JURNAL PENGEMBANGAN POTENSI LABORATORIUM

Vol. 5, No. 1, Februari 2026
E-ISSN : 2828-5204 | P-ISSN : 2828-4895
DOI : 10.25047/plp.v5i1.6556

Perancangan dan Implementasi Sistem Deteksi Sumbatan Otomatis pada Greenhouse dengan Instalasi Aeroponik Berbasis *Internet of Things* (IoT) sebagai Penunjang Praktikum di Laboratorium Teknik Tata Air

Design and Implementation of an Automatic Blockage Detection System in Greenhouses with Internet of Things (IoT)-Based Aeroponic Installations to Support Practical Work in Water Management Engineering Laboratories

Dimas Sujono Putro[1*], Mirma Prameswari[2], Audina Uffila Dewi[3], Miftahul Huda[4], Hendro Agus[5], Rorintha Pecky Nindyawati [6]

[1,3,4,5]Jurusan Teknologi Pertanian, Politeknik Negeri Jember
[2,6]UPA Biosain, Politeknik Negeri Jember
*p3m@polije.ac.id

ABSTRAK

Metode pertanian kontemporer yang dikenal sebagai aeroponik memungkinkan tanaman tumbuh tanpa media tanah, dengan penyemprotan larutan nutrisi langsung ke akar. Salah satu masalah utama dengan aeroponik adalah kemungkinan terjadi sumbatan pada saluran distribusi nutrisi, yang dapat mengganggu pertumbuhan tanaman. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengembangkan dan menerapkan sistem deteksi sumbatan otomatis yang bergantung pada *Internet of Things* (IoT) pada fasilitas budidaya aeroponik. Sistem yang dikembangkan menggunakan sensor aliran dan tekanan untuk memantau aliran larutan nutrisi dalam waktu nyata. Mikrokontroler ESP32 mengirimkan data ke platform IoT seperti Blynk atau ThingsBoard. Jika ada sumbatan yang menyebabkan anomali aliran, pesan akan dikirim. Dalam penelitian ini, luaran yang ditargetkan adalah alat deteksi sumbatan yang digunakan untuk kebutuhan praktikum mahasiswa Keteknikan Pertanian. Berdasarkan temuan peneliti terdahulu, dapat disimpulkan bahwa penyumbatan nozzle terjadi karena sumbatan partikel. Partikel kecil nutrisi ab-mix menggumpal dan menumpuk di area nozzle, menyebabkan penyumbatan. Dengan sensor yang berbasis IoT yang menggunakan ESP32, android dapat menerima pemberitahuan dari jarak jauh. Jika terjadi sumbatan pada nozzle, akan ada pemberitahuan "Sumbat Nutrisi Kurang", dan jika tidak, akan ada pemberitahuan "Deras Nutrisi Cukup". Untuk tanaman selada, sistem penyumbatan nozzle dan kontrol jarak jauh berbasis IoT berfungsi dengan baik dan memberikan notifikasi 2,5 detik untuk setiap penyumbatan nozzle. Sensor pendeteksi penyumbatan nozzle memantau efektifitas nozzle secara real-time dengan akurasi 80% dan memastikan penggunaan air konstan dengan tekanan 0,2 bar. Sistem panen selada aeroponik dengan sensor penyumbatan nozzle meningkatkan hasil panen, dengan HS 28 dan bobot selada 100 gram hingga 200 gram per batang.

Kata kunci — Aeroponik, Internet of Thing (IoT), ESP32.

ABSTRACT

Contemporary farming methods known as aeroponics allow plants to grow without soil by spraying nutrient solutions directly onto the roots. One of the main problems with aeroponics is the possibility of blockages in the nutrient distribution channels, which can interfere with plant growth. The purpose of this study is to develop and implement an automatic blockage detection system based on the Internet of Things (IoT) in aeroponic cultivation facilities. The developed system uses flow and pressure sensors to monitor the flow of nutrient solution in real time. The ESP32 microcontroller sends data to IoT platforms such as Blynk or ThingsBoard. If a blockage causes a flow anomaly, a message is sent. In this study, the targeted output is a blockage detection tool used for the practical needs of Agricultural Engineering students Based on previous researchers' findings, it can be concluded that nozzle clogging occurs due to particle blockages. Small particles of ab-mix nutrients clump together and accumulate in the nozzle area, causing blockages. With an IoT-based sensor using ESP32, android devices can receive notifications remotely. If there is a blockage in the nozzle, there will be a notification saying "Nutrient Blockage", and if not, there will be a notification saying "Sufficient Nutrient Flow". For lettuce plants, the nozzle blockage system and IoT-based remote control work well and provide notifications 2.5 seconds after each nozzle blockage. The nozzle clogging detection sensor monitors nozzle effectiveness in real-time with 80% accuracy and

OPEN ACCESS

© 2025. Dimas Sujono Putro, Mirma Prameswari, Audina Uffila Dewi, Miftahul Huda, Hendro Agus, Rorintha Pecky Nindyawati

Creative Commons
Attribution 4.0 International License

ensures constant water usage at 0.2 bar pressure. The aeroponic lettuce harvesting system with a nozzle clogging sensor increases crop yield, with HS 28 and lettuce weight ranging from 100 grams to 200 grams per stem.

Keywords — *Aeroponik , Internet of Thing (IoT), ESP32.*

1. Pendahuluan

Salah satu inovasi teknologi pertanian kontemporer yang dikenal sebagai aeroponik memungkinkan pertumbuhan tanaman tanpa menggunakan media tanah. Sistem ini memanfaatkan semprotan larutan nutrisi langsung ke akar tanaman yang tergantung di udara, menghemat air dan nutrisi, meningkatkan pertumbuhan tanaman, dan mengurangi risiko penyakit tanaman yang disebabkan oleh media tanam.

Namun, sistem aeroponik sangat bergantung pada distribusi larutan nutrisi yang lancar. Sumbatan pada nozzle atau saluran distribusi adalah masalah yang sangat umum. Hal ini dapat disebabkan oleh partikel padat, endapan mineral, atau biofilm yang dihasilkan oleh pertumbuhan mikroorganisme. Sumbatan ini dapat menghambat aliran nutrisi dan menyebabkan stres atau bahkan kematian tanaman jika tidak ditemukan segera. Dalam laboratorium pendidikan seperti Laboratorium Teknik Tata Air, kekurangan waktu dan sumber daya manusia untuk memantau sistem secara manual dapat dengan cepat meningkatkan dampak dari sumbatan yang tidak terdeteksi.

Kondisi ini membuat sistem monitoring otomatis sangat penting untuk mendeteksi gangguan aliran nutrisi segera. Deteksi dini ini akan sangat membantu dalam menjaga stabilitas lingkungan tumbuh tanaman dan mengurangi risiko kegagalan panen. Sistem seperti ini juga dapat digunakan sebagai media pembelajaran berbasis teknologi dalam dunia akademik dan pendidikan vokasi untuk meningkatkan pemahaman tentang penerapan IoT dalam dunia pertanian kontemporer.

Bidang pertanian mulai menggunakan teknologi *Internet of Things* (IoT), terutama sistem aeroponik dan hidroponik. Dengan teknologi ini, monitor sensor dapat diintegrasikan dengan sistem komunikasi dan pengolahan data untuk memberikan umpan balik kepada pengguna secara real-time. IoT memungkinkan pemantauan lingkungan yang akurat, efektif, dan terus-menerus, yang memungkinkan intervensi cepat jika ada anomali dalam sistem.

Hingga saat ini, kebanyakan penggunaan *Internet of Things* untuk sistem aeroponik terbatas pada pemantauan parameter lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan pH larutan nutrisi. Tidak banyak penelitian yang berfokus pada masalah menemukan sumbatan pada saluran distribusi nutrisi, padahal ini adalah salah satu penyebab utama gagalnya sistem aeroponik berfungsi dengan baik.

Sistem aeroponik membutuhkan pengaturan distribusi nutrisi yang teratur, kebersihan saluran, dan tekanan air. Tanpa sistem pemantauan yang handal, masalah sumbatan seringkali bersifat internal dan tidak dapat diprediksi. Kejadian sumbatan sering terjadi karena penumpukan partikel mineral dari pupuk cair, lendir dari akar tanaman, atau bahkan gangguan mikroorganisme, bahkan dalam kondisi laboratorium yang relatif terkendali. Jika kondisi ini tidak ditemukan segera, dapat menyebabkan distribusi nutrisi menjadi tidak merata atau bahkan terhenti, yang pada akhirnya akan berdampak pada kesehatan dan hasil panen tanaman.

Kondisi ini menjadi semakin penting untuk lembaga pendidikan vokasi seperti Politeknik Negeri Jember khususnya pada Laboratorium Teknik Tata Air, di mana aeroponik digunakan sebagai media aktif dalam pembelajaran. Tidak selalu dosen dan teknisi laboratorium memiliki waktu atau alat untuk memantau kondisi sistem setiap saat, ini berlaku terutama ketika praktikum dilakukan oleh banyak kelompok secara bersamaan. Ketika sumbatan tidak diidentifikasi, siswa seringkali tidak dapat menyelesaikan praktikum dengan hasil yang baik, yang mengurangi efisiensi pembelajaran.

Selain itu, kurangnya penelitian dan kemajuan dalam alat deteksi sumbatan pada sistem aeroponik skala laboratorium menunjukkan adanya celah penelitian yang belum terselesaikan. Saat ini, sebagian besar alat yang tersedia dirancang untuk skala industri atau pertanian komersial yang kompleks dan mahal. Akibatnya, mereka tidak cocok untuk digunakan dalam lingkungan laboratorium pendidikan. Padahal, kendala teknis seperti ini dapat menjadi titik awal yang ideal untuk penerapan teknologi berbasis *Internet of Things* (IoT) dalam bidang pendidikan vokasi.

Alat deteksi sumbatan dapat dirancang dengan menggunakan pendekatan IoT, yang menggunakan kombinasi sensor hujan sebagai sensor pendeteksi kelembapan dan sumbatan pada nozzle, yang terintegrasi dalam sistem yang sederhana dan mudah digunakan. Sistem ini dapat merekam dan mengolah laju aliran nutrisi secara real-time. Sistem akan mengirimkan notifikasi secara otomatis ke pengguna melalui jaringan internet ketika terjadi perubahan penting, seperti penurunan tekanan atau laju aliran yang tiba-tiba. Oleh karena itu, intervensi dapat dilakukan dengan cepat tanpa harus menunggu pemeriksaan manual yang sering tertunda.

Integrasi sistem deteksi ini dengan aplikasi berbasis internet juga memungkinkan pemantauan data historis, yang memungkinkan pengguna menganalisis tren dan menemukan pola sumbatan berulang. Ke depan, jadwal pemeliharaan yang lebih tepat waktu dapat dibuat dengan bantuan data ini.

Sistem ini memiliki nilai pedagogis yang tinggi selain menyelesaikan masalah teknis. Mahasiswa dapat melihat langsung bagaimana sensor berfungsi, pemrosesan data digital, dan pengiriman data melalui jaringan *Internet of Things*. Ini akan sangat mendukung upaya pemerintah untuk merevitalisasi pendidikan vokasi berbasis teknologi.

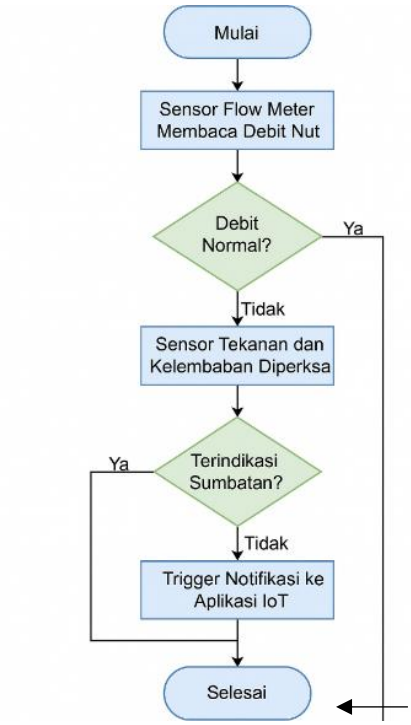
Dengan latar belakang tersebut, maka perancangan dan implementasi sistem deteksi sumbatan otomatis berbasis IoT dalam instalasi aeroponik laboratorium menjadi sangat penting, baik sebagai solusi teknis maupun media pembelajaran inovatif.

Penelitian ini memiliki rencana jangka panjang berfokus pada pengembangan teknologi pertanian presisi dan pembelajaran melalui penggunaan teknologi *Internet of Things* (IoT) dalam alat deteksi sumbatan pada sistem aeroponik. Produk berbasis IoT untuk pendidikan dan industri dapat dijual mulai dari perancangan awal hingga pengajuan hak paten.

2. Metodologi

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen terapan yang berfokus pada pengembangan sistem deteksi sumbatan otomatis pada instalasi aeroponik berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini dirancang untuk mendukung kegiatan praktikum mahasiswa di Laboratorium Teknik Tata Air, khususnya dalam memahami penerapan teknologi digital pada sistem irigasi modern. Metodologi penelitian mulai dari persiapan alat dan bahan, selanjutnya tahap perencanaan untuk membuat sistem deteksi sumbatan otomatis pada instalasi aeroponik berbasis IoT memiliki beberapa aspek yakni dimensi greenhouse tipe aeroponik, pemilihan material seperti besi siku untuk bangunan dan pipa pvc untuk instalasi aeroponik serta metode pengontrolan menggunakan ESP32 yang mampu mengirimkan data secara real-time. Selanjutnya proses implementasi sistem dan juga proses pengujian alat.

Proses pengujian alat ini dilakukan untuk mengetahui performa alat deteksi sumbatan serta kemampuan memberikan peringatan dini pada pengguna, hal yang dilakukan untuk pengujian alat seperti simulasi kondisi normal dan tersumbat, pengukuran akurasi sensor, uji notifikasi aplikasi blynk serta analisis data hasil pengujian membandingkan data sensor pada kondisi normal dan sumbat serta evaluasi waktu respond an tingkat keberhasilan sistem dalam memberikan peringatan. Diagram alir penelitian menggambarkan proses kerja sistem deteksi sumbatan otomatis pada instalasi aeroponik berbasis IoT.



Gambar 1. Flowchart

3. Pembahasan

Penelitian menunjukkan bahwa sistem deteksi sumbatan pada instalasi aeroponik yang bergantung pada *Internet of Things* (IoT) dapat dengan mudah menemukan gangguan aliran nutrisi pada nozzle secara real-time. Kemampuan komputasi cepat, konektivitas Wi-Fi terintegrasi, dan dukungan terhadap berbagai sensor digital dan analog menunjukkan bahwa penggunaan mikrokontroler ESP32 sebagai unit kontrol utama sangat efektif.

Sebagaimana ditunjukkan oleh hasil pengujian, keterlambatan pengiriman data terjadi ketika koneksi internet lemah, kinerja sistem monitoring ini sangat bergantung pada stabilitas jaringan internet. Namun, waktu respons sistem rata-rata antara 2,5 dan 5 detik dalam kondisi jaringan yang stabil, yang menunjukkan bahwa sistem ini termasuk dalam kategori sangat cepat dan responsif untuk sistem monitoring berbasis *Internet of Things* yang digunakan dalam industri pertanian.

Perubahan aliran nutrisi dapat dideteksi oleh sensor penyumbatan dengan akurasi hingga 80%. Akurasi tinggi ini menunjukkan bahwa sensor dan sistem kalibrasi bekerja dengan baik, dan mikrokontroler dapat dengan mudah membaca sinyal analog yang dihasilkan sensor. Hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa sensor analog-digital dan sistem IoT memiliki tingkat kepercayaan tinggi untuk mendeteksi gangguan dalam sistem irigasi otomatis (Rahman et al., 2023). Penurunan akurasi biasanya berasal dari sumber luar, seperti korosi pin ESP32 karena nutrisi cair atau koneksi kabel yang longgar, yang mengganggu transmisi sinyal sensor. Untuk memastikan bahwa sistem dapat berfungsi secara lebih tahan lama di lingkungan yang lembap, kondisi ini menunjukkan bahwa rangkaian elektronik harus dilindungi dengan pelapis anti-air.

Menurut pengujian efisiensi penyemprotan, sistem dapat menyebarkan air secara merata di seluruh area akar tanaman pada tekanan air 0,2 bar. Distribusi air yang ideal meningkatkan penyerapan nutrisi, mendorong pertumbuhan tanaman selada (Lactuca sativa) yang lebih baik. Menurut Zhou et al. (2022), tekanan air yang stabil berdampak pada keseragaman distribusi nutrisi dan kesehatan akar tanaman; temuan ini mendukung teori hidroponik bertekanan rendah. Ketidakefisienan yang terjadi selama beberapa pengujian terutama disebabkan oleh penyumbatan fisik pada nozzle dan masalah dengan aliran listrik. Ini menunjukkan betapa pentingnya sistem cadangan daya (UPS) dan mekanisme pembersihan sendiri untuk meningkatkan keandalan sistem di lapangan.

Dengan waktu respons rata-rata 2,5 detik, sistem IoT yang dikembangkan menunjukkan kemampuan komunikasi data dua arah (two-way communication) yang efisien antara perangkat ESP32 dan server Blynk. Dalam bidang pertanian pintar, respons cepat ini sangat penting karena memungkinkan pengguna melakukan perbaikan segera setelah menemukan anomali. Namun, sistem ini memiliki keterbatasan saat terjadi pemadaman listrik atau instabilitas jaringan, yang mengakibatkan keterlambatan data lebih dari 10 detik. Untuk mengatasi masalah ini, Anda dapat menambahkan mekanisme penyimpanan lokal, yang dikenal sebagai buffering data lokal, atau menggunakan modul GSM/LoRa sebagai alternatif untuk komunikasi tambahan yang tidak bergantung sepenuhnya pada jaringan Wi-Fi.

Seluruh komponen utama pompa, ESP32, sensor hujan, dan aplikasi Blynk—berfungsi

sesuai rencana, menurut uji fungsional. Sementara Blynk menawarkan antarmuka pengguna yang mudah dipahami untuk menampilkan status sistem secara visual, ESP32 adalah yang terbaik untuk membaca data sensor. Hasil ini menunjukkan bahwa perangkat lunak dan perangkat keras bekerja sama dengan baik, sehingga sistem dapat beroperasi secara stabil. Dari minggu pertama hingga keempat, data pertumbuhan tanaman selada menunjukkan peningkatan yang signifikan. Tanaman meningkat dari 6–8 cm pada HST 7 menjadi 18–20 cm pada HST 28, dengan jumlah daun dan luas daun terus meningkat. Ini menunjukkan bahwa sistem aeroponik dengan kontrol otomatis berbasis IoT dapat menyediakan suplai nutrisi yang konsisten dan efektif, secara langsung meningkatkan produktivitas tanaman. Hasil ini sejalan dengan penelitian oleh Nguyen et al. (2023) yang menunjukkan bahwa sistem aeroponik otomatis yang bergantung pada *Internet of Things* dapat meningkatkan efisiensi penyerapan nutrisi hingga 35% dibandingkan dengan sistem konvensional.

Oleh karena itu, sistem yang dikembangkan dalam penelitian ini dapat digunakan sebagai alat bantu praktikum dan dapat digunakan secara luas dalam pertanian kontemporer yang berkelanjutan. Secara keseluruhan, penelitian ini membantu pembangunan teknologi irigasi pintar dalam bidang pertanian presisi. Sistem deteksi sumbatan berbasis *Internet of Things* ini tidak hanya meningkatkan efisiensi sistem aeroponik tetapi juga menawarkan nilai pendidikan untuk siswa teknologi pertanian sebagai alat praktikum. Dengan mengintegrasikan hardware ESP32, aplikasi Blynk, dan sensor analog, telah ditunjukkan bahwa teknologi IoT dapat digunakan secara ekonomis dan efisien di sektor akademik dan pertanian. Pada kegiatan praktikum di laboratorium teknik tata air sistem ini memberikan dampak signifikan terhadap efisiensi metode aeroponik dengan meningkatkan hasil panen dan sistem kontrol deteksi sumbatan jarak jauh. Sistem ini juga meningkatkan kemampuan mahasiswa dalam memecahkan masalah, perakitan alat serta dapat digunakan sebagai pilihan untuk mengerjakan tugas akhir.

4. Kesimpulan

Studi ini menciptakan dan menerapkan sistem deteksi sumbatan pada instalasi aeroponik berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini berfungsi dengan aplikasi Blynk untuk memungkinkan pengawasan jarak jauh. Mikrokontroler ESP32 berfungsi sebagai pusat kontrol sistem ini. Ini dapat membaca data sensor penyumbatan nozzle dan memberikan pengguna informasi kondisi sistem secara real-time.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem deteksi sumbatan bekerja dengan akurasi hingga 80%. Ini menunjukkan bahwa sensor dapat mendeteksi kondisi penyumbatan secara konsisten dan dengan tepat waktu. Dengan penyemprotan nozzle pada tekanan 0,2 bar, efisiensi penyemprotan sangat baik, dengan air tersebar merata di seluruh akar tanaman, membantu meningkatkan pertumbuhan tanaman selada.

Hasil uji fungsional menunjukkan bahwa seluruh komponen, termasuk aplikasi Blynk, ESP32, sensor hujan, dan pompa, bekerja dengan baik sesuai fungsi perancangan. Waktu respons sistem monitoring rata-rata berkisar antara 2,5 dan 5 detik, yang membuatnya dikategorikan sebagai sangat cepat dalam menyampaikan notifikasi ke aplikasi Blynk. Peningkatan yang signifikan dalam pertumbuhan tanaman selada dari minggu pertama hingga minggu keempat menunjukkan bahwa sistem aeroponik berbasis *Internet of Things* ini dapat mempertahankan suplai nutrisi yang stabil dan meningkatkan produktivitas tanaman secara optimal.

Secara keseluruhan, sistem yang dikembangkan terbukti efektif, efisien, dan responsif dalam mendeteksi sumbatan nozzle secara otomatis dan memudahkan pemantauan dari jarak jauh. Sistem ini juga dapat digunakan sebagai alat bantu dalam praktikum pendidikan IoT dan sistem kendali otomatis di lingkungan akademik.

Sistem ini sudah diterapkan pada praktikum teknik greenhouse dan fertigasi program studi keteknikan pertanian, mahasiswa dapat mempelajari dengan baik dan dapat dikembangkan menjadi tugas akhir mahasiswa serta pengembangan lebih lanjut dapat bekerjasama dengan laboratorium mekatronika untuk pengembangan jangka panjang.

5. Ucapan Terima Kasih

Kami berterima kasih kepada semua orang yang telah membantu kami melakukan penelitian ini, termasuk Direktur Politeknik Negeri Jember, Ketua Jurusan Teknologi Pertanian, Ketua Pusat Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (P3M), Ketua Laboratorium Teknik Tata Air, Tim Penguji, Civitas Akademika, dan semua orang lain.

6. Daftar Pustaka

Fadilah H, Ramadhan A. Sistem Monitoring Nutrisi pada Tanaman Aeroponik Menggunakan NodeMCU. Jurnal Ilmiah Elektrokomputika. 2021;9(1):33–40.

Fitriani Y, Wahyudi D. Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT dengan Peringatan Kerusakan Pompa. Jurnal Ilmiah Teknik dan Komputer. 2021;6(3):212–220.

L. Zhou, J. Xu, and W. Liu, “Optimization of Aeroponic Nutrient Spray Pressure for Lettuce Growth,” Agricultural Engineering International: CIGR Journal, vol. 24, no. 2, pp. 100–107, 2022.

Mulyadi T, Kurniawan D, Syahputra R. Monitoring Larutan Nutrisi Hidroponik Menggunakan ESP32 Berbasis IoT. Jurnal Sistem Informasi dan Teknik Elektro. 2022;5(1):14–20.

Nguyen, T. T., Pham, H. L., & Tran, D. T. (2023). IoT-based aeroponic system for nutrient delivery optimization in smart agriculture. International Journal of Advanced Smart Systems and Applications, 5(1), 45–53.