

IMPLEMENTASI SISTEM PEMANTAUAN TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS IOT MENGGUNAKAN METODE KLASIFIKASI KNN

Aditya Satriyo Wibisono¹⁾, Norma Ningsih²⁾, dan Afifah Dwi Ramadhani³⁾

¹⁾Jurusan Teknologi Rekayasa Internet, Politeknik Elektronika Negeri Surabaya
E-mail: adityasatriyo777@iet.student.pens.ac.id

Abstract

This project displays a hydroponic plant monitoring system that uses an ESP32 microcontroller with a range of sensors—including TDS, pH, light, temperature, humidity, and water level—to keep an eye on environmental conditions. The data collected is processed and shared through platforms like Blynk, Telegram, and a simple 16x2 I2C LCD display. To predict how healthy the plants are, the system uses the K-Nearest Neighbors (KNN) algorithm based on the real-time sensor data, helping users keep conditions just right. Tests with five different data setups showed that the sensors are pretty accurate: HC-SR04 at 90.9%, DHT11 temperature at 99.29%, DHT11 humidity at 90.32%, and BH1750 at 98.84%. The TDS sensor needs calibration using a 1382 ppm solution before use. When connected to a 46 Mbps network, the data takes about 1.4 to 2.1 seconds to travel from the system to the user interface. Overall, this setup provides dependable, real-time environmental monitoring combined with smart analysis, making it a helpful tool for hydroponic farming.

Keywords: *ESP32, hydroponics, machine learning.*

PENDAHULUAN

Pertanian modern terus berkembang, terutama dengan pemanfaatan teknologi informasi dan komunikasi. Salah satu metode bercocok tanam yang sedang populer saat ini adalah hidroponik, di mana tanaman ditanam tanpa menggunakan tanah. Sebagai gantinya, tanaman tumbuh dalam larutan nutrisi yang menjadi sumber utama unsur hara (Wibowo et al., 2022; Rachim et al., 2024).

Agar budidaya hidroponik berhasil, kualitas dan kestabilan larutan nutrisi sangat penting untuk dijaga, begitu juga dengan kondisi lingkungan seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, pH, TDS (Total Dissolved Solids), dan tingkat larutan nutrisi itu sendiri (Kurniawati et al., 2015; Handayani & Muhidin, 2022; Ratna et al., 2023). Oleh karena itu, dibutuhkan sistem pemantauan yang dapat memberikan data secara langsung dan akurat, sehingga pertumbuhan tanaman bisa berjalan secara optimal.

Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) membuka banyak peluang dalam menciptakan sistem monitoring otomatis yang lebih efisien (Herman et al., 2019; Fadillah et al., 2023). Salah satu perangkat yang sering dipilih untuk keperluan ini adalah ESP32, karena

dilengkapi dengan konektivitas Wi-Fi dan kemampuan pemrosesan data yang cukup mumpuni (Albert et al., 2023; Dipayasa et al., 2025).

Data yang lengkap dan akurat dapat dikumpulkan melalui penggunaan sensor-sensor tersebut (Wati & Sholihah, 2021; Dinambar et al., 2017; Sobari et al., 2021). Data tersebut kemudian dikirim ke platform Blynk agar dapat divisualisasikan dengan mudah, dan juga ke Telegram Bot agar pengguna bisa menerima notifikasi langsung (Rachim et al., 2024; Fadillah et al., 2023).

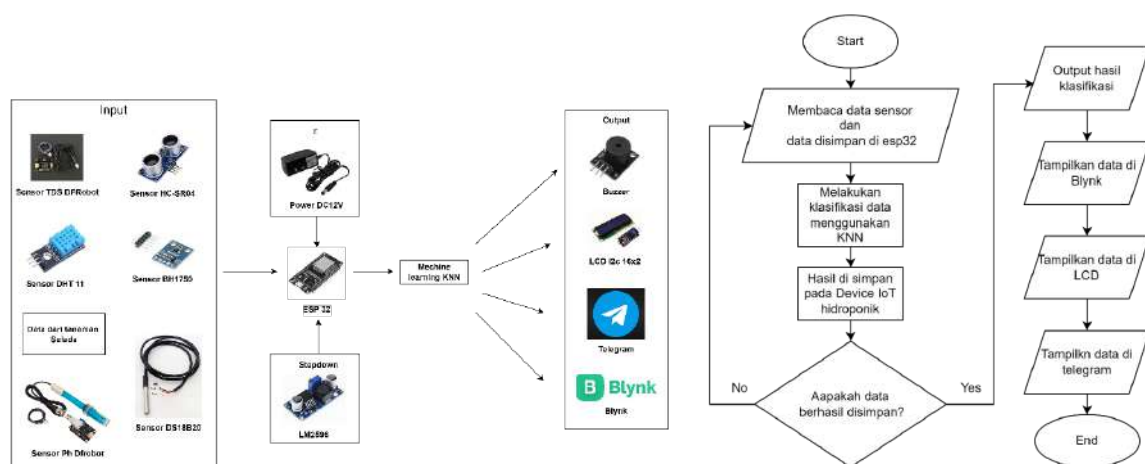
Dengan cara ini, pengguna bisa memantau kondisi sistem dari jauh dengan lebih praktis dan nyaman. Selain memantau kondisi sistem, analisis prediktif juga penting untuk menentukan apakah keadaan sistem hidroponik termasuk baik, kurang baik, atau buruk (Adidrana & Surantha, 2019; Albert et al., 2023).

Untuk membantu analisis ini, penelitian ini menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) sebagai metode klasifikasi berbasis data sensor. Pilihan algoritma ini didasarkan pada kemampuannya dalam memproses data numerik secara efisien dan kemudahan penggunaannya dalam sistem embedded (Adidrana & Surantha, 2019; Dipayasa et al., 2025; Albert et al., 2023). Sistem ini juga dilengkapi dengan fitur kalibrasi agar pengukuran pH dan TDS menjadi lebih akurat (Wati & Sholihah, 2021; WP et al., 2022).

METODE PENELITIAN

Desain Sistem dan Flowchart Sistem

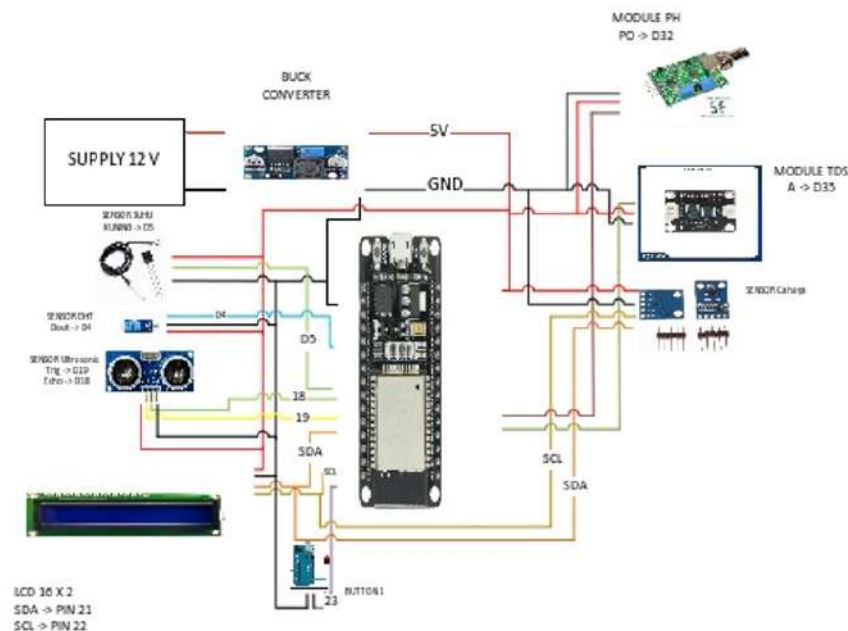
Desain sistem atau flowchart sistem menggambarkan cara kerja sistem dalam melakukan monitoring dan automasi pada alat Smart hidroponik. Berikut adalah gambaran desain system dan flowchart system:



Gambar 1. Desain Sistem dan Flowchart sistem

Perancangan Sistem

Pengimplementasian perangkat keras didasarkan pada perancangan sistem yang sesuai dengan perancangan Implementasi akhir perangkat keras sistem monitoring dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini:



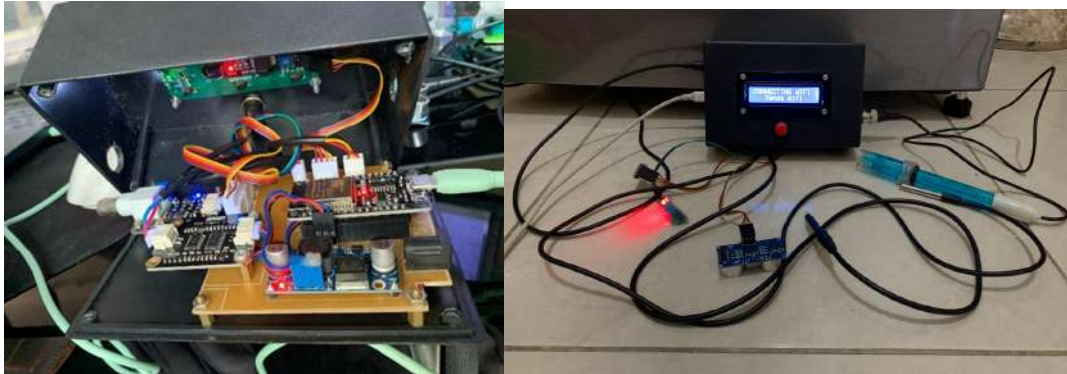
Gambar 2. Perancangan Sistem

Dalam penelitian ini, sistem monitoring hidroponik wick dibangun menggunakan mikrokontroler ESP32 yang menjadi pusat pengendali utama. Untuk memantau kondisi, digunakan beberapa sensor seperti DHT11 untuk mengukur suhu dan kelembaban udara, BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, DS18B20 untuk memantau suhu air nutrisi, HC-SR04 sensor ultrasonik yang berfungsi untuk mendeteksi tinggi ketinggian air serta dilengkapi juga dengan buzzer yang dimana pada saat ketinggian air kurang dari 3,5 cm buzzer akan berbunyi, serta sensor pH dan TDS untuk mengevaluasi kualitas larutan nutrisi. Sistem ini juga dilengkapi dengan layar LCD I2C untuk menampilkan data secara langsung, dan modul Wi-Fi ESP32 yang terhubung ke platform Blynk dan Telegram Bot agar pengguna bisa melihat data dan menerima notifikasi secara real-time.

Sensor pH dan TDS dilengkapi dengan fitur kalibrasi manual yang bisa dilakukan menggunakan tombol fisik, yang terhubung ke pin GPIO di ESP32. Saat tombol tersebut ditekan, sistem akan masuk ke mode kalibrasi, dan nilai faktor koreksi yang diperlukan akan disimpan ke memori SPIFFS, sehingga pengaturan tersebut tetap tersimpan meskipun perangkat dimatikan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Rancangan Perangkat Keras (Hardware)

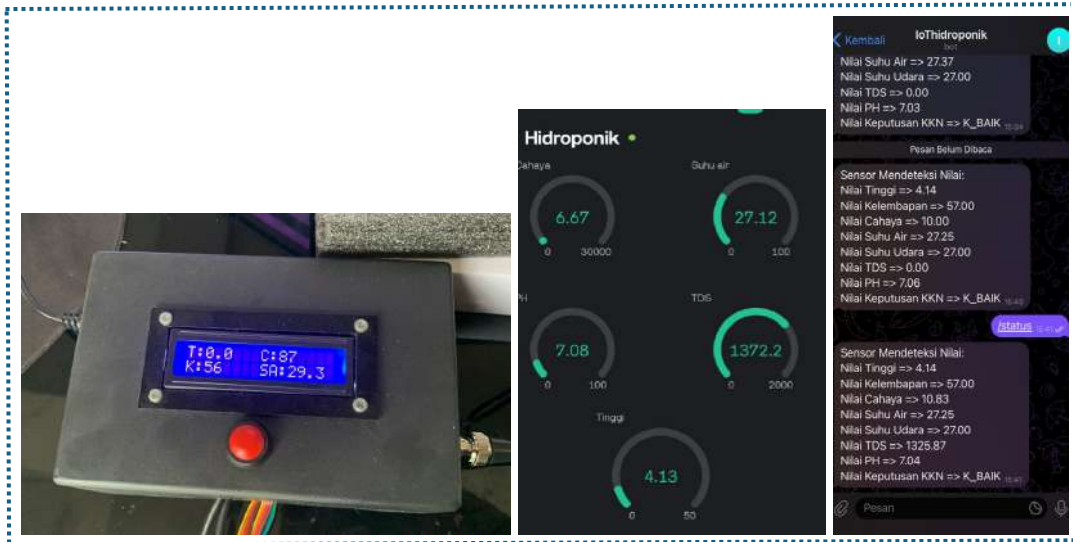


Gambar 3. Hasil Rancangan

Hasil Rancangan Perangkat Lunak (Software)

Sistem monitoring hidroponik wick ini dilengkapi dengan perangkat lunak yang memantau data sensor, memproses informasi tersebut, mengklasifikasikannya menggunakan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN), dan menampilkan serta mengirimkan informasi ke pengguna melalui berbagai platform. Mikrokontroler ESP32 diprogram menggunakan bahasa C++ di lingkungan Arduino IDE. Ada 2 proses pada program ini yaitu:

1. Inisialisasi dan Pengendalian Perangkat, sistem mulai menjalankan programnya dengan memanggil fungsi `setup()`. Di situ, berbagai komponen diinisialisasi, seperti komunikasi serial, LCD yang menggunakan I2C, sensor-sensor seperti DHT11, BH1750, DS18B20, HC-SR04, pH, dan TDS. Selain itu, sistem juga mengatur koneksi Wi-Fi dan sinkronisasi waktu melalui NTP untuk multi-tasking menggunakan `xTaskCreatePinnedToCore()` guna menjalankan beberapa proses secara bersamaan, tanpa gangguan misalnya pembacaan sensor dan koneksi Blynk dan telegram.
2. Komunikasi dan Notifikasi, Pada Blynk digunakan untuk menampilkan data secara visual dalam bentuk dashboard melalui koneksi Wi-fi, untuk Telegram Bot digunakan sebagai pengiriman notifikasi secara langsung ke aplikasi Telegram dengan menggunakan library `UniversalTelegramBot`, dan untuk `bot.sendMessage(chat_id, data, "")` digunakan sebagai pengiriman ringkasan data sensor beserta hasil klasifikasi KNN.



Gambar 4. (a)

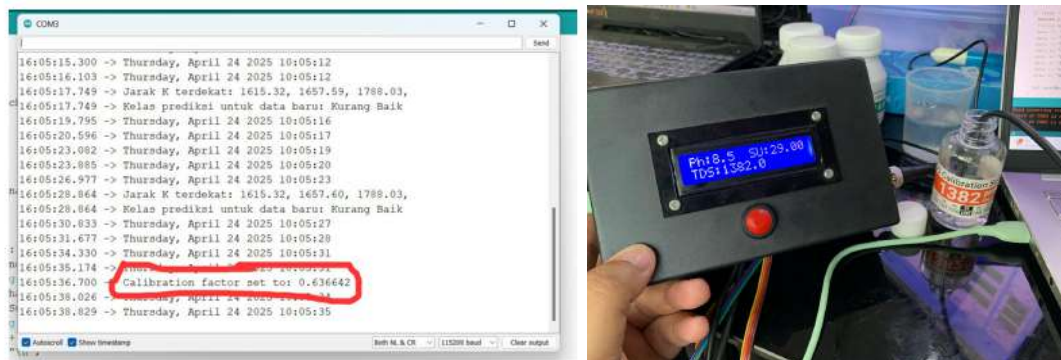
Gambar 6. (b)

Gambar 7. (c)

Pada Gambar 4. (a) Output Data Sensor pada LCD I2C 16x2, lalu Gambar 5. (b) adalah Output Data Sensor pada Blynk IoT, dan Gambar 6. (c) adalah Output Data Sensor pada Telegram.

Kalibrasi pada Sensor TDS

Untuk kalibrasi pada Sensor TDS dilakukan secara manual dengan cara menekan (c) pada serial monitor pada Software Arduino IDE lalu Sensor akan secara otomatis mengkalibrasi nilai yang sesuai pada cairan kalibrasi TDS 1382.



Gambar 7. Proses Pengujian kalibrasi pada Sensor TDS

Kalibrasi pada Sensor pH

Pada proses kalibrasi sensor pH dengan cara manual yakni menekan botton merah lalu probe diletakkan ke cairan pH kalibrasi (pH 4.01, 6.86, dan 918), lalu tekan botton merah lagi ketika kalibrasi telah selesai.



Gambar 8. Proses Pengujian kalibrasi pada Sensor pH

Pengujian Sistem

Pengujian sistem ini menunjukkan bahwa seluruh komponen hardware dan software telah terintegrasi dengan baik. Sistem mampu membaca data secara akurat dari sensor DHT11 (suhu dan kelembaban), BH1750 (cahaya), DS18B20 (suhu air), ultrasonik HC-SR04 (tinggi larutan), serta sensor pH dan TDS. Data yang terbaca kemudian diproses menggunakan algoritma KNN untuk mengklasifikasikan kondisi sistem hidroponik ke dalam tiga kategori: baik, kurang baik, atau buruk. Hasil monitoring ditampilkan secara real-time melalui LCD I2C, dikirim ke platform Blynk untuk visualisasi data, lalu notifikasi melalui Telegram Bot, yang menunjukkan bahwa sistem dapat berfungsi secara efektif untuk mendukung monitoring hidroponik secara otomatis dari jarak jauh.



Gambar 9. Pengujian Sistem

Penerapan Algoritma KNN

Pada tahap ini, algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) diterapkan pada sistem hidroponik berbasis IoT untuk mengklasifikasikan kondisi ideal tanaman selada berdasarkan parameter yang diukur oleh sensor. Data yang digunakan meliputi nilai cahaya, suhu udara, kelembapan udara, TDS, suhu air dan pH yang dikumpulkan melalui sensor dan dikirim ke mikrokontroler ESP32.

Hasil Klasifikasi dan Pengujian

Setelah algoritma KNN diterapkan, sistem dapat mengklasifikasikan kondisi nutrisi tanaman selada ke dalam tiga kategori utama yaitu Baik, Kurang baik, dan Buruk.

Tabel 1
Pengujian Sensor dan Hasil Klasifikasi KNN dan Pengujian

No	Cahaya (lux)	Suhu Udara (°C)	Kelembaban (%)	TDS (ppm)	Suhu Air (°C)	pH	Prediksi KNN (LCD)	Label Sebenarnya	Benar/Salah
1	2852	29	77	821	27	8.1	K_BAIK (1)	K_BAIK (1)	Benar
2	3112	30	78	862	28	8.0	K_BAIK (1)	K_BAIK (1)	Benar
3	3421	31	82	811	26	8.2	K_BAIK (1)	K_BAIK (1)	Benar
4	2652	28	78	822	27	7.9	K_BAIK (1)	K_BAIK (1)	Benar
5	2963	29	79	812	28	8.0	K_BAIK (1)	K_BAIK (1)	Benar

SIMPULAN

Sistem monitoring hidroponik berbasis IoT ini sukses menggabungkan mikrokontroler ESP32 dan berbagai sensor seperti DHT11 untuk suhu dan kelembaban, DS18B20 untuk suhu air, BH1750 untuk mengukur intensitas cahaya, ultrasonik HC-SR04 untuk mengukur tinggi larutan, serta sensor pH dan TDS untuk memantau kondisi lingkungan dan nutrisi secara langsung. Data yang dikumpulkan ditampilkan lewat layar LCD I2C, aplikasi Blynk, dan juga dikirimkan sebagai notifikasi ke Telegram, sehingga pengguna bisa dengan mudah memantau sistem dari jauh. Selain itu, sistem ini dilengkapi dengan algoritma K-Nearest Neighbors (KNN) yang membantu mengklasifikasi kondisi hidroponik ke dalam tiga kategori: baik, kurang baik, atau buruk, berdasarkan data sensor yang sudah dikumpulkan. Sensor pH dan TDS juga sudah dikalibrasi agar pembacaan nilai nutrisi lebih akurat, dan hasil kalibrasi ini disimpan di memori SPIFFS supaya tetap tersimpan saat perangkat dinyalakan ulang. Secara keseluruhan, sistem ini menyediakan info secara otomatis dan tepat guna, membantu memastikan tanaman tumbuh optimal dalam sistem hidroponik yang dikelola dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Adidrana, D., & Surantha, N. (2019). *Hydroponic nutrient control system based on Internet of Things and K-Nearest Neighbors*. IEEE Xplore. <https://doi.org/10.1109/IC3INA48034.2019.8949585>
- Albert, M. C., Hans, H., Karteja, H., & Widiyanto, M. H. (2023). Development of hydroponic IoT-based monitoring system and automatic nutrition control using KNN. *In 2023*

- International Conference on Computer Science, Information Technology and Engineering (ICCoSITE)* (pp. 974–979). IEEE.
<https://doi.org/10.1109/ICCoSITE58498.2023.10178136>
- Dipayasa, I. G. M. A., Diaz, R. A. N., & Upadani, I. G. A. W. (2025). Smart hidroponik dengan IoT menggunakan KNN untuk monitoring nutrisi tanaman bayam. *In Seminar Hasil Penelitian Informatika dan Komputer (SPINTER)* (Vol. 2, No. 1, pp. 157–162). Institut Teknologi dan Bisnis STIKOM Bali.
- Dinambar, B. P., Sari, D. P., & Irdyanti, Y. (2017). Analysis of the measurement of pH levels and levels of water clarity on the ship's robot. *VOLT: Jurnal Ilmiah Pendidikan Teknik Elektro* , 2 (2), 133–142.
- Fadillah, F., Buaton, R., & Ramadani, S. (2023). IoT-based hydroponic plant monitoring system. *Jurnal Artificial Intelligence Engineering Application* , 3 (1), 38–43.
<https://doi.org/10.59934/jaiea.v3i1.255>
- Herman, H., Adidrana, D., Surantha, N., & Suharjito, S. (2019). Hydroponic nutrient control system based on internet of things. *CommIT (Communication and Information Technology) Journal* , 13 (2), 105–111.
- Handayani, M., & Muhidin. (2022). Sistem pengendali nutrisi dan pH air pada tanaman hidroponik selada. *JuTEkS (Jurnal Teknik Elektro dan Sains)* , 9 (2), 1–8.
<https://jurnal.untirta.ac.id/index.php/juteks/article/view/13505>
- Kurniawati, S., Suryadi, D., & Yulianti, E. (2015). Pengaruh suhu dan kelembaban terhadap pertumbuhan tanaman selada hidroponik. *Jurnal Pengolahan Tanaman* , 6 (1), 112–118. <https://jptam.org/index.php/jptam/article/view/14897>
- Rachim, J. J. D., Molenaar, R., & Wullur, H. (2024). Mengaplikasikan model IoT (Internet of Things) pertanian dalam memantau kualitas air dan kelembaban pada tanaman hidroponik sistem wick berbasis Android. *Jurnal Teknologi Pertanian* , 15 (1), 44–54. <https://journal.unej.ac.id/index.php/jtekpi/article/view/28584>
- Ratna, S., Nasution, M. I., & Nasution, N. (2023). Monitoring kualitas air dan kadar nutrisi tanaman hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). *Technologia: Jurnal Ilmiah* , 14 (4), 449–456. <https://technologia.id/index.php/technologia/article/view/511>
- Sobari, E., Vernanda, D., Purnawan, N. N., Apandi, T. H., & Aris, M. A. (2021). The performances of environmental control systems to hydroponics agriculture based on microcontroller. *J. Telecommun., Electron. Comput. Eng. (JTEC)* , 13 (1), 37–43.
- Wati, D. R., & Sholihah, W. (2021). Pengontrol pH dan nutrisi tanaman selada pada hidroponik sistem NFT berbasis Arduino. *Teknik Komputer, Sekolah Vokasi, IPB Univ.* , 7 (1), 12–21. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jurnaltk/article/view/33501>
- Wibowo, A. S., Suprianto, A. N., & Al-Iksan, Y. E. (2022). Teknik budidaya hidroponik dengan sistem wick. *Science Contribution to Society Journal* , 2 (2), 13–18.
<https://scsjournal.org/index.php/scsjournal/article/view/142>
- WP, P. N. S., Nama, G. F., & Komarudin, M. (2022). Sistem pengendalian kadar pH dan penyiraman tanaman hidroponik model wick system. *Jurnal Informatika dan Teknik Elektro Terapan* , 10 (1), 1–10. <https://ejournal.itelkom-purwokerto.ac.id/index.php/JITEE/article/view/2959>