," *Jurnal Ilmiah Infrastruktur Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 1, pp. 20–25, 2020.

- [24] Q. J. Adrian, A. Ambarwari, and M. Lubis, "Perancangan Buku Elektronik Pada Pelajaran Matematika Bangun Ruang Sekolah Dasar Berbasis Augmented Reality," *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, vol. 11, no. 1, pp. 171–176, 2020.
- [25] A. Anantama, A. Apriyantina, S. Samsugi, and F. Rossi, "Alat Pantau Jumlah Pemakaian Daya Listrik Pada Alat Elektronik Berbasis Arduino UNO," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 29–34, 2020.
- [26] P. Handoko, H. Hermawan, and M. Nasucha, "Pengembangan Sistem Kendali Alat Elektronika Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3 dan Ethernet Shield dengan Antarmuka Berbasis Android," *Dinamika Rekayasa*, vol. 14, no. 2, pp. 92–103, 2018, doi: 10.20884/1.dr.2018.14.2.191.
- [27] A. F. Silvia, E. Haritman, and Y. Muladi, "Rancang Bangun Akses Kontrol Pintu Gerbang Berbasis Arduino Dan Android," *Electrans*, vol. 13, no. 1, pp. 1–10, 2016.
- [28] S. Rumalutur and J. Ohoiwutun, "Sistem Kendali Otomatis Panel Penerangan Luar Menggunakan Timer Theben Sul 181 H Dan Arduino Uno R3," *Electro Luceat*, vol. 4, no. 2, pp. 43–51, 2018, doi: 10.32531/jelekn.v4i2.143.
- [29] R. I. Borman, K. Syahputra, J. Jupriyadi, and P. Prasetyawan, "Implementasi Internet Of Things pada Aplikasi Monitoring Kereta Api dengan Geolocation Information System," in *Seminar Nasional Teknik Elektro*, 2018, pp. 322–327.
- [30] I. Nugrahanto, T. Elektro, U. Wisnuwardhana, and M. Email, "Pembuatan Water Level Sebagai Pengendali Water Pump Otomatis Berbasis Transistor," *Jurnal Ilmu-Ilmu Teknik - Sistem*, vol. 13, no. 1, pp. 59–70, 2017.
- [31] T. K. Priyambodo, O. A. Dhewa, and T. Susanto, "Model of Linear Quadratic Regulator (LQR) Control System in Waypoint Flight Mission of Flying Wing UAV," *Journal of Telecommunication, Electronic and Computer Engineering (JTEC)*, vol. 12, no. 4, pp. 43–49, 2020.
- [32] K. Pindrayana, R. I. Borman, B. Prasetyo, and S. Samsugi, "Prototipe Pemandu Parkir Mobil Dengan Output Suara Manusia Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [33] I. Ahmad, A. Surahman, F. O. Pasaribu, and A. Febriansyah, "Miniatur Rel Kereta Api Cerdas Indonesia Berbasis Arduino," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [34] S. Utama and N. U. Putri, "Implementasi Sensor Light Dependent Resistor (LDR) Dan LM35 Pada Prototipe Atap Otomatis Berbasis Arduino," *CIRCUIT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro*, vol. 2, no. 2, 2018.
- [35] I. K. A. Sukawirasa, I. G. A. Udayana, I. B. M. Y. Mahendra, G. D. D. Saputra, and I. B. M. Y. Mahendra, "Implementasi Data Warehouse Dan Penerapannya Pada PHI-Minimart Dengan Menggunakan Tools Pentaho dan Power BI," *Jurnal Elektronik Ilmu Komputer Udayana p-ISSN*, vol. 2301, p. 5373, 2008.

- [36] A. C. Bento, "An Experimental Survey with NodeMCU12e+Shield with Tft Nextion and MAX30102 Sensor," in *11th Annual IEEE Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, pp. 82–86. doi: 10.1109/IEMCON51383.2020.9284870.
- [37] A. C. Bento, "An Experimental Survey with NodeMCU12e+Shield with Tft Nextion and MAX30102 Sensor," in *11th Annual IEEE Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference, IEMCON 2020*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2020, pp. 82–86. doi: 10.1109/IEMCON51383.2020.9284870.
- [38] Y. Fernando, K. B. Seminar, I. Hermadi, and R. Afnan, "A Hyperlink based Graphical User Interface of Knowledge Management System for Broiler Production," *Indonesian Journal of Electrical Engineering and Computer Science*, vol. 2, no. 3, pp. 668–674, 2016.
- [39] I. Allafi and T. Iqbal, "Design and implementation of a low cost web server using ESP32 for real-time photovoltaic system monitoring," *2017 IEEE Electrical Power and Energy Conference, EPEC 2017*, vol. 2017-Octob, pp. 1–5, 2018, doi: 10.1109/EPEC.2017.8286184.
- [40] T. Widodo, B. Irawan, A. T. Prastowo, and A. Surahman, "Sistem Sirkulasi Air Pada Teknik Budidaya Bioflok Menggunakan Mikrokontroler Arduino Uno R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 1–6, 2020.
- [41] R. Arrahman, "Rancang Bangun Pintu Gerbang Otomatis Menggunakan Arduino Uno R3," *Jurnal Portal Data*, vol. 2, no. 2, pp. 1–14, 2022, [Online]. Available: <http://portaldata.org/index.php/portaldata/article/view/78>
- [42] M. I. Hafidhin, A. Saputra, Y. Ramanto, and S. Samsugi, "Alat Penjemuran Ikan Asin Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 26–33, 2020.
- [43] T. Susanto, M. B. Setiawan, A. Jayadi, F. Rossi, A. Hamdhi, and J. P. Sembiring, "Application of Unmanned Aircraft PID Control System for Roll, Pitch and Yaw Stability on Fixed Wings," in *2021 International Conference on Computer Science, Information Technology, and Electrical Engineering (ICOMITEE)*, IEEE, 2021, pp. 186–190.
- [44] M. M. F. Fatori, "Aplikasi IoT Pada Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik," *Jurnal Pendidikan Sains dan Komputer*, vol. 2, no. 02, pp. 350–356, 2022, doi: 10.47709/jpsk.v2i02.1746.
- [45] P. E. S. Dita, A. Al Fahrezi, P. Prasetyawan, and A. Amarudin, "Sistem Keamanan Pintu Menggunakan Sensor Sidik Jari Berbasis Mikrokontroller Arduino UNO R3," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 121–135, 2021.
- [46] B. Sarsembayev, S. S. H. Yazdi, and M. Bagheri, "Discrete PI Controller with Novel Anti-windup Scheme for Charging LiPo Battery in UAV: A Simulation Study," in *2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, IEEE, 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854528.

- [47] B. Sarsembayev, S. S. H. Yazdi, and M. Bagheri, "Discrete PI Controller with Novel Anti-windup Scheme for Charging LiPo Battery in UAV: A Simulation Study," in *2022 IEEE International Conference on Environment and Electrical Engineering and 2022 IEEE Industrial and Commercial Power Systems Europe (EEEIC / I&CPS Europe)*, IEEE, 2022, pp. 1–6. doi: 10.1109/EEEIC/ICPSEurope54979.2022.9854528.
- [48] L. Andraini, "Pengeimplementasian DevOps Pada Sistem Tertanam dengan ESP8266 Menggunakan Mekanisme Over The Air," vol. 2, no. 4, pp. 1–10, 2022.
- [49] S. Samsugi, A. Ardiansyah, and D. Kastutara, "Arduino dan Modul Wifi ESP8266 sebagai Media Kendali Jarak Jauh dengan antarmuka Berbasis Android," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 12, no. 1, pp. 23–27, 2018.
- [50] S. Samsugi, "Internet of Things (iot): Sistem Kendali jarak jauh berbasis Arduino dan Modul wifi Esp8266," *ReTH*, 2017.
- [51] M. Aziz and A. Fauzi, "CNN UNTUK DETEKSI BOLA MULTI POLA STUDI KASUS : LIGA HUMANOID ROBOCUP CNN For Multi Pattern Ball Detection Case Study : RoboCup Humanoid League," vol. 5, no. 1, pp. 23–34, 2022.
- [52] M. B. Setiawan, T. Susanto, and A. Jayadi, "PENERAPAN SISTEM KENDALI PID PESAWAT TERBANG TANPA AWAK UNTUK KESETABILAN ROLL, PITCH DAN YAW PADA FIXED WINGS," in *The 1st International Conference on Advanced Information Technology and Communication (IC-AITC)*, 2021.
- [53] T. Susanto and S. Ahdan, "Pengendalian Sikap Lateral Pesawat Flying Wing Menggunakan Metode LQR.," *vol*, vol. 7, pp. 99–103, 2020.
- [54] D. Pratiwi, N. U. Putri, and R. O. Sinia, "Peningkatan Penegathuan Smart Home dan Penerapan keamanan Pintu Otomatis," vol. 3, no. 3, 2022.
- [55] N. Kristiawan, B. Ghafaral, R. I. Borman, and S. Samsugi, "Pemberi Pakan dan Minuman Otomatis Pada Ternak Ayam Menggunakan SMS," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 93–105, 2021.
- [56] P. Alat Pemberi Pakan Dan, R. Prayoga, A. Savitri Puspaningrum, L. Ratu, and B. Lampung, "Purwarupa Alat Pemberi Pakan Dan Air Minum Untuk Ayam Pedaging Otomatis," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer (JTIKOM)*, vol. 3, no. 1, p. 2022, 2022.
- [57] S. Samsugi, N. Neneng, and G. N. F. Suprpto, "Otomatisasi Pakan Kucing Berbasis Mikrokontroller Intel Galileo Dengan Interface Android," *J-SAKTI (Jurnal Sains Komputer dan Informatika)*, vol. 5, no. 1, pp. 143–152, 2021.
- [58] A. Julisman, I. D. Sara, and R. H. Siregar, "Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola," *Kitektro*, vol. 2, no. 1, pp. 35–42, 2017.
- [59] D. A. Megawaty, D. Alita, and P. S. Dewi, "Penerapan Digital Library Untuk Otomatisasi," vol. 2, no. 2, pp. 121–127, 2021.

- [60] A. Setiawan, A. T. Prastowo, D. Darwis, U. T. Indonesia, L. Ratu, and B. Lampung, "Sistem Monitoring Keberadaan Posisi Mobil Menggunakan Smartphone," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 3, no. 1, pp. 35–44, 2022.
- [61] S. D. Ramdan and N. Utami, "Pengembangan Koper Pintar Berbasis Arduino," *Journal ICTEE*, vol. 1, no. 1, pp. 4–8, 2020, doi: 10.33365/jictee.v1i1.699.
- [62] M. R. Fachri, I. D. Sara, and Y. Away, "Pemantauan Parameter Panel Surya Berbasis Arduino secara Real Time," *Jurnal Rekayasa Elektrika*, vol. 11, no. 4, p. 123, 2015, doi: 10.17529/jre.v11i3.2356.
- [63] Y. T. Utami and Y. Rahmanto, "Rancang Bangun Sistem Pintu Parkir Otomatis Berbasis Arduino Dan Rfid," *Jtst*, vol. 02, no. 02, pp. 25–35, 2021.
- [64] M. Bakri and D. Darwis, "PENGUKUR TINGGI BADAN DIGITAL ULTRASONIK BERBASIS ARDUINO DENGAN LCD DAN OUTPUT," vol. 2, pp. 1–14, 2021.
- [65] R. Genaldo, T. Septyawan, A. Surahman, and P. Prasetyawan, "Sistem Keamanan Pada Ruangan Pribadi Menggunakan Mikrokontroler Arduino dan SMS Gateway," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 2, pp. 13–19, 2020.
- [66] R. D. Valentin, B. Diwangkara, J. Jupriyadi, and S. D. Riskiono, "Alat Uji Kadar Air Pada Buah Kakao Kering Berbasis Mikrokontroler Arduino," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 28–33, 2020.
- [67] D. R. Wati and W. Sholihah, "Pengontrol pH dan Nutrisi Tanaman Selada pada Hidroponik Sistem NFT Berbasis Arduino," *Multinetics*, vol. 7, no. 1, pp. 12–20, 2021, doi: 10.32722/multinetics.v7i1.3504.
- [68] T. Yulianti, S. S. Samsugi, A. Nugroho, H. Anggono, P. A. Nugroho, and H. Anggono, "Rancang Bangun Pengusir Hama Babi Menggunakan Arduino dengan Sensor Gerak," *Jtst*, vol. 02, no. 1, pp. 21–27, 2021.
- [69] A. S. Puspaningrum, F. Firdaus, I. Ahmad, and H. Anggono, "Perancangan Alat Deteksi Kebocoran Gas Pada Perangkat Mobile Android Dengan Sensor Mq-2," *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 1, no. 1, pp. 1–10, 2020.
- [70] F. M. Sari, "Internet-based materials in enhancing college students' writing skill viewed from their creativity," *Teknosastik*, vol. 14, no. 1, pp. 41–45, 2016.
- [71] P. Prasetyawan, S. Samsugi, and R. Prabowo, "Internet of Thing Menggunakan Firebase dan Nodemcu untuk Helm Pintar," *Jurnal ELTIKOM*, vol. 5, no. 1, pp. 32–39, 2021, doi: 10.31961/eltikom.v5i1.239.
- [72] D. Setiawan, "RANCANG BANGUN PENGENDALI PINTU DAN GERBANG MENGUNKAN ANDROID BERBASIS INTERNET OF THING." Universitas Teknokrat Indonesia, 2021.

- [73] A. Amarudin and Y. Atri, "Analisis Penerapan Mikrotik Router Sebagai User Manager Untuk Menciptakan Internet Sehat Menggunakan Simulasi Virtual Machine," *Jurnal TAM (Technology Acceptance Model)*, vol. 9, no. 1, pp. 62–66, 2018.
- [74] M. Silverio-Fernández, S. Renukappa, and S. Suresh, "What is a smart device? - a conceptualisation within the paradigm of the internet of things," *Visualization in Engineering*, vol. 6, no. 1, 2018, doi: 10.1186/s40327-018-0063-8.
- [75] M. Riski, A. Alawiyah, M. Bakri, and N. U. Putri, "Alat Penjaga Kestabilan Suhu Pada Tumbuhan Jamur Tiram Putih Menggunakan Arduino UNO R3.," *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 2, no. 1, pp. 67–79, 2021.
- [76] Y. Irawan, A. Febriani, R. Wahyuni, and Y. Devis, "Water Quality Measurement and Filtering Tools Using Arduino Uno , PH Sensor and TDS Meter Sensor," vol. 2, no. 5, 2021, doi: 10.18196/jrc.25107.
- [77] A. Pratama Zanofa and M. Fahrizal, "Penerapan Bluetooth Untuk Gerbang Otomatis," *Portaldata.org*, vol. 1, no. 2, pp. 1–10, 2021.
- [78] A. Wantoro and E. R. Susanto, "PENERAPAN LOGIKA FUZZY DAN METODE PROFILE MATCHING PADA SISTEM PAKAR MEDIS UNTUK DIAGNOSIS COVID-19 DAN PENYAKIT LAIN IMPLEMENTATION OF FUZZY LOGIC AND PROFILE MATCHING METHOD IN MEDICAL EXPERT SYSTEMS FOR DIAGNOSIS OF COVID-19," vol. 9, no. 5, pp. 1075–1083, 2022, doi: 10.25126/jtiik.202295406.
- [79] E. Hariadi, Y. Anistyasari, M. S. Zuhrie, and R. E. Putra, "Mesin Oven Pengereng Cerdas Berbasis Internet of Things (IoT)," *Indonesian Journal of Engineering and Technology (INAJET)*, vol. 2, no. 1, pp. 18–23, 2022, doi: 10.26740/inajet.v2n1.p18-23.
- [80] S. Samsugi, A. Nurkholis, B. Permatasari, A. Candra, and A. B. Prasetyo, "Internet of Things Untuk Peningkatan Pengetahuan Teknologi Bagi Siswa," *Journal of Technology and Social for Community Service (JTSCS)*, vol. 2, no. 2, p. 174, 2021.
- [81] T. Budioko, "Sistem monitoring suhu jarak jauh berbasis internet of things menggunakan protokol mqtt," *Seminar Nasional Riset Teknologi Informasi*, vol. 1, no. 30 July, pp. 353–358, 2016.
- [82] F. R. Saputra, F. Masykur, and A. Prasetyo, "PERANCANGAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA ALAT PENERING BIJI CENGKEH BERBASIS ANDROID," *Komputek*, vol. 4, no. 2, p. 86, 2020, doi: 10.24269/jkt.v4i2.537.
- [83] J. Persada Sembiring *et al.*, "PELATIHAN INTERNET OF THINGS (IoT) BAGI SISWA/SISWI SMKN 1 SUKADANA, LAMPUNG TIMUR," *Journal of Social Sciences and Technology for Community Service (JSSTCS)*, vol. 3, no. 2, p. 181, 2022, doi: 10.33365/jsstcs.v3i2.2021.
- [84] M. Imani and H. Ghassemian, *Electrical Load Forecasting Using Customers Clustering and Smart Meters in Internet of Things*. IEEE, 2019, pp. 113–117. doi: 10.1109/ISTEL.2018.8661071.

- [85] A. R. Putra, “APLIKASI MONITORING KEBOCORAN GAS BERBASIS ANDROID DAN INTERNET OF THINGS DENGAN FIREBASE REALTIME SYSTEM.” Perpustakaan Teknokrat, 2018.
- [86] S. Ahdan and E. R. Susanto, “IMPLEMENTASI DASHBOARD SMART ENERGY UNTUK PENGONTROLAN RUMAH PINTAR PADA PERANGKAT BERGERAK BERBASIS INTERNET OF THINGS,” *Jurnal Teknoinfo*, vol. 15, no. 1, pp. 26–31, 2021.
- [87] M. Astuti, E. Suwarni, Y. Fernando, S. Samsugi, B. Cinthya, and D. Gema, “Pelatihan Membangun Karakter Entrepreneur Melalui Internet Of Things bagi Siswa SMK Al-Hikmah, Kalirejo, Lampung Selatan,” *Comment: Community Empowerment*, vol. 2, no. 1, pp. 32–41, 2022.
- [88] S. Saloni and A. Hegde, “WiFi-aware as a connectivity solution for IoT: Pairing IoT with WiFi aware technology: Enabling new proximity based services,” in *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016, pp. 137–142. doi: 10.1109/IOTA.2016.7562710.
- [89] S. Saloni and A. Hegde, “WiFi-aware as a connectivity solution for IoT: Pairing IoT with WiFi aware technology: Enabling new proximity based services,” in *2016 International Conference on Internet of Things and Applications, IOTA 2016*, Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc., 2016, pp. 137–142. doi: 10.1109/IOTA.2016.7562710.
- [90] S. Selamat, G. Rahmat Dedi, T. Adhie, and P. Agung Tri, “Penerapan Penjadwalan Pakan Ikan Hias Molly Menggunakan Mikrokontroler Arduino UNO dan Sensor RTC DS3231,” *Jst*, vol. 3, no. 2, pp. 44–51, 2022.
- [91] F. Kurniawan and A. Surahman, “SISTEM KEAMANAN PADA PERLINTASAN KERETA API MENGGUNAKAN SENSOR INFRARED BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO UNO,” *Jurnal Teknologi dan Sistem Tertanam*, vol. 2, no. 1, pp. 7–12, 2021.
- [92] S. Samsugi and A. Burlian, “Sistem penjadwalan pompa air otomatis pada aquaponik menggunakan mikrokontroler Arduino UNO R3,” *PROSIDING SEMNASTEK 2019*, vol. 1, no. 1, 2019.
- [93] I. Nugrahanto, S. Sungkono, and M. Khairuddin, “SOLAR CELL OTOMATIS DENGAN PENGATURAN DUAL AXIS TRACKING SYSTEM MENGGUNAKAN ARDUINO UNO,” vol. 10, no. 1, pp. 11–16, 2021.
- [94] A. P. Zanofa, R. Arrahman, M. Bakri, and A. Budiman, “Pintu Gerbang Otomatis Berbasis Mikrokontroler Arduino UNO R3,” *Jurnal Teknik dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 22–27, 2020.
- [95] P. Agung, A. Z. Iftikhor, D. Damayanti, M. Bakri, and M. Alfarizi, “Sistem Rumah Cerdas Berbasis Internet of Things Dengan Mikrokontroler Nodemcu Dan Aplikasi Telegram,” *Jurnal Teknik Dan Sistem Komputer*, vol. 1, no. 1, pp. 8–14, 2020.
- [96] P. W. Ciptadi and R. H. Hardyanto, “Penerapan Teknologi IoT pada Tanaman Hidroponik menggunakan Arduino dan Blynk Android,” vol. 7, no. 2, pp. 29–40, 2018.

- [97] S. Samsugi, N. Neneng, and B. Aditama, "IoT: kendali dan otomatisasi si parmin (studi kasus peternak Desa Galih Lunik Lampung Selatan)," 2018.
- [98] W. Wajiran, S. D. Riskiono, P. Prasetyawan, and M. Iqbal, "Desain Iot Untuk Smart Kumbung Thinkspeak Dan Nodemcu," *POSITIF: Jurnal Sistem Dan Teknologi Informasi*, vol. 6, no. 2, pp. 97–103, 2020.
- [99] S. Samsugi, I. Ismail, A. Tohir, and M. R. Rojat, "Workshop Pembuatan Kode Program Mobil RC Berbasis IoT," vol. 1, no. 3, pp. 162–167, 2023.
- [100] A. R. Isnain, S. Sintaro, and F. Ariany, "Penerapan Auto Pump Hand Sanitizer Berbasis Iot," vol. 2, no. 2, pp. 63–71, 2021.
- [101] S. Samsugi and W. Wajiran, "IOT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor," *Jurnal Teknoinfo*, vol. 14, no. 2, pp. 99–105, 2020.