

SISTEM MONITORING BUDIDAYA TANAMAN PAKCOY BERBASIS *INTERNET of THINGS* (IoT)

Ester Elysabeth Br Tobing¹, Noni Hartaty Kesogihin², Berman Pandapotan Panjaitan³

Teknik Elektronika^{1,2,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

esterelysabethbr@students.polmed.ac.id¹, nonihartatykesogihin@students.polmed.ac.id²,
bermanpanjaitan@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Penelitian ini mengembangkan dan menerapkan sistem monitoring budidaya hidroponik tanaman pakcoy berbasis *Internet of Things* (IoT), yang bertujuan untuk memantau dan mengontrol kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman secara *Real-Time*. Sistem ini mencakup pemantauan parameter-parameter vital seperti pH larutan nutrisi, tegangan panel surya, arus dan daya panel surya, tegangan baterai, dan volume tangki, serta pemantauan melalui IP Camera. Hasil pengujian menunjukkan bahwa waktu rata-rata untuk parsing data dan menampilkan berbagai nilai adalah sebagai berikut: 1,2 detik untuk nilai pH, tegangan panel, arus panel, dan daya panel; 1,3 detik untuk tegangan baterai; dan 1,5 detik untuk volume tangki. Uji konektivitas Wi-Fi dengan ESP32 menunjukkan bahwa koneksi stabil hingga jarak 29,9 meter, dengan putusnya konektivitas setelah jarak tersebut. Sistem yang dikembangkan menggunakan metode eksperimen dengan mikrokontroler dan sensor-sensor yang terhubung melalui jaringan Wi-Fi, memungkinkan data yang terakumulasi untuk ditampilkan di perangkat *smartphone* melalui *Firebase*. Penelitian ini berkontribusi dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas budidaya hidroponik, memberikan informasi akurat dan terkini kepada petani, serta diharapkan dapat meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi tanaman pakcoy secara berkelanjutan.

Kata Kunci : Hidroponik, Tanaman Pakcoy, *Internet of Things* (IoT), Monitoring

PENDAHULUAN

Budidaya tanaman hidroponik semakin menjadi pilihan populer dalam pertanian modern karena kemampuannya untuk mengoptimalkan penggunaan sumber daya dan menghasilkan tanaman dengan kualitas tinggi. Metode ini tidak hanya meminimalisir kebutuhan akan tanah, tetapi juga memungkinkan pengendalian yang lebih baik terhadap nutrisi dan lingkungan tanaman. Salah satu tanaman yang sering dibudidayakan menggunakan sistem hidroponik adalah pakcoy (*Brassica rapa var. parachinensis*), sayuran hijau yang kaya akan nutrisi dan memiliki nilai ekonomi tinggi.

Pakcoy (*Brassica rapa var. parachinensis*), juga dikenal dengan nama bok choy atau Chinese cabbage, adalah salah satu jenis sayuran daun yang populer dalam masakan Asia. Tanaman ini memiliki beberapa karakteristik unggul yang menjadikannya ideal untuk budidaya hidroponik:

Kandungan Nutrisi: Pakcoy merupakan sumber penting dari berbagai nutrisi. Setiap 100gram pakcoy mengandung:

- Kalori: 13 kcal
- Protein: 1.5 g
- Lemak: 0.2 g
- Karbohidrat: 2.2 g
- Serat: 1.0 g
- Vitamin C: 45 mg (75% dari kebutuhan harian)
- Vitamin K: 60 µg (50% dari kebutuhan harian)
- Kalsium: 105 mg (10% dari kebutuhan harian)
- Zat besi: 0.8 mg (10% dari kebutuhan harian)
- Folat: 53 µg (13% dari kebutuhan harian)

Pertumbuhan Cepat dan Masa Panen Pakcoy dikenal dengan siklus pertumbuhannya yang cepat, biasanya memerlukan waktu sekitar 30 hingga 45 hari dari penanaman hingga panen. Ini menjadikannya tanaman yang sangat efisien dalam sistem hidroponik yang seringkali memerlukan rotasi cepat untuk memaksimalkan hasil. Adaptabilitas dan toleransi pakcoy dapat tumbuh dengan baik dalam rentang suhu 15–22°C, dan dapat beradaptasi dengan berbagai jenis substrat hidroponik.

Selain itu, pakcoy memiliki ketahanan terhadap beberapa penyakit umum seperti penyakit busuk akar dan hama seperti kutu daun, meskipun tetap memerlukan pengawasan untuk masalah ini. Permintaan pasar di pasar global, pakcoy menjadi salah satu sayuran yang memiliki permintaan tinggi terutama di negara-negara Asia dan juga di komunitas internasional yang menginginkan variasi sayuran hijau dalam diet mereka. Di Indonesia, pakcoy semakin populer sebagai bahan masakan sehat, yang memicu peningkatan minat dalam budidayanya namun, tantangan utama dalam budidaya hidroponik adalah pengelolaan kondisi lingkungan yang optimal. Variabel seperti pH larutan nutrisi, suhu, kelembapan, dan intensitas cahaya perlu dipantau secara terus-menerus untuk memastikan pertumbuhan tanaman yang optimal. Pengelolaan manual terhadap variabel-variabel ini bisa menjadi tugas yang sangat memakan waktu dan rawan kesalahan, terutama dalam skala budidaya yang besar. Untuk mengatasi masalah ini, teknologi *Internet of Things* (IoT) menawarkan solusi yang efisien dan terintegrasi. IoT memungkinkan sensor dan perangkat untuk saling terhubung dan mengirimkan data secara *Real-Time*, memberikan informasi yang dibutuhkan untuk mengatur kondisi lingkungan secara otomatis. Dengan menggunakan teknologi ini, para petani dapat memantau dan mengendalikan berbagai aspek budidaya hidroponik dari jarak jauh melalui perangkat *Mobile (Smartphone)*.

Sistem monitoring berbasis IoT menawarkan beberapa keuntungan signifikan. Pertama, sistem ini dapat menyediakan data yang akurat dan *Real-Time* mengenai kondisi lingkungan dan status tanaman, yang memungkinkan respons cepat terhadap perubahan yang tidak diinginkan. Kedua, otomatisasi dalam pengaturan parameter lingkungan dapat meningkatkan efisiensi penggunaan sumber daya dan mengurangi risiko kerusakan akibat kesalahan manusia. Ketiga, kemampuan untuk menganalisis data historis memungkinkan petani untuk mengidentifikasi tren dan pola yang dapat meningkatkan hasil panen.

Oleh karena itu, rancang bangun sistem monitoring budidaya hidroponik tanaman pakcoy berbasis IoT menjadi sangat penting untuk mengoptimalkan praktik budidaya, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi ketergantungan pada pengelolaan manual. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sebuah sistem yang mengintegrasikan sensor untuk pemantauan kondisi lingkungan, serta modul komunikasi yang memungkinkan pemantauan dan pengendalian jarak jauh. Dengan implementasi sistem ini, diharapkan dapat memberikan kontribusi yang signifikan terhadap efisiensi dan keberhasilan budidaya tanaman hidroponik, khususnya pakcoy, serta mempercepat adopsi teknologi modern dalam sektor pertanian.

Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah yang ada, maka dapat ditentukan rumusan masalah yaitu:

1. Bagaimana merancang sistem monitoring budidaya hidroponik tanaman pakcoy yang dapat mengintegrasikan teknologi *Internet of Things* (IoT) untuk memantau kondisi lingkungan pertumbuhan tanaman secara otomatis?
2. Apa saja parameter-parameter vital yang perlu dipantau dalam budidaya hidroponik tanaman pakcoy, dan bagaimana cara mengintegrasikan sensor-sensor untuk memantau parameter-parameter tersebut?
3. Bagaimana cara mengimplementasikan sistem monitoring budidaya hidroponik tanaman pakcoy berbasis IoT agar dapat memberikan informasi yang akurat dan *Real-Time* kepada petani atau pengelola tanaman?

Tujuan Penelitian

1. Merancang sistem monitoring budidaya hidroponik tanaman pakcoy berbasis *Internet of Things* (IoT) yang dapat memantau secara otomatis parameter-parameter vital seperti larutan nutrisi secara otomatis, level air pada tangki, sistem keamanan pada tanaman, mengontrol kadar pH pada nutrisi serta memantau tegangan daya baterai pada panel surya.
2. Mengimplementasikan sistem monitoring tersebut dengan menggunakan mikrokontroler dan sensor-sensor yang terhubung ke jaringan WiFi.
3. Mengevaluasi kinerja sistem monitoring ini dalam memberikan informasi yang akurat dan *Real-Time* kepada petani atau pengelola tanaman, serta mengidentifikasi potensi kekurangan dan perbaikan yang mungkin diperlukan.

4. Mengukur efektivitas sistem monitoring dalam meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam budidaya hidroponik tanaman pakcoy, serta kontribusinya terhadap pangan yang berkelanjutan.

TINJAUAN PUSTAKA

1. Dalam Artikel yang berjudul “Monitoring Pertumbuhan Tanaman Pakcoy Berbasis *Internet of Things*”. Hidroponik merupakan metode penanaman yang tidak menggunakan tanah sebagai media penanaman, tetapi menggunakan air untuk memberikan nutrisi pada tanaman. Hidroponik memiliki banyak kelebihan yaitu hasil tanam yang lebih baik karena kebutuhan nutrisi tanaman diberikan secara langsung dan juga tidak dibutuhkan lahan yang luas untuk penanaman secara hidroponik. Tetapi, hidroponik memiliki kekurangan yaitu pemilik perlu meluangkan waktu ekstra karena harus mengecek kondisi tanaman dan lingkungan hidroponik setiap hari. Tujuan dari penelitian tugas akhir ini adalah membantu pengguna media tanam hidroponik untuk melakukan monitoring pertumbuhan dan informasi mengenai masa panen melalui *Smartphone*. Untuk mendeteksi masa panen tanaman dilakukan pelatihan dengan mengambil citra tanaman dan ditentukan persentasi luas daun pada citra. Ketika batas luas daun sudah dilewati maka akan diberikan informasi ke pengguna jika tanaman sudah dapat dipanen. Informasi tersebut dikirimkan melalui *platform* IoT. Pada tugas akhir ini sistem sudah dapat bekerja dengan baik, akurasi yang diperoleh untuk perhitungan luas dan tinggi tanaman dapat mencapai 90%. Aplikasi juga dapat bekerja dengan baik dan dapat menjalankan seluruh fungsinya. Waktu yang dibutuhkan untuk mengirim data sejak dipotret oleh kamera hingga sampai pengguna sekitar 1767 milidetik (Santonie et al., 2021).
2. Dalam Jurnal yang berjudul “Perancangan Sistem *Greenhouse* Sebagai Budidaya Pakcoy (*Brassicarapa. L*) Secara Hidroponik Berbasis IoT”. Pada saat ini tingkat adopsi untuk IoT meningkat cepat setiap tahunnya tercatat pada tahun 2019-2020 sebesar 196,71 juta jiwa atau 73,7% dari total 266,91 juta jiwa penduduk Indonesia naik dari 8,9% dari tahun 2018 yang pengguna jasanya 171,17 juta jiwa, itu menandakan bahwa kita dapat memaksimalkan penggunaan internet dengan penerapan IoT pada kegiatan sehari-hari, salah satu bentuk penerapan IoT pada saat sekarang adalah dengan menerapkannya dengan sistem pertanian hidroponik, penerapan IoT pada hidroponik diharapkan lebih membantu para penggiat hidroponik dalam memonitoring dan mengetahui kondisi hidroponiknya dengan begitu hasil dari hidroponik dalam meningkatkan hasil dari tanaman yang dibudidayakan. Salah satu tanaman yang dapat dibudidayakan dengan hidroponik adalah pakcoy (*Brassicarapa. L*), dalam penanaman pakcoy bisa dibilang agak sulit karena membutuhkan perhatian lebih untuk dapat memaksimalkan hasil dari tanaman pakcoy yang ditanam, dengan penerapan IoT pada sistem hidroponik pakcoy ini maka alat akan dibuat dalam metode *greenhouse* yang menampung hidroponik dengan penambahan sensor untuk memantau seperti suhu dalam ruangan, kelembaban, kebutuhan air hingga intensitas cahaya yang dibutuhkan tanaman, untuk pemantauan ini sensor yang digunakan ialah sensor DHT 11, water level sensor, dan LDR yang terhubung dengan mikrontroler arduino dan *NodeMcu*, data dari pembacaan sensor akan dikirimkan ke aplikasi BLYNK di *Smartphone*, pengguna dapat memantau dan mengontrol sistem pertanian menggunakan *Smartphone* dari jarak jauh (Syaputra, n.d.).
3. Dalam jurnal yang berjudul “Prototype System Monitoring Nutrisi dan Tingkat Ph Air Pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi *Internet of Things* (IoT)”. Sektor pertanian penting untuk memenuhi kebutuhan pangan dan serat, karena permintaan dan produksi tidak seimbang akibat penurunan luasan lahan. Pemanfaatan teknik hidroponik dapat menjadi alternatif untuk mengatasi berkurangnya lahan pertanian dengan media air sebagai pertumbuhan tanaman. Petani tanaman sayur pakcoy memerlukan monitoring secara berkala untuk memastikan kualitas tanaman bagus dan cepat panen. Indikator yang perlu diperhatikan petani hidroponik adalah kualitas pH air dan nutrisi. Oleh karena itu, penerapan *Internet of Things* (IoT) memungkinkan petani untuk melakukan monitoring secara real time dengan lebih mudah dan teratur. IoT diartikan sebagai *system* yang memfasilitasi komunikasi *Hardware* yang terintegrasi ke jaringan internet (Hamidah et al., 2023).
4. Dalam jurnal yang berjudul “Sistem Monitoring Suhu, Kelembapan, dan Pengendalian Penyiraman Sayuran Hidroponik Menggunakan Bylink Android”. Hidroponik merupakan cara bercocok tanam yang tidak menggunakan tanah sebagai media tanam, tetapi hanya menggunakan

air yang mengandung nutrisi yang diperlukan tanaman. Sementara sayuran hidroponik merupakan komoditas hortikultura yang mulai banyak diminati dan dikembangkan pada sektor pertanian saat ini. Keistimewaan dari sayuran hidroponik itu sendiri yaitu kualitas yang dihasilkan lebih segar, dan lebih bersih dibandingkan dengan sayuran konvensional. Salah satu faktor keberhasilan penanaman dengan metode hidroponik yaitu bagaimana cara memelihara dan merawat sayuran yang ditanam agar dapat dipanen dengan hasil yang baik dan tidak busuk. Sirkulasi air dan pemberian nutrisi harus dilakukan secara berkala tidak boleh berlebihan ataupun kekurangan. Namun jika si pemilik tanaman sedang tidak berada ditempat maka proses penyiraman dan pemberian nutrisi akan terhambat. Untuk itu diracanglah sebuah alat untuk dapat membantu proses penyiraman, pengecekan suhu dan pemberian nutrisi dengan menggabungkan kemampuan Arduino-uno sebagai sistem akuisisi data yang dilengkapi *ethernet shield* untuk pengiriman data melalui jaringan internet, sensor DHT11 untuk membaca suhu dan kelembaban, aplikasi khusus android Blynk sebagai alat bantu pemantauan, dan RTC untuk pewaktuan secara real time. Arduino-Uno juga dihubungkan dengan relay untuk mengatur penyalaan pompa penyiram atau sirkulator air. Berdasarkan pengujian yang dilakukan didapatkan bahwa setiap modul dapat bekerja dengan baik sesuai fungsinya. Dengan kualitas jaringan sesuai pengujian (delay rata-rata ke server Blynk 1242ms, diperoleh proses pengiriman perintah dan eksekusi penyiraman air dan pengiriman data lingkungan memerlukan waktu sekitar 1-5 detik (Daulay et al., 2020).

METODE PENELITIAN

Metode penelitian menjelaskan desain penelitian, rancangan kegiatan, ruang lingkup atau objek penelitian (populasi dan sampel), tempat penelitian, teknik pengumpulan data, analisis, perancangan, dan uji coba (jika ada).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil yang diperoleh dari pengujian Sistem Monitoring menggunakan *NodeMcu ESP32* maka diperoleh Kesimpulan bahwa sistem yang telah dirancang dapat bekerja dengan baik sesuai dengan fungsinya dan menampilkan nilai dari setiap sensor sesuai dengan Setpoint yang diatur. Berikut Pembahasan dari setiap komponen yang berperan pada sistem monitoring yang telah diuji: Pembahasan dari Pengujian parsing data antara *NodeMcu ESP32* dan aplikasi Android penting untuk mengevaluasi kecepatan dan keandalan pengiriman data dalam konteks aplikasi IoT. Melalui pengukuran waktu pengiriman dan penerimaan data serta identifikasi potensi latensi, pengujian ini membantu mengoptimalkan proses parsing data untuk memastikan komunikasi yang efisien antara perangkat keras dan perangkat lunak. Hasil dari pengujian ini tidak hanya memvalidasi performa sistem dalam kondisi nyata, tetapi juga memberikan masukan yang berharga untuk perbaikan dan pengembangan aplikasi yang lebih responsif dan efektif. Hasil rata-rata waktu yang diperoleh pada pengujian parsing data ialah: 1,2 detik untuk menampilkan nilai pH, nilai Tegangan Panel, nilai Arus Panel, dan nilai Daya Panel, 1,3 detik untuk menampilkan nilai Tegangan Baterai serta, 1,5 detik.

Pembahasan dari pengujian jarak konektivitas Wi-Fi ke ESP32 jarak 1m hingga 29,9m koneksi dapat terhubung ke ESP32. Lebih dari jarak tersebut konektivitas Wi-Fi akan terputus secara otomatis. Hasil ini dibenarkan setelah melakukan pengujian sebanyak 5 kali berturut-turut.

SIMPULAN

1. Hasil rata-rata waktu yang diperoleh pada pengujian parsing data ialah :
1,2 detik untuk menampilkan nilai pH, nilai Tegangan Panel, nilai Arus Panel, dan nilai Daya Panel, 1,3 detik untuk menampilkan nilai Tegangan Baterai serta, 1,5 detik untuk menampilkan nilai Volume Tanki.
2. Dari pengujian jarak konektivitas Wi-Fi ke ESP32 jarak 1 m hingga 29,9 m koneksi dapat terhubung ke ESP32. Lebih dari jarak tersebut konektivitas Wi-Fi akan terputus secara otomatis. Hasil ini dibenarkan setelah melakukan pengujian sebanyak 5 kali berturut-turut.
3. Hasil dari data yang masuk ke *Firestore* dan dapat dilihat dari *Smartphone* ialah Nilai pH, Nilai tegangan, arus dan daya panel, Nilai tegangan pada baterai, serta status volume tanki.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin menyampaikan rasa terimakasih yang mendalam kepada Politeknik Negeri Medan (Polmed) melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian Masyarakat (P3M) atas dukungan pendanaan yang telah diberikan untuk penelitian ini. Selain itu, peneliti juga menghargai semua pihak yang telah berkontribusi dengan penuh semangat dan dedikasi, yang membuat penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Tanpa kerjasama dan komitmen dari semua yang terlibat, hasil penelitian ini tidak mungkin tercapai. Terimakasih atas segala bantuan dan inspirasi yang telah diberikan.

DAFTAR PUSTAKA

- Daulay, N. K., Irawan, D., & Aldi, R. A. (2020). BEES: Bulletin of Electrical and Electronics Engineering Sistem Monitoring Suhu, Kelembaban dan Pengendalian Penyiraman Sayuran Hidroponik Menggunakan Bylink Android ARTICLE INFO. *Media Online*, 1(2), 79–85.
- Dimas Prakoso, R. (2018). *Implementasi dan Perbandingan Performa Proxmox dalam Virtualisasi dengan Tiga Virtual Server (Studi Kasus: Jurusan Teknik Informatika UNESA)* IMPLEMENTASI DAN PERBANDINGAN PERFORMA PROXMOX DALAM VIRTUALISASI DENGAN TIGA VIRTUAL SERVER (Studi Kasus: Information Technology of UNESA) Asmunin.
- Hamidah, M. N., Safitri, N. I., Akbar, D. W., Uly, O. S. I., & Kurnianto, D. (2023). Prototype Sistem Monitoring Nutrisi dan Tingkat pH Air pada Budidaya Hidroponik Sayur Pakcoy Menggunakan Teknologi Internet of Things (IoT). *Elektron: Jurnal Ilmiah*, 13–20. <https://doi.org/10.30630/eji.15.1.336>.
- Lubis, Z., Lungguk, A., Saputra, N., Winata, S., Annisa, A., Muhazzir, B., Satria, M., & Sri, W. (2019). KONTROL MESIN AIR OTOMATIS BERBASIS ARDUINO DENGAN SMARTPHONE. In *Cetak) Buletin Utama Teknik* (Vol. 14, Issue 3). Online.
- Majid, A. (2021). KONEKSI INTERNET DENGAN MODEM HANDPHONE PADA SISTEM OPERASI LINUX UBUNTU 9.04 (Studi Kasus Pada Aga Prima Computer). *Jurnal Ilmiah Fakultas Ilmu Terapan*, 1(1), 10–22. <http://ejurnal.provisi.ac.id/index.php/FIT>.
- Nasihi, A., Asihati Ratna Hapsari, T., & Kota Jakarta Selatan, K. (2022). *Indonesian Journal of Teaching and Learning*. 1(1), 77–88. <https://doi.org/10.56855/intel.v1i1.112>.
- Pramadjaya, A., Suryadi, A., Rohmawati, I., Inkiriwang, R., Robani, R., & Andriansyah, Z. (2023). *SOROT (Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat) PENGENALAN MIT APP INVENTOR UNTUK MEMBUAT APLIKASI ANDROID PADA SEKOLAH SMKN 7 KOTA SERANG*. 2(1), 13–17. <https://doi.org/10.32699>.
- Santonie, F. D., Adam, K. B., & Ramdhani, M. (2021). *MONITORING PERTUMBUHAN TANAMAN PAKCOY BERBASIS INTERNET OF THINGS PAKCOY GROWTH MONITORING BASED ON INTERNET OF THINGS*.
- Selay, A., Andgha, G. D., Alfarizi, M. A., Izdhihar, M., Wahyudi, B., Falah, M. N., Khaira, M., & Encep, M. (2022). INTERNET OF THINGS. In *Karimah Tauhid* (Vol. 1).
- Syaputra, H. (n.d.). PERANCANGAN SISTEM GREENHOUSE SEBAGAI BUDIDAYA PAKCOY (BRASSICA RAPA. L) SECARA HIDROPONIK BERBASIS IOT. In *Bina Darma Conference on Computer Science*.