

SISTEM MONITORING KUALITAS AIR LIMBAH RUMAH TANGGA BERBASIS IOT

Setyawan Ajie Sukarno^{1*}, Syarif Hidayat^{2*}, Adinda Melati Putri^{3*}

^{1,2,3}. Jurusan Teknik Otomasi dan Mekatronika, Politeknik Manufaktur Bandung, Jl. Kanayakan Indonesia.21-22 Bandung 40135, Jawa Barat, Indonesia.

Received: 2 Januari 2025

Accepted: 14 Januari 2025

Published: 20 Januari 2025

Keywords:

IoT, BLYnk, TDS sensor, sensor ds18b20, ESP 32

Correspondent Email:

223442024@mhs.polman-bandung.ac.id

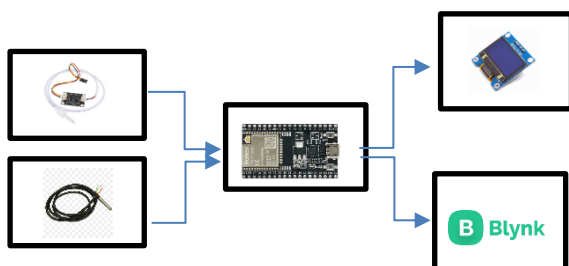
Abstrak. Air limbah rumah tangga merupakan salah satu sumber masalah atau polusi lingkungan yang paling signifikan. Air limbah yang tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti pencemaran air tanah, sungai, dan laut. Selain itu, air limbah juga dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia dan hewan. Proyek ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan sistem monitoring kualitas air limbah rumah tangga berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan ESP32, sensor TDS, sensor temperatur, dan LCD OLED white 0,96 inch. Sistem ini dirancang untuk memantau parameter penting seperti Total Dissolved Solids (TDS) dan suhu air limbah secara *real-time*. Data yang diperoleh dari sensor akan dikirimkan ke platform BLYnk untuk menampilkan parameter dan ditampilkan secara lokal pada LCD OLED. Dengan adanya sistem ini, diharapkan kualitas air limbah yang dibuang ke lingkungan dapat terjaga sesuai dengan standar yang ditetapkan, sehingga dapat mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Selain itu, sistem ini juga memudahkan pemantauan dan pengendalian kualitas air limbah secara efisien dan efektif.

Abstract. Household wastewater is one of the most significant sources of environmental problems or pollution. Untreated wastewater can cause environmental damage, such as pollution of groundwater, rivers and the sea. In addition, wastewater can also be a source of disease for humans and animals. This project aims to design and implement an Internet of Things (IoT)-based household wastewater quality monitoring system using ESP32, TDS sensor, temperature sensor, and 0.96 inch white OLED LCD. This system is designed to monitor important parameters such as Total Dissolved Solids (TDS) and wastewater temperature in real-time. The data obtained from the sensors will be sent to the BLYnk platform to display the parameters and displayed locally on the OLED LCD. With this system, it is expected that the quality of wastewater discharged into the environment can be maintained in accordance with established standards, thereby reducing negative impacts on the environment. In addition, this system also facilitates efficient and effective monitoring and control of wastewater quality.

1. PENDAHULUAN

Air limbah rumah tangga merupakan salah satu sumber masalah atau polusi lingkungan yang paling signifikan. Air limbah yang tidak diolah dengan baik dapat menyebabkan kerusakan lingkungan, seperti pencemaran air tanah, sungai, dan laut. Selain itu, air limbah juga dapat menjadi sumber penyakit bagi manusia dan hewan. Oleh karena itu, monitoring air limbah rumah tangga menjadi sangat penting untuk menjaga keseimbangan lingkungan dan kesehatan masyarakat. Air limbah dapat diartikan sebagai sisa dari kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran. Sering kali air limbah langsung dibuang ke badan air tanpa pengolahan lebih lanjut, padahal belum tentu air limbah tersebut memenuhi baku mutu air limbah yang di terapkan[1].

Di sinilah teknologi berbasis Internet of Things (IoT) memiliki peran strategis. IoT memungkinkan pemantauan kualitas air secara real-time dan otomatis, yang dapat membantu rumah tangga dalam mengurangi dampak pencemaran. Melalui sistem IoT, parameter penting seperti Total Dissolved Solids (TDS) dan suhu air dapat diukur untuk mengetahui kualitas air limbah secara langsung. Alat ini dirancang sebagai bagian dari upaya penghematan energi, di mana pengguna dapat mengatur penggunaan air bersih dan energi secara lebih efisien berdasarkan data kualitas air yang dipantau.



Gambar 1. Blok Diagram sistem.

Blok diagram rancangan project awal dari inputan sensor lalu masuk ke mikrokontroler dan output pada LCD OLED dan Blynk untuk menampilkan data[2].

Sistem monitoring kualitas air rumah tangga berbasis (IoT) yang di kembangkan dalam

proyek untuk memenuhi nilai mata kuliah ini menggunakan sensor TDS dan suhu, menggunakan ESP 32 sebagai mikrokontroler. Sensor TDS akan mendeteksi jumlah padatan atau partikel terlarut didalam air, sedangkan sensor suhu akan memantau perubahan suhu air limbah karena suhu juga mempengaruhi kualitas air limbah. Data dari sensor-sensor ini akan di tampilkan pada LCD OLED dan melalui koneksi internet ke platform blynk secara real-time, pengguna dapat memantau data secara cepat dan dimana saja. Penerapan ini diharapkan dapat menjadi solusi yang efektif untuk meningkatkan kualitas air limbah rumah tangga, sekaligus mendukung penghematan energi dan air[4].[3].

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Air limbah rumah tangga

Dari hasil penelitian air limbah rumah tangga merupakan hasil dari kegiatan sehari-hari yang dihasilkan di kawasan pemukiman, seperti dari penggunaan air untuk mandi, mencuci, dan memasak. Menurut Syarif Hidayat, air limbah yang tidak dikelola dengan baik dapat menyebabkan pencemaran lingkungan yang serius, termasuk pencemaran air tanah dan badan air lainnya. Hal ini dapat berkontribusi terhadap masalah kesehatan bagi manusia dan ekosistem. Sejalan dengan itu, Syarif Hidayat, 2024 menegaskan pentingnya pengolahan air limbah untuk mencegah dampak negatif terhadap lingkungan[5].

2.2. Dampak pencemaran air

Pencemaran air akibat pembuangan air limbah yang tidak terolah dapat menyebabkan kerusakan ekosistem perairan, termasuk kematian biota akuatik dan penurunan kualitas air. Dalam studinya mengungkapkan bahwa kualitas air yang buruk dapat menyebabkan berbagai penyakit, seperti diare dan infeksi saluran pernapasan. Oleh karena itu, monitoring dan pengolahan air limbah menjadi sangat penting untuk menjaga kesehatan masyarakat dan kelestarian lingkungan[6].

2.3. Sensor TDS dan sensor suhu

Sensor TDS berfungsi untuk mengukur jumlah padatan terlarut dalam air, yang merupakan indikator penting dari kualitas air. Syarif Hidayat, 2024 menjelaskan bahwa tingginya nilai TDS (PPM dan EC) dapat menunjukkan adanya pencemaran atau kontaminasi[6].

Suhu air juga berpengaruh terhadap kualitas air, di mana perubahan suhu dapat mempengaruhi kelarutan oksigen dan aktivitas mikroorganisme dalam air. Syarif Hidayat, 2024 menekankan pentingnya pemantauan suhu untuk menjaga kualitas air limbah dengan menggunakan sensor suhu ds18b20[7].

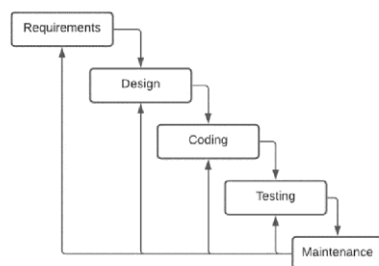
2.4. Sistem monitoring berbasis IOT

Sistem monitoring kualitas air berbasis IoT yang dikembangkan menggunakan mikrokontroler ESP32 dan sensor TDS serta suhu memberikan solusi yang efisien untuk pemantauan air limbah. Data yang diperoleh dari sensor dapat ditampilkan secara real-time[8].

LCD OLED I2C dan dikirim ke platform Blynk yang telah diprogram pada arduino ide. Syarif Hidayat, 2024 menunjukan bahwa sistem semacam ini tidak hanya meningkatkan kesadaran pengguna terhadap kualitas air[9].

3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode Waterfall adalah salah satu model pengembangan perangkat lunak yang bersifat linier dan berurutan. Dalam model ini, setiap fase dari proses pengembangan harus diselesaikan sepenuhnya sebelum fase berikutnya dimulai.



Gambar 2. Blok diagram metode waterfall

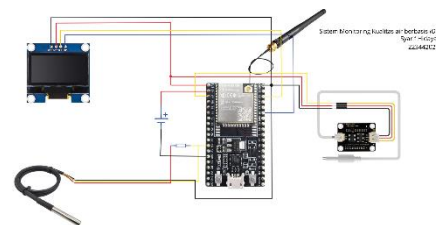
3.1 Requirement

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi:

- Mikrokontroler ESP32: Sebagai pusat pengendali sistem.
- Antena ESP32: untuk meningkatkan sinyal Wi-Fi dari ESP32, memastikan konektivitas IoT yang stabil.
- Sensor TDS: Untuk mengukur jumlah padatan terlarut dalam air.
- Sensor Suhu: Untuk memantau suhu air limbah.
- LCD OLED I2C: Untuk menampilkan data secara lokal.
- Platform Blynk: Untuk memantau data secara real-time melalui koneksi internet.
- Kabel dan Breadboard: Untuk menyambungkan komponen elektronik.
- Kapasitor: Untuk mengurangi noise atau fluktuasi pada tegangan suplai yang dapat mengganggu kinerja modul ESP32 dan sensor. Ini sangat penting dalam sistem elektronik yang sensitif terhadap gangguan, seperti sistem IoT.
- Resistor: Untuk Menarik jalur data ke level logika tinggi saat tidak ada aktivitas pada bus data dan membantu komunikasi data yang stabil antara sensor dan ESP32.

3.2 Design

Pada tahapan design penulis menggunakan aplikasi canva untuk membuat wiring jalur tiap componen.



3.1.1. ESP32 ke OLED (0.96 inch, I2C).

Tabel 1. Pin ESP32 ke pin OLED

OLED Pin	ESP32 Pin	Keterangan
----------	-----------	------------

GND	GND	Ground
VCC	3.3V	Tegangan 3.3V
SCL	GPIO 22	I2C Clock (SCL)
SDA	GPIO 21	I2C Data (SDA)

3.1.2. ESP32 ke Sensor suhu (DS18B20).

Tabel 2. Pin ESP32 ke pin Sensor suhu

DS18B20 Pin	ESP32 Pin	Keterangan
GND	GND	Ground
VCC	3.3V/5V	Tegangan sensor
DATA	GPIO 4	Jalur data sensor
Pull-up Resistor (4.7 k Ω)	VCC dan Data	Untuk stabilisasi data

3.1.3. ESP32 ke Modul TDS Sensor Library.

Tabel 3. Pin ESP32 ke pin modul TDS

TDS Module Pin	ESP32 Pin	Keterangan
GND	GND	Ground
VCC	5V	Tegangan modul
AOUT	GPIO 34	Data analog dari sensor

3.2.4. Antena ke ESP32

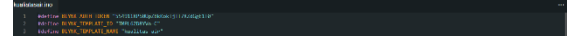
Antena terhubung ke konektor bawaan pada ESP32. Fungsi antena adalah untuk meningkatkan sinyal Wi-Fi pada sistem.

3.2.5. Kapasitor dan Resistor

- **Kapasitor:** Terhubung antara VCC dan GND, berfungsi untuk stabilisasi tegangan dan mencegah noise dan berfungsi sebagai upload data agar tidak harus menekan tombol pada ESP32 saat proses upload data.
- **Pull-up Resistor (4.7 k Ω):** Terhubung antara jalur Data DS18B20 dan VCC, berfungsi untuk stabilisasi jalur data agar tidak terjadinya error pada pembacaan data sensor DS18B20.

3.3 Coding

Dalam kode coding pada Arduino ide menggunakan aplikasi tambahan IOT yaitu blynk.io



Gambar 4. Coding BLYNK

- **BLYNK_AUTH_TOKEN:** Token autentikasi untuk koneksi ke server Blynk.
- **BLYNK_TEMPLATE_ID & BLYNK_TEMPLATE_NAME:** Informasi tentang template aplikasi Blynk yang digunakan.



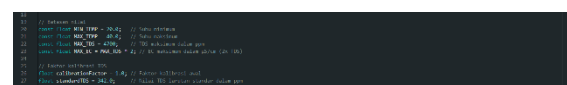
Gambar 5. Coding komunikasi komponen

- **Wire:** Komunikasi I2C (digunakan oleh OLED).
- **Adafruit_GFX dan SSD1306:** Untuk mengontrol layar OLED.
- **OneWire & DallasTemperature:** Digunakan untuk membaca data suhu dari sensor DS18B20.
- **BlynkSimpleEsp32:** Untuk koneksi IoT dengan ESP32 dan aplikasi Blynk.
- **EEPROM:** Untuk menyimpan data kalibrasi di memori non-volatil.



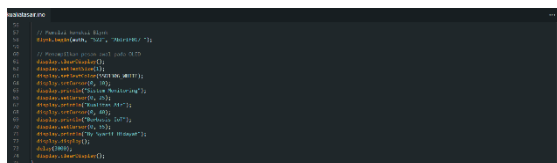
Gambar 6. Coding membaca sensor

- **TDS_PIN:** Pin analog untuk membaca tegangan dari sensor TDS.
- **TEMP_PIN:** Pin untuk membaca data dari sensor suhu DS18B20.
- **VREF & ADC_RESOLUTION:** Digunakan untuk mengonversi nilai analog menjadi tegangan.
- **TDS_FACTOR:** Faktor konversi antara EC (Electrical Conductivity) dan TDS (Total Dissolved Solids).



Gambar 7. Coding Konversi nilai Sensor

- MIN_TEMP 20.0: Suhu minimum air dalam °C yang dianggap aman.
- MAX_TEMP 40.0: Suhu maksimum air dalam °C yang dianggap aman.
- MAX_TDS 4700: Nilai maksimum TDS (ppm) untuk air limbah yang aman. Jika TDS melebihi nilai ini, air dianggap tidak aman.
- MAX_EC = MAX_TDS * 2: Nilai maksimum EC (μS/cm) dihitung berdasarkan nilai TDS maksimum dengan memberikan nilai EC = 2 × TDS.
- calibrationFactor: Faktor kalibrasi yang digunakan untuk menyesuaikan
- pembacaan sensor TDS agar lebih akurat. Nilai awal adalah 1.0, tetapi bisa diubah melalui proses kalibrasi.
- standardTDS: Nilai TDS standar (dalam ppm) dari larutan kalibrasi yang digunakan untuk menentukan faktor kalibrasi. Dalam kasus ini, larutan standar memiliki TDS sebesar 342 ppm.



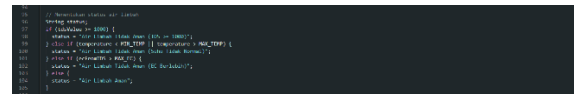
Gambar 8. Coding koneksi IOT

- Pada code setup untuk menghubungkan ke koneksi IOT berupa nama wifi dan sandi untuk terhubung dengan blynk.
- Dan pada code berikutnya untuk menampilkan teks pada LCD oled dengan delay 3 detik.



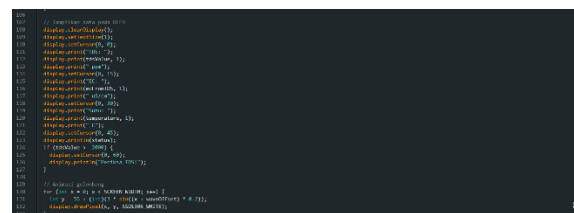
Gambar 9. Coding membaca sensor TDS

- Membaca nilai analog dari TDS sensor.
- Menghitung Electrical Conductivity (EC).
- Konversi ke TDS dalam ppm menggunakan TDS_FACTOR.



Gambar 10. Coding status air

- Menentukan status air limbah jika TDS di atas 1000ppm maka air limbah dinyatakan tidak aman dan jika di bawah 1000ppm air limbah dinyatakan aman.



Gambar 11. Coding tampilan LCD

- Code di atas menampilkan hasil pada LCD oled dan menambahkan animasi gelombang pada LCD oled.

3.3 Testing

hasil pengujian sensor berupa tabel yang telah di uji sesuai interval dan akurasi pada sensor.

Tabel 4. Pengujian nilai rata-rata sensor

Parameter	Kondisi Uji	Hasil Pembacaan	Referensi	Deviasi	Kesimpulan
TDS (mg/L)	500	510	500	2%	Akurat
TDS (mg/L)	1000	980	1000	2%	Akurat
TDS (mg/L)	1500	1520	1500	1.3%	Akurat
TDS (mg/L)	2000	1985	2000	0.75%	Akurat
EC (μS/cm)	1000	1020	1000	2%	Akurat
EC (μS/cm)	2000	1980	2000	1%	Akurat

EC ($\mu\text{S/cm}$)	3000	2950	3000	1.67%	Akurat
EC ($\mu\text{S/cm}$)	4000	4010	4000	0.25%	Akurat
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	10	10.3	10	0.3 $^{\circ}\text{C}$	Akurat
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	25	24.8	25	0.2 $^{\circ}\text{C}$	Akurat
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	50	50.1	50	0.1 $^{\circ}\text{C}$	Akurat

Dengan nilai rata-rata pengukuran hasil nilai sensor diatas, selanjutnya pengukuran dilakukan dengan tambahan interval pada sistem *IOT*.

Tabel 5. Pengujian alat dengan interval pada *IOT*

Parameter	Kondisi Uji	Hasil	Kesimpulan
Pengiriman Data	5 detik interval, 10 menit	Waktu rata-rata: 300 ms, Keberhasilan: 98%	Stabil dan cepat
Visualisasi Data	Real-time	Data tampil dengan jeda 0.5 detik, tanpa error	Dashboard responsif

Pada tampilan gambar di bawah menampilkan para meter sensor dari, sensor TDS dan suhu Pada aplikasi BLYNK.



Gambar 12. Tampilan pada blynk.



Gambar 13. Tampilan alat

- Deviasi Absolut = $|510 - 500| = 10 \text{ mg/L}$
- Deviasi Relatif = $\frac{10}{500} = 0.02$

4. KESIMPULAN

Proyek sistem monitoring kualitas air limbah rumah tangga berbasis IoT menggunakan mikrokontroler ESP32, sensor TDS, dan sensor suhu telah berhasil dirancang dan diuji. Sistem ini mengintegrasikan teknologi Internet of Things untuk memantau parameter kualitas air secara real-time. Data dari sensor ditampilkan melalui layar OLED I2C serta dikirim ke platform Blynk untuk memungkinkan pemantauan jarak jauh.

Hasil yang Diperoleh

1. Keakuratan Sistem

- Hasil pengujian menunjukkan bahwa pembacaan sensor sangat akurat dengan deviasi maksimum kurang dari 2% untuk TDS dan EC, serta kurang dari 0.3 $^{\circ}\text{C}$ untuk suhu air.
- Sistem berhasil memberikan notifikasi dalam waktu kurang dari 2 detik ketika parameter kualitas air melebihi ambang batas yang ditentukan.

2. Kinerja Real-Time

- Data ditampilkan secara real-time dengan jeda waktu visualisasi hanya 0.5 detik tanpa error. Sistem ini sangat responsif dalam memberikan informasi kepada pengguna.

3. Efisiensi Energi

- Konsumsi daya sistem rendah, hanya sebesar 0.8 Watt untuk operasi penuh selama satu jam, menjadikan sistem hemat energi dan cocok untuk penggunaan jangka panjang.

Kelebihan Sistem

- **Efisiensi Pemantauan**
Pengguna dapat memantau kualitas air limbah kapan saja dan di mana saja melalui platform IoT, meningkatkan kesadaran akan penggunaan air bersih dan energi.
- **Desain Kompak dan Modular**
Sistem menggunakan perangkat yang ringan, hemat daya, dan mudah dikalibrasi, membuatnya fleksibel untuk diimplementasikan di berbagai skenario rumah tangga.
- **Kecepatan Notifikasi**
Sistem mampu memberikan peringatan cepat dalam waktu kurang dari 2 detik, mendukung respons segera terhadap pencemaran air.

Kekurangan Sistem

- **Keterbatasan Parameter**
Saat ini, sistem hanya mengukur dua parameter kualitas air, yaitu TDS dan suhu. Parameter lain, seperti pH, kandungan logam berat, atau mikroorganisme, belum diintegrasikan.
- **Ketergantungan pada Internet**
Koneksi Wi-Fi stabil menjadi syarat utama untuk pengoperasian sistem. Di daerah dengan akses internet terbatas, sistem ini mungkin tidak dapat berfungsi optimal.
- **Penggunaan Energi Cadangan**
Sistem tidak memiliki integrasi dengan sumber energi alternatif seperti baterai atau panel surya, yang dapat membatasi penggunaan di lokasi tanpa listrik tetap.

Potensi Pengembangan

1. **Penambahan Sensor**
Mengintegrasikan sensor tambahan untuk pH, Dissolved Oxygen (DO), dan deteksi mikroba untuk meningkatkan cakupan parameter kualitas air.
2. **Penggunaan AI dan Big Data**

- Mengembangkan algoritma berbasis AI untuk mendeteksi pola pencemaran air dan memberikan prediksi tren kualitas air.
- Integrasi dengan cloud untuk penyimpanan dan analisis data dalam skala besar.

3. Desain Hemat Energi

Penambahan panel surya atau modul baterai untuk mendukung sistem di daerah terpencil.

4. Pengembangan Antarmuka

- Membuat antarmuka yang lebih interaktif pada platform Blynk untuk analisis data pengguna.
- Penambahan fitur untuk laporan otomatis tentang kualitas air dalam periode tertentu.

Sistem ini berpotensi menjadi solusi efektif dalam mendukung keberlanjutan lingkungan dan menjaga kesehatan masyarakat melalui pengelolaan air limbah yang lebih baik.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada para pihak yang telah membantu dan membimbing penelitian dan pembaca yang telah memberikan perhatian, kritik, dan saran yang membangun terhadap jurnal ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada pihak-pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan alat, termasuk para dosen pembimbing dan pihak lain yang memberikan dukungan teknis maupun nonteknis.

Kami juga menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak penerbit yang telah memberikan kesempatan untuk mempublikasikan jurnal ini, serta kepada seluruh pihak yang terlibat dalam proses penerbitan, mulai dari tahap review hingga distribusi. Semoga karya ini dapat memberikan manfaat bagi banyak pihak dan menjadi kontribusi yang berarti bagi perkembangan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar, Muhammad, and R. I. Borman, "Otomatisasi Pemupukan Sayuran Pada Bidang Hortikultura Berbasis Mikrokontroler Arduino" in Teknik dan Sistem Komputer, 2021, pp. 15-20.
- [2] P. Raharjo, "Sistem Penyiraman Otomatis Menggunakan RTC (Real Time Clock) Berbasis Mikrokontroler Arduino Mega 2560 pada Tanaman Mangga Harum Manis Buleleng Bali" in Jurnal SPEKTRUM, Vol. 8 No. 1, 2023, pp. 143-147.
- [3] Kristiyanti, D. R., Wijayanto, A., & Aziz, A. (2022). Sistem Monitoring Suhu dan Kelembaban pada Budidaya Jamur Tiram Berbasis Internet of Things Menggunakan MQTT dan Telegram BOT. Adopsi Teknologi dan Sistem Informasi (ATASI), 1(1), 61-73.
- [4] Nugraha, G., Purnama, A. T., & Rizky, A. A. (2022). Rancang Bangun Alat Handrub Otomatis dan Cek Suhu Tubuh Terhubung ke Telegram di Puskesmas Sawahlega. JIPI (Jurnal Ilmiah Penelitian dan Pembelajaran Informatika), 7(1).
- [5] Rikanto, T., & Witanti, A. (2021). Sistem Monitoring Kualitas Kekerusuhan Air Berbasis Internet of Thing. Jurnal Fasilkom, 11(2).
- [6] Setyawan, R., Amrita, A. A. N., & Saputra, K. O. (2021). Rancang Bangun Sistem Penampungan Air Menggunakan Tandon Atas Secara Otomatis Berbasis Mikrokontroler. Jurnal SPEKTRUM, 8(1).
- [7] Ridho, Eddy, Andari, and ratna. "Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan logika Fuzzy dengan Teknologi Internet of Things Berbasis ESP8266 dan Aplikasi Blynk" in Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan (JITET), Vol. 12 No. 2, 2024, pp. 862- 868.
- [8] Doni R & Rahman M. "Sistem Monitoring Tanaman Hidroponik Berbasis Iot (Internet of Thing) Menggunakan Nodemcu ESP8266" in Jurnal Sains Komputer & Informatika, Indonesia, 2020.
- [9] Putri, D. D., Nama, G. F., & Sulistiono, W.E (2022). Analisis Sentimen Kinerja Dewan Perwakilan Rakyat (DPR) pada Twitter Menggunakan Metode Naive Bayes Classifier. Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan, 10(1).
- [10] Alfonsius, E., Kalengkongan, W. W., & Ngangi, S. C. W. (2024). Sistem Monitoring Dan Kontroling Prototype Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis IoT (Internet OfThings). Jurnal Teknoinfo, 18(1), 44-55.
- [11] Riantama, R. A., & Fatimah, T. (2022, September). Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Ikan Otomatis Menggunakan ESP32CAM Berbasis Web. Prosiding Seminar Nasional Mahasiswa Fakultas Teknologi Informasi (SENAFTI), 1(1), 724-733.
- [12] Amertha, J. S. B. L. P., Hartati, S. R., & Sudarma, M. (2022). Sistem Monitoring dan Kontrol Tangki Air Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Bot Telegram. Majalah Ilmiah Teknologi Elektro, 21(2).