

SISTEM PENDETEKSI KULIATAS AIR MINUM ISI ULANG MENGUNAKAN SENSOR PH BERBASIS INTERNET OF THINGS PADA TOKO SUPER JENIH

Nirmala Sahida^{1*}, Zaenudin², Muhamad Masjun Efendi³, Lalu Delsi Samsumar⁴

^{1,2,3,4}Universitas Teknologi Mataram, Indonesia

nirmallans02@gmail.com^{1*}, zen3d.itb@gmail.com², creativepio@gmail.com³

samsumarld@utmmataram.ac.id⁴

Received: 28-10-2024

Revised: 20-11-2024

Approved: 28-11-2024

ABSTRAK

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam pengelolaan kualitas air minum isi ulang yang memerlukan pemantauan real-time untuk memastikan kualitas yang layak konsumsi. Di kota Mataram, depot air Super Jernih menghadapi tantangan kurangnya alat pendeteksi kualitas air yang dapat menurunkan kepercayaan masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air menggunakan sensor pH berbasis IoT yang terhubung dengan aplikasi Blynk sebagai antarmuka pengguna. Metode yang digunakan adalah prototyping, yang melibatkan tahap analisis kebutuhan, desain, pengembangan prototipe, serta evaluasi dan perbaikan sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem pendeteksi kualitas air minum menggunakan sensor pH yang dirancang berhasil mendeteksi kualitas air dengan tingkat akurasi yang tinggi. Sistem ini mampu memberikan informasi secara realtime mengenai kelayakan air minum berdasarkan standar kelayakan air minum dengan nilai pH yaitu 6 sampai 8 melalui sensor pH yang dipasang dan ditampilkan baik melalui aplikasi Blynk maupun layar LCD. Pengujian yang dilakukan membuktikan bahwa sistem berfungsi sesuai dengan spesifikasi yang dirancang, dengan hasil akurasi deteksi pH yang konsisten.

Kata kunci: Ai Minum, Sensor PH, Blynk, Esp8266, IoT

PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) telah membuka peluang untuk penerapan berbagai sistem keamanan inovatif, salah satunya yang menggunakan sidik jari, yang menawarkan tingkat keamanan yang tinggi dan keunikan tersendiri. IoT sendiri adalah inovasi dalam bidang teknologi informasi yang memungkinkan objek fisik dengan kemampuan komputasi untuk terhubung dan berinteraksi secara global melalui Internet (Hambali et al., 2022) (Ramadhan & Triono, 2021). Teknologi ini memungkinkan perangkat untuk berfungsi secara otomatis dan mengumpulkan data secara real-time, sehingga mempermudah pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efisien (Tri Sulistyorini et al., 2022) (Lalu Delsi Samsumar et al., 2023). Dengan kemampuan tersebut, IoT memberikan manfaat di berbagai sektor seperti keamanan, kesehatan, industri, dan manajemen sumber daya. Salah satunya adalah dalam pengelolaan kualitas air minum, di mana teknologi ini memungkinkan pemantauan real-time dan jarak jauh untuk memastikan kualitas air tetap terjaga.

Air merupakan kebutuhan penting bagi kehidupan manusia, terutama untuk air minum, rumah tangga, industri, dan irigasi. Air tanah menjadi sumber utama untuk memenuhi kebutuhan tersebut, namun kualitas air tanah di perkotaan cenderung lebih rendah dibandingkan wilayah pegunungan, yang menyebabkan berkembangnya usaha depot air minum isi ulang. Di kota Mataram, depot Super Jernih telah berkembang pesat, namun kurangnya pendeteksi kualitas air menimbulkan ketidakpercayaan masyarakat. Teknologi Internet of Things (IoT) menawarkan solusi untuk memonitor kualitas air minum secara efisien. Dengan sensor pH yang terhubung internet, pemilik toko dapat memantau kualitas air secara real-time dan memastikan kualitas air yang lebih baik. Hal

ini tidak hanya dapat meningkatkan kepercayaan masyarakat terhadap depot air minum isi ulang, tetapi juga membantu memastikan bahwa air yang dikonsumsi aman dan memenuhi standar kualitas yang diharapkan. Penggunaan IoT dalam memonitor kualitas air juga dapat mengurangi risiko masalah kesehatan yang terkait dengan konsumsi air yang terkontaminasi atau tidak memenuhi standar. Salah satu parameter penting dalam menentukan kualitas air minum adalah nilai pH, yang harus berada dalam rentang nilai pH 6 hingga 8 untuk memastikan air tersebut layak dikonsumsi.

Dalam penelitian ini, terdapat penelitian sebelumnya yang dapat berkontribusi pada pengembangan penelitian ini. Berikut adalah penelitian terdahulu yang relevan dengan topik yang sedang diteliti :

Penelitian ditulis oleh Wijaya, Anderias Eko dan Rijal Bani Salam Sukarni berjudul "Sistem Monitoring Kualitas Air Mineral Berbasis Iot (Internet Of Things) Menggunakan Platform Node-Red Dan Metode Saw (Simple Additive Weighting)" menggunakan esp8266, arduino uno, sensor pH air, dan website untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air minum dengan memonitoring nilai pH yang di tampilkan pada website yang telah terkoneksi dengan sensor pH air melalui internet (Wijaya & Rijal Bani Salam Sukarni, 2019).

Penelitian ditulis oleh Joniwarta, Wowon Priatna, Asep R, dan Allan D Alexander berjudul "Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Kontrol Ph Air Mineral Berbasis IOT" menggunakan esp8266, arduino uno, sensor pH air, dan website untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air minum dengan memonitoring nilai pH yang di tampilkan pada website yang telah terkoneksi dengan sensor pH air melalui internet (Joniwarta et al., 2023).

Penelitian ditulis oleh Fauzi Akbar, Tati Erlina, dan Rizka Hadelina berjudul "Perancangan Sistem Untuk Meningkatkan Kualitas Air Menggunakan Sensor Turbidity Dan Sensor Ph Berbasis Internet Of Things (IOT)" menggunakan esp8266, arduino mega, sensor pH air, sensor turbidity, dan aplikasi android untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air dan nilai kejernihan air yang di tampilkan pada aplikasi android (Fauzi Akbar , Tati Erlina, 2023).

Penelitian ditulis oleh Muslim Hidayat dan Nahar Mardiyantoro berjudul "Sistem Pemantauan Dan Pengendalian Ph Air Berbasis Iot Menggunakan Platform Arduino" menggunakan esp8266, arduino uno, sensor pH air, dan telegram untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air minum dengan memonitoring nilai pH air yang di tampilkan pada aplikasi telegram (Hidayat & Mardiyantoro, 2020).

Penelitian ditulis oleh Yusuf Anshori, dan Andi Fathur Alamsyah A. Parenrengi, Dwi Shinta Angreni, Rizka Ardiyansyah, Yuri Yudhaswana Joefrie berjudul "Monitoring Parameter Air Berbasis IOT (Internet Of Things)" menggunakan esp32s, sensor pH air, sensor turbidity, dan website untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air yang di tampilkan pada website (Anshori et al., 2023).

Penelitian ditulis oleh Hardi Hamzah, Muhammad Nurkhalis Agriawan, dan Muhammad Saldi berjudul "Uji Kelayakan Konsumsi Air Sungai Mandar Menggunakan Sensor Ph Berbasis Arduino Uno" menggunakan arduino uno, sensor pH air, dan serial monitor untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air yang di tampilkan pada serial monitor aplikasi Arduino IDE (Hamzah et al., 2021).

Penelitian ditulis oleh Syarifuddin baco, Rizal Syarifuddin, Sajiah, M.Alfalaq Rusli, dan Moh Daud Loilatu berjudul "Rancang Bangun Alat Monitoring Ph Air Layak Konsumsi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Depot Air Minum Adipura 1" menggunakan arduino uno, sensor pH air, dan LCD untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air yang di tampilkan pada LCD (Baco et al., 2023).

Penelitian ditulis oleh M. Khairul Ikhsan, Kamil Erwansyah, dan Badrul Anwar berjudul "Implementasi Sistem Monitoring Dan Controlling Filterisasi Ph Air Berbasis Iot Menggunakan Nodemcu Dan Telegram" menggunakan esp8266, sensor pH air, dan aplikasi telegram untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air yang di tampilkan pada aplikasi telegram (Ikhsan et al., 2024).

Penelitian ditulis oleh Fitri Febrianti, Suryo Adi Wibowo, dan Nurlaily Vendyansyah berjudul "Implementasi Iot(Internet Of Things) Monitoring Kualitas Air Dan Sistem Administrasi Pada Pengelola Air Bersih Skala Kecil" menggunakan esp8266, arduino uno, sensor pH air, sensor turbidity, dan website untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air dan nilai kejernihan air yang di tampilkan pada website (Febrianti et al., 2021).

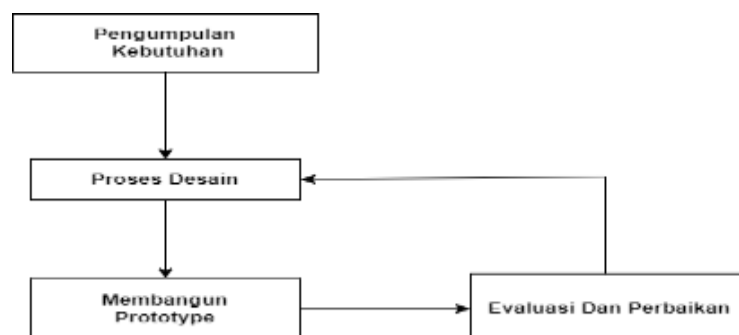
Penelitian ditulis oleh Anindhita Lestari dan Anggi Zafia berjudul "PENERAPAN SISTEM MONITORING KUALITAS AIR BERBASIS INTERNET OF THINGS " menggunakan esp8266, sensor pH air, sensor turbidity, dan website untuk menampilkan hasilnya. Hasil ujicoba menunjukkan pemantauan kualitas air dengan memonitoring nilai pH air dan nilai kejernihan air yang di tampilkan pada website (Lestari & Zafia, 2022).

Penelitian ini memanfaatkan aplikasi Blynk di perangkat Android sebagai sistem pemantauan yang terhubung dengan sensor pH untuk memonitor kualitas air minum. Sistem ini dirancang untuk memberikan solusi praktis dalam memastikan kualitas air tetap sesuai standar kesehatan dengan memanfaatkan teknologi Internet of Things.

METODE PENELITIAN

Pendekatan prototyping adalah metode dalam pengembangan perangkat lunak yang melibatkan pembuatan, pengujian, dan penyempurnaan model awal suatu sistem atau produk secara iteratif (Wicaksana & Djutalov, 2023) (Rochani et al., 2024). Tujuan utamanya adalah untuk menghasilkan suatu model atau contoh awal yang representative dari sistem yang akan dikembangkan. Metode penelitian ini digunakan untuk menjelaskan sebuah sistem secara terstruktur melalui sejumlah tahap, termasuk perancangan perangkat keras dan lunak.

Berikut adalah beberapa Langkah-langkah umum dalam metode prototype:



Gambar 1. Alur metode prototipe

Analisis Kebutuhan

Tahap awal dalam proses ini adalah memahami kebutuhan pengguna dan kepentingan para pemangku kepentingan (stakeholders) serta kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak (Akbar et al., 2022). Langkah pertama adalah memulai observasi terhadap lingkungan yang relevan. Dengan mengamati penggunaan sistem pendeteksi kualitas air minum isi ulang saat ini. Peneliti dapat memahami secara langsung tantangan yang akan dihadapi pengguna dan kebutuhan spesifik yang harus dipenuhi oleh prototype yang akan dikembangkan.

Proses Desain

Setelah kebutuhan pengguna ditentukan, dengan mempertimbangkan hasil identifikasi kebutuhan, perancangan prototype sistem pendeteksi kualitas air minum isi ulang yang memiliki tujuan utama yaitu untuk menggambarkan secara kasar bagaimana interaksi antara sensor ph dengan komponen lainnya, serta bagaimana pengguna akan berinteraksi dengan sistem ini.

Membangun Prototype

Prototype dibuat berdasarkan rancangan yang telah disusun sebelumnya, dengan prioritas utama pada pengembangan model yang mampu menampilkan fitur-fitur utama atau alur kerja dasar dari sistem yang tengah dikembangkan secara cepat.

Evaluasi dan Perbaikan

Setelah prototype selesai dikembangkan, langkah selanjutnya adalah pengujian dan evaluasi hasilnya. Pihak terkait melakukan pengujian untuk memastikan bahwa desain dan fungsionalitas sesuai dengan kebutuhan. Jika ditemukan kesalahan atau ketidaksesuaian, perbaikan akan dilakukan, dan prototype dievaluasi ulang hingga sistem memenuhi harapan dan kebutuhan yang ditetapkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis Kebutuhan

Tabel 1 menyajikan hasil analisis kebutuhan dalam penelitian ini, yang meliputi perangkat keras dan perangkat lunak yang dibutuhkan untuk mendukung pengembangan sistem, serta memastikan bahwa sistem dapat berfungsi sesuai dengan tujuan yang direncanakan.

Tabel 1. Analisis Kebutuhan

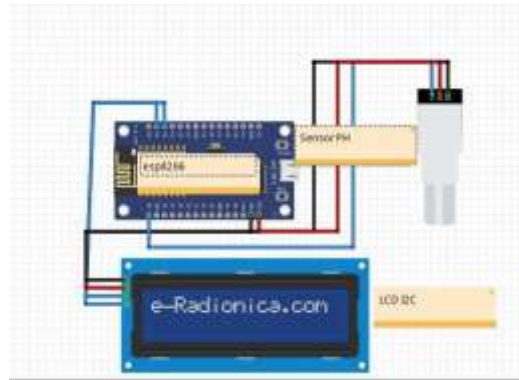
No.	Nama Alat	Jumlah
1.	(Laptop) <i>Software</i> Arduino IDE	1 unit
2.	(<i>Handphone</i>) <i>Software</i> Blynk	1 unit
3	NodeMCU ESP8266	1 unit
4	Sensor PH	1 unit
5	LCD 16x2	1 unit
6	Kabel Jumper	Sesuai Kebutuhan
7	Breadboard	1 unit
8	Kabel USB Mikro	1 unit
9	Bubuk PH 4	1 unit
10	Bubuk PH 6	1 unit
11	Bubuk PH 9	1 unit

Proses Desain

Pada tahap ini, desain awal disusun untuk menggambarkan sistem yang akan dikembangkan. Setelah kebutuhan pengguna dipahami, desain rinci mulai dibuat berdasarkan analisis kebutuhan pada tahap pertama. Langkah berikutnya adalah membuat model sederhana untuk memberikan gambaran umum tentang sistem. Perancangan dan implementasi sistem untuk memonitoring pH air minum dilakukan dengan menggunakan ESP8266 dan Blynk. Prosesnya juga mencakup perancangan visual rangkaian elektronik melalui pemodelan di Fritzing.

1.Desain Hardware

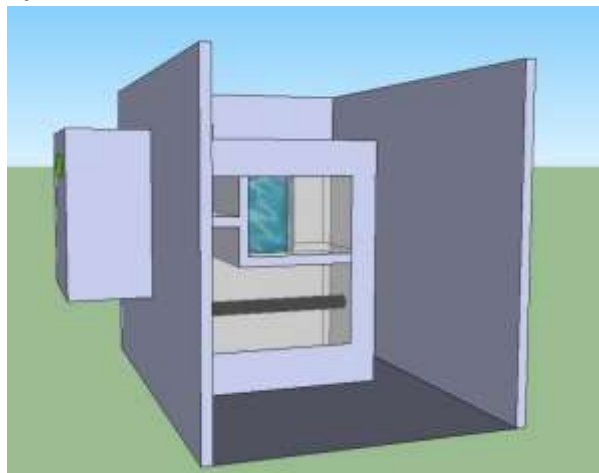
Perancangan perangkat keras bertujuan untuk membuat desain visual sebagai langkah awal sebelum pengembangan sistem secara fisik, sehingga penggunaan pin pada perangkat dapat dipahami dengan lebih jelas. Desain perangkat keras ditunjukkan pada Gambar 1 di bawah ini :



Gambar 1. Desain visual perangkat keras

2.Desain 3D miniatur

Desain miniatur 3D dibuat untuk menghasilkan model visual dari sistem miniatur depot air yang akan digunakan dalam penelitian sebelum diproduksi dalam bentuk fisik. Berikut adalah desain 3D miniatur depot air yang ditampilkan pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Desain 3D miniatur

Membangun Prototipe

Pada tahap ini, pembuatan prototipe sistem dilakukan menggunakan miniatur box untuk sistem miniatur depot air yang telah dirancang secara visual pada langkah sebelumnya. Prototipe ini dibuat untuk menguji dan mengevaluasi desain dalam skala kecil. Berikut adalah hasil pembuatan prototipe yang telah selesai, ditampilkan pada Gambar 3 di bawah ini :



Gambar 3. Hasil Prototipe

Pengujian Sistem

Pada tahap ini, dilakukan pengujian terhadap sistem yang telah diterapkan pada miniatur depot air. Pengujian melibatkan sensor pH, di mana sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat pH air, sehingga dapat diketahui apakah air tersebut layak untuk diminum atau tidak. Jika nilai pH yang terdeteksi berada dalam rentang yang sesuai, maka sistem akan menampilkan informasi mengenai kelayakan air untuk dikonsumsi.



Gambar 4. Pengujian sistem keseluruhan

Sistem akan diuji untuk memastikan bahwa semua komponen berfungsi dengan baik. Tabel 2 di bawah ini menyajikan hasil pengujian dari keseluruhan sistem sebagai berikut :

Tabel 2. Hasil Pengujian Sistem Keseluruhan

Sensor PH	Bubuk PH	LCD	Keterangan
PH 4	Bubuk PH 4 yang sudah larut dalam air	Menampilkan hasil tidak layak minum	Berhasil
PH 6	Bubuk PH 6 yang sudah larut dalam air	Menampilkan hasil layak minum	Berhasil
PH 9	Bubuk PH 9 yang sudah larut dalam air	Menampilkan hasil PH air tinggi	Berhasil

Tabel 2 menunjukkan hasil pengujian dari seluruh komponen untuk menilai kinerja sistem secara keseluruhan. Berdasarkan pengujian tersebut, dapat disimpulkan bahwa sistem beroperasi dengan baik dan sesuai dengan ekspektasi, tanpa adanya masalah atau hambatan yang ditemukan.



Gambar 5. Hasil Tampilan *blynk*

Gambar 6 menunjukkan tampilan aplikasi Blynk yang digunakan untuk memonitoring nilai pH yang dihasilkan oleh sensor pH. Tampilan ini menampilkan data real-time mengenai tingkat pH air, memungkinkan pengguna untuk memantau kualitas air secara langsung dan mengetahui apakah air tersebut aman untuk dikonsumsi.

KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air layak minum menggunakan sensor pH, dengan tujuan untuk mempermudah depot air memonitoring apakah kualitas air yang ditawarkan pada konsumen layak minum atau tidak. Hasil pengujian penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti, dapat disimpulkan bahwa sistem pendeteksi kualitas air minum isi ulang menggunakan sensor PH berbasis Internet of Things (IoT) berjalan dengan baik dari semua komponen yang telah digunakan. NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan mengirim data dari sensor PH, sensor PH sebagai pemantau kualitas air minum isi ulang secara real-time sehingga konsumen merasa tenang dengan kualitas air yang akan dikonsumsi. Aplikasi Blynk Internet of Things (IoT) sebagai user interface atau

antarmuka pengguna sebagai sarana pengawasan dan pendeteksi kondisi keamanan kualitas air minum isi ulang.

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A., Zaenudin, Z., Mutaqin, Z., & Samsumar, L. D. (2022). IoT-Based Smart Room Using Web Server-Based Esp32 Microcontroller. *Formosa Journal of Computer and Information Science*, 1(2), 79–86. <https://doi.org/10.55927/fjcis.v1i2.1241>
- Anshori, Y., Parenrengi, A. F. A. A., Angreni, D. S., Ardiansyah, R., & Joeffie, Y. Y. (2023). Monitoring Parameter Air Berbasis Iot (Internet of Things). *Foristek*, 14(2), 2–8. <https://doi.org/10.54757/fs.v14i2.322>
- Baco, S., Syarifuddin, R., Sajiah, Rusli, M. A., & Loilatu, M. D. (2023). Rancang Bangun Alat Monitoring pH Air Layak Konsumsi Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno Pada Depot Air Minum Adipura 1. *Jurnal Teknologi Dan Komputer (JTEK)*, 3(02), 339–345. <https://doi.org/10.56923/jtek.v3i02.147>
- Fauzi Akbar, Tati Erlina, R. H. (2023). PERANCANGAN SISTEM UNTUK MENINGKATKAN KUALITAS AIR MENGGUNAKAN SENSOR TURBIDITY DAN SENSOR PH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) Fauzi. 04(02), 141–155.
- Febrianti, F., Adi Wibowo, S., & Vendyansyah, N. (2021). IMPLEMENTASI IoT(Internet Of Things) MONITORING KUALITAS AIR DAN SISTEM ADMINISTRASI PADA PENGELOLA AIR BERSIH SKALA KECIL. *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 5(1), 171–178. <https://doi.org/10.36040/jati.v5i1.3249>
- Hambali, H., Akbar, A., & Yani, A. (2022). Early Warning System for Flood in Gunungsari District Based on Iot With Telegram Bot As a Warning Message Sender. *Jurnal Pilar Nusa Mandiri*, 18(2), 173–178. <https://doi.org/10.33480/pilar.v18i2.3711>
- Hamzah, H., Nurkhalis Agriawan, M., & Saldi, M. (2021). Uji Kelayakan Konsumsi Air Sungai Mandar Menggunakan Sensor pH Berbasis Arduino Uno. *Saintifik*, 7(2), 167–171. <https://doi.org/10.31605/saintifik.v7i2.339>
- Hidayat, M., & Mardiyantoro, N. (2020). Sistem Pemantauan dan Pengendalian pH Air Berbasis IoT Menggunakan Platform Arduino. *Jurnal Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat UNSIQ*, 7(1), 65–70. <https://doi.org/10.32699/ppkm.v7i1.1039>
- Ikhsan, M. K., Erwansyah, K., & Anwar, B. (2024). Implementasi Sistem Monitoring Dan Controlling Filterisasi pH Air Berbasis IoT Menggunakan NodeMcu Dan Telegram. *Jurnal Sistem Komputer Triguna Dharma (JURSIK TGD)*, 3(1), 1–12. <https://doi.org/10.53513/jursik.v3i1.9063>
- Joniwarta, Priatna, W., Hamdani, A. R., & Alexander, A. D. (2023). Implementasi Fuzzy Logic Pada Sistem Kontrol pH Air Mineral Berbasis IOT. *The Indonesian Journal of Computer Science*, 12(4), 2064–2077. <https://doi.org/10.33022/ijcs.v12i4.3356>
- Lalu Delsi Samsumar, Salman Salman, Rudi Muslim, & Ardiyallah Akbar. (2023). Smart Automatic Feed : Sistem Pakan Otomatis Pada Kandang Peternak Ayam. *Jurnal Publikasi Teknik Informatika*, 2(2), 149–160. <https://doi.org/10.55606/jupti.v2i2.2870>
- Lestari, A., & Zafia, A. (2022). Penerapan Sistem Monitoring Kualitas Air Berbasis Internet Of Things. *LEDGER: Journal Informatic and Information Technology*, 1(1), 17–24. <https://doi.org/10.20895/ledger.v1i1.776>
- Ramadhan, T. F., & Triono, W. (2021). Sistem Monitoring Ketinggian Air Dan Pengendalian Pintu Air Berbasis Microcontroller Nodecode Mcu Esp8266. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 10(2).

- <https://doi.org/10.56244/fiki.v10i2.396>
- Rochani, M. M., Rochani, M., & R, Y. (2024). Pengembangan Smart Water Dispenser Berbasis IoT Menggunakan Metode Prototype. *Data Sciences Indonesia (DSI)*, 4(1), 39–50. <https://doi.org/10.47709/dsi.v4i1.4046>
- Tri Sulistyorini, Nelly Sofi, & Erma Sova. (2022). Pemanfaatan Nodemcu Esp8266 Berbasis Android (Blynk) Sebagai Alat Alat Mematikan Dan Menghidupkan Lampu. *Jurnal Ilmiah Teknik*, 1(3), 40–53. <https://doi.org/10.56127/juit.v1i3.334>
- Wicaksana, B. A., & Djutalov, R. (2023). Pengembangan Aplikasi Lokpro Sebagai Media Pencari Kerja Di Lokpro Media Dengan Metode Prototype. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Pendidikan*, 1(3), 516–533.
- Wijaya, A. E., & Rijal Bani Salam Sukarni. (2019). *SISTEM MONITORING KUALITAS AIR MINERAL BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS) MENGGUNAKAN PLATFORM NODE-RED DAN METODE SAW (SIMPLE ADDITIVE WEIGHTING)*. 96–106.