



Prototype Sistem Monitoring Tanaman Holtikultura Menggunakan Sensor Suhu MQ-137 Melalui ThingsBoard

Arif Rahman Sujatmika^{1*}, Muhammad Gugus Azhari²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Darul Ulum, Jombang, Indonesia

Jl. KH. Abdurrahman Wahid (Gus Dur) No.29A, Mojongapit, Kecamatan Jombang, Kabupaten Jombang,
Jawa Timur, Indonesia

E-Mail*: arif.sujatmika@undar.ac.id

ABSTRACT

Horticultural crops require appropriate environmental conditions to support optimal growth. Temperature, air humidity, soil moisture, and environmental disturbances are among the parameters that need to be monitored during cultivation. Conventional monitoring requires direct observation and cannot continuously provide real-time information. This study develops an Internet of Things (IoT)-based horticultural plant monitoring prototype using an ESP32 microcontroller integrated with DHT22, soil moisture, PIR, and MQ-137 sensors. The DHT22 sensor is used to monitor air temperature and humidity, the soil moisture sensor is used to monitor soil moisture, the PIR sensor is used to detect moving objects around the plants, and the MQ-137 sensor is used to detect ammonia (NH₃) gas. Sensor data are processed by the ESP32 and transmitted through a Wi-Fi connection to the ThingsBoard platform for real-time monitoring. The system also controls a fan, lamp, water pump, pesticide pump, and fertilizer sprayer based on predetermined threshold conditions. System testing is conducted by observing sensor readings, actuator responses, and data transmission to ThingsBoard. The main contribution of this study is the integration of MQ-137 with temperature, air humidity, soil moisture, and moving-object monitoring in a single IoT-based monitoring and control prototype. The final system performance value is determined from the number of successful and unsuccessful tests and is reported after the original test data are inserted.

Keywords: *Internet of Things, Horticultural Crops, Environmental Monitoring, MQ-137, ThingsBoard*

ABSTRAK

Tanaman hortikultura membutuhkan kondisi lingkungan yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan secara optimal. Suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan gangguan lingkungan merupakan beberapa parameter yang perlu diperhatikan selama proses budidaya. Pemantauan secara konvensional membutuhkan pengamatan secara langsung dan belum mampu menyediakan informasi kondisi tanaman secara terus-menerus dan *real-time*. Penelitian ini mengembangkan *prototype* sistem monitoring tanaman hortikultura berbasis *Internet of Things* (IoT) menggunakan mikrokontroler ESP32 yang terintegrasi dengan sensor DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137. Sensor DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban udara, sensor *soil moisture* digunakan untuk memantau kelembaban tanah, sensor PIR digunakan untuk mendeteksi objek bergerak di sekitar tanaman, sedangkan sensor MQ-137 digunakan untuk mendeteksi gas amonia (NH₃). Data hasil pembacaan sensor diproses oleh ESP32 dan dikirim melalui jaringan Wi-Fi menuju platform *ThingsBoard* untuk ditampilkan secara *real-time*. Sistem juga mengendalikan kipas, lampu, pompa air, pompa pestisida, dan sprayer pupuk berdasarkan kondisi dan *threshold* yang telah ditentukan. Pengujian dilakukan dengan mengamati pembacaan sensor, response aktuator, dan pengiriman data menuju *ThingsBoard*. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi sensor MQ-137 dengan monitoring suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan objek bergerak dalam satu *prototype* monitoring dan kontrol berbasis IoT. Nilai keberhasilan akhir sistem ditentukan berdasarkan jumlah pengujian berhasil dan tidak berhasil dari data pengujian asli.

Kata Kunci: *Internet of Things, Tanaman Hortikultura, Monitoring Lingkungan, MQ-137, ThingsBoard*



1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki sektor pertanian sebagai salah satu bidang penting dalam penyediaan kebutuhan pangan masyarakat. Kondisi lingkungan seperti perubahan suhu, kelembaban, ketersediaan air, dan perubahan cuaca dapat memengaruhi kondisi pertumbuhan tanaman. Salah satu yang bisa dilakukan dalam ketersediaan bagi Masyarakat terutama terhadap sistem manajemen kesehatan tanah yang berkelanjutan termasuk pada media tanah yang sebagai utama penyedia ekonomi termasuk bahan pangan di sekitar Masyarakat (Simamarta dkk, 2025).

Salah yang dikembangkan diantaranya sistem *Internet of Things* (IoT) memberikan peluang untuk melakukan pemantauan parameter lingkungan secara otomatis melalui sensor dan jaringan komunikasi sehingga data dapat diperoleh secara *real-time* dan jarak jauh (Imran dkk., 2024). *Internet of Things* (IoT) memiliki seberapa efektif salah satunya dari penelitian dari Purnama (2026) yang mana potensi besar dalam memberikan transformasi pada sektor pertanian organik yang mana mampu memberikan proses penerapan ini menuju era pertanian presisi yang berkelanjutan. Sektor pertanian hortikultura memegang peranan strategis dalam penyediaan pangan bernilai nutrisi tinggi dan bernilai ekonomi penting. Keberhasilan dalam budidaya tanaman hortikultura sangat bergantung pada penerapan teknik budidaya yang baik dan presisi guna memaksimalkan produktivitas hasil panen (Pratama dkk, 2025)

Tanaman bayam merupakan salah satu tanaman sayuran yang dapat digunakan sebagai objek penerapan sistem monitoring berbasis IoT. Kondisi suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan faktor lingkungan lainnya perlu diperhatikan agar kondisi pertumbuhan tanaman tetap sesuai. Penelitian Ananda dan (Zagoto, 2022). mengembangkan sistem monitoring tanaman bayam berbasis IoT untuk mendukung pemantauan dari jarak jauh.

Penelitian Manurung dkk, (2020) mengembangkan *prototype* monitoring tanaman bayam menggunakan sensor DHT22, *soil moisture*, dan PIR. Sistem tersebut menggunakan NodeMCU ESP8266 dan platform Blynk untuk menampilkan data suhu, kondisi tanah, dan pergerakan objek secara *real-time*. Penelitian (Munawar, 2024). mengembangkan sistem penyiraman otomatis tanaman bayam menggunakan ESP32, sensor kelembaban tanah, relay, pompa air, dan sistem IoT. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa data kelembaban tanah dapat digunakan sebagai dasar pengendalian penyiraman otomatis.

Dalam membangun sistem pemantauan lingkungan pertanian yang efektif, pemantauan parameter atmosfer seperti suhu dan kelembaban udara menjadi langkah awal yang krusial. Penggunaan sensor DHT22 telah banyak divalidasi dalam berbagai riset mikroklimat karena memiliki

tingkat akurasi yang tinggi dalam membaca parameter suhu dan kelembaban udara sekitar tanaman (Yonatan dkk, 2025). Selain kondisi udara, ketersediaan air di dalam media tanam merupakan faktor penentu utama pertumbuhan akar dan penyerapan nutrisi. Implementasi sensor kelembaban tanah *soil moisture* terbukti efektif untuk menjaga ketersediaan air melalui sistem irigasi otomatis, sehingga tanaman terhindar dari kondisi kekeringan maupun kelebihan air (Djamen & Kamasi, 2025; Saputra dkk., 2025).

Adapun dari Uji validasi stabilitas dan akurasi sensor DHT22 pada lahan pertanian terbuka juga dikonfirmasi oleh Go & Wajiansyah (2026) yang menunjukkan responsivitas yang tinggi terhadap perubahan iklim mikro secara *real-time*. Selain itu, penerapannya pada lingkungan *greenhouse* terbukti mampu menjaga iklim mikro optimal untuk budidaya hortikultura (Apriyani dkk, 2025).

Di samping faktor iklim dan air, gangguan eksternal seperti serangan hama atau kehadiran hewan pengganggu di sekitar lahan budidaya juga menjadi ancaman serius bagi kuantitas dan kualitas panen hortikultura. Integrasi sensor *Passive Infrared (PIR)* memungkinkan sistem untuk mendeteksi pergerakan objek atau hama secara dini, sehingga tindakan preventif seperti penyemprotan pestisida dapat dilakukan secara cepat dan terarah (Oktaviani dkk, 2025).

Meskipun pemantauan suhu, kelembaban, dan deteksi hama telah banyak diterapkan, aspek kesuburan tanah dan manajemen hara sering kali luput dari pemantauan *real-time*. Urgensi pemeliharaan tanaman hortikultura modern menuntut adanya pemantauan kimiawi tanah yang lebih mendalam, salah satunya melalui deteksi gas amonia (NH_3) sebagai indikator utama proses dekomposisi organik dan ketersediaan unsur hara nitrogen di dalam tanah (Purnama, 2026). Penambahan sensor MQ-137 dalam sistem pemantauan berbasis *Internet of Things* (IoT) menjadi solusi inovatif untuk membaca konsentrasi gas amonia secara spesifik, sehingga petani dapat mengontrol kecukupan pupuk dan mencegah toksisitas pada akar tanaman (Budiawan dkk, 2025; Putri dkk, 2023). Pemantauan dinamika fluktuasi gas dan suhu lingkungan secara kontinu ini penting untuk mendeteksi secara dini kondisi ekstrem yang berpotensi merusak tanaman (Budiani dkk., 2024).

Penelitian mengenai monitoring tanaman berbasis IoT telah berkembang dengan menggunakan berbagai sensor untuk memantau suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, dan pergerakan objek. Namun, penelitian sebelumnya yang menjadi dasar penelitian ini belum mengintegrasikan sensor gas amonia MQ-137 bersama sensor DHT22, *soil moisture*, dan PIR dalam satu sistem monitoring tanaman berbasis IoT. Sensor MQ-137 dapat digunakan untuk mendeteksi gas amonia (NH_3), sebagaimana ditunjukkan oleh (Sujatmika dkk, 2025)

Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan mengimplementasikan *prototype* sistem monitoring tanaman hortikultura berbasis IoT yang mampu membaca beberapa parameter lingkungan secara bersamaan, mengirimkan data hasil pembacaan menuju *ThingsBoard* secara *real-time*, serta mengendalikan aktuator berdasarkan kondisi sensor dan threshold yang telah ditentukan.

Tak hanya suhu dan kelembaban, unsur hara tanah juga sangat menentukan keberhasilan budidaya. Tanaman memerlukan paling sedikit 16 unsur hara penting, dan ketidak seimbangan unsur seperti nitrogen, fosfor, dan kalium dapat menyebabkan daun menguning, pertumbuhan terhambat, sehingga menurunnya kualitas panen. Penggunaan pupuk yang tidak sesuai juga berpotensi dapat meracuni tanaman. Karena itu, penting bagi petani untuk mengetahui kandungan hara tanah secara akurat (Simamarta dkk, 2025).

Pertumbuhan tanaman hortikultura sangat bergantung pada keseimbangan suhu, kelembaban, dan ketersediaan unsur hara di tanah. Dalam upaya memantau kondisi tersebut secara efisien, pemanfaatan teknologi *Internet of Things* (IoT) menjadi sangat relevan. Salah satu platform IoT yang mudah di akses dan mudah digunakan adalah *ThingsBoard*, yang dapat menampilkan data sensor melalui PC/smartphone (Purnama, 2026). Integrasi sensor presisi dan pemanfaatan IoT terbukti menjadi tren masa depan untuk mengatasi tantangan efisiensi pupuk dan air pada pertanian presisi (Mansoor dkk, 2025).

Untuk mendeteksi kadar amonia (NH_3) sebagai indikator kelebihan pupuk nitrogen di dalam tanah, dapat menggunakan sensor MQ-137 yang terbukti mampu membaca konsentrasi gas amonia secara *real-time* dan terhubung dengan mikrokontroler seperti NodeMCU. Data dapat di tampilkan melalui *ThingsBoard*, sehingga petani dapat mengontrol keseimbangan pupuk untuk mencegah keracunan tanaman (Adhwa Alifia Putri dkk., 2023).

Berdasarkan gap tersebut, penelitian ini mengembangkan *prototype* sistem monitoring tanaman hortikultura dengan mengintegrasikan sensor DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137 menggunakan ESP32 dan platform *ThingsBoard*. DHT22 digunakan untuk memantau suhu dan kelembaban udara, *soil moisture* digunakan untuk memantau kelembaban tanah, PIR digunakan untuk mendeteksi objek bergerak, sedangkan MQ-137 digunakan untuk mendeteksi gas amonia. Kebaruan penelitian terletak pada integrasi parameter tersebut dalam satu *prototype* monitoring dan kontrol berbasis IoT serta penggunaan *ThingsBoard* sebagai media visualisasi data secara *real-time*.

2. METODE

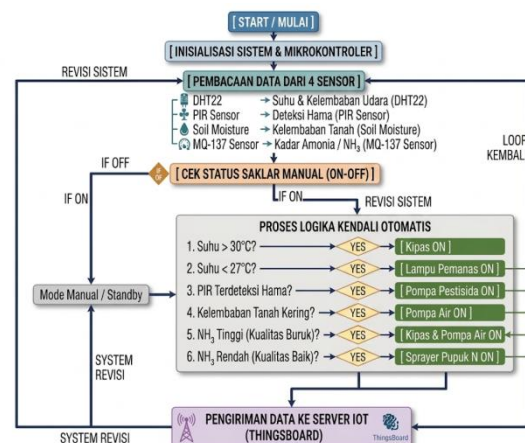
Penelitian ini merupakan penelitian perancangan dan implementasi *prototype* sistem monitoring tanaman hortikultura berbasis IoT. Tahapan penelitian meliputi identifikasi kebutuhan

sistem, perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, integrasi sensor dan aktuator, implementasi komunikasi IoT, serta pengujian sistem.

Proses pengujian *prototype* terdiri dari (1) identifikasi kebutuhan perangkat keras dan perangkat lunak; (2) perancangan rangkaian sensor dan aktuator; (3) pemrograman ESP32; (4) integrasi sensor DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137; (5) integrasi modul ADS1115; (6) konfigurasi komunikasi Wi-Fi; (7) konfigurasi *ThingsBoard*; (8) pengujian sensor; (9) pengujian aktuator; dan (10) analisis hasil pengujian. Proses pengujian sebagaimana dibawah ini.

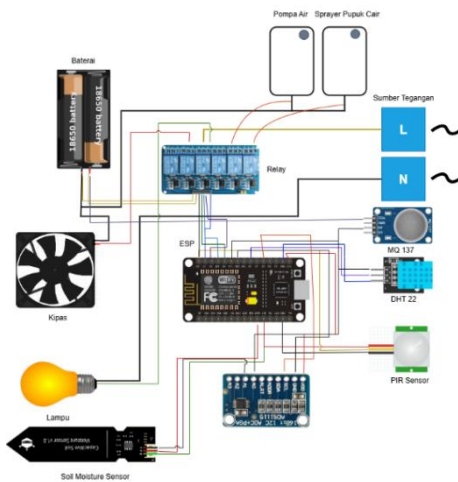
Hal ini bertujuan menjaga keseimbangan nutrisi dalam tanah agar mendukung pertumbuhan tanaman holtikultura secara optimal. Proses ini melibatkan integrasi perangkat keras seperti suhu, kelembaban tanah, dan gas amonia (NH_3) dengan mikrokontroler NodeMCU ESP32 dan ADS1115, serta pengembangan perangkat lunak untuk pengolahan data dan control otomatis melalui platform *ThingsBoard* (Romadan dkk, 2024).

Mikrokontroler ESP32 digunakan sebagai pusat pengolahan data pada sistem. ESP32 menerima data dari sensor, memproses kondisi berdasarkan program yang telah dibuat, mengendalikan relay dan aktuator, serta mengirimkan data melalui jaringan Wi-Fi menuju *ThingsBoard*. Sensor yang digunakan terdiri atas DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137. Sensor DHT22 digunakan untuk memperoleh data suhu dan kelembaban udara.



Gambar 1. Flowchart Sistem

Sensor *soil moisture* digunakan untuk mengetahui kondisi kelembaban media tanam. Sensor PIR digunakan untuk mendeteksi adanya objek bergerak di sekitar tanaman. Sensor MQ-137 digunakan untuk mendeteksi gas amonia (NH_3). Sensor analog menggunakan ADS1115 sesuai dengan rancangan perangkat keras penelitian. Relay digunakan untuk mengendalikan kipas, lampu, pompa air, pompa pestisida, dan sprayer



Gambar 2. Diagram Kabel Sistem

Rangkaian sistem kontrol budidaya berbasis NodeMCU ESP8266 ini terhubung dengan berbagai sensor input serta modul relay untuk mengendalikan aktuator. Pada sisi input, sensor DHT22 (suhu dan kelembapan) terhubung ke pin data digital D4, sedangkan sensor gerakan PIR tersambung ke pin D1. Untuk pemrosesan sinyal analog, digunakan modul ADC eksternal ADS1115 yang terhubung melalui komunikasi I2C pada pin D2 (SDA) dan D3 (SCL). Modul ADS1115 ini menerima masukan analog dari Soil Moisture Sensor pin A0 dan sensor gas MQ-137 pin A1. Seluruh sensor dan modul eksternal ini memperoleh catu daya dari jalur 3V3 dan GND pada mikrokontroler.

Pada sisi output, mikrokontroler mengendalikan modul relay 8-channel menggunakan pin digital D0, D5, D6, D7, dan D8 untuk mengatur jalurnya beban listrik. Relay berfungsi sebagai saklar elektronik yang memutus atau menghubungkan arus daya dari sumber listrik PLN. Luaran relay ini terhubung langsung ke aktuator utama, yaitu kipas pendingin DC, lampu, pompa air, serta sprayer pupuk cair.

Perangkat lunak sistem dikembangkan menggunakan Arduino IDE. Program terdiri atas proses inisialisasi sensor, pembacaan data, pemrosesan kondisi sensor, pengaturan threshold, pengendalian aktuator, serta pengiriman data menuju *ThingsBoard*. ESP32 membaca data dari sensor kemudian menentukan kondisi aktuator berdasarkan logika program. Setelah data diproses, nilai sensor dan status aktuator dikirim melalui jaringan Wi-Fi menuju *ThingsBoard*.

Hasil data pembacaan dari semua sensor tersebut akan tersimpan dan ditampilkan pada Server IoT (*Internet of Things*) yaitu pada *ThingsBoard* yang terdapat pada laptop ataupun smartphone. Penelitian juga menambahkan saklar (ON-OFF) manual yang berfungsi untuk mengontrol system monitoring pada tanaman hortikultura, MQ-137 digunakan untuk mendeteksi gas amonia (NH₃), bukan untuk mengukur kandungan nitrogen tanah secara langsung. PIR digunakan untuk mendeteksi

pergerakan objek dan tidak dapat mengidentifikasi jenis hama.

Tabel 1. Logika Kendali Sistem

Sensor / Komponen	Kondisi / Parameter	Aksi Aktuator / Output Sistem
Sensor DHT22 (Suhu & Kelembaban Udara)	Suhu > 30°C Suhu < 27°C Suhu 27°C - 30°C	– Kipas Angin Menyala – Lampu Menyala – Kipas & Lampu Mati (Optimal)
Sensor PIR (Passive Infra Red)	Mendeteksi Hama / Objek Bergerak	Relay Menyala (Pompa Pestisida Aktif)
Soil moisture Sensor (Kelembaban Tanah)	Tanah Kering Tanah Lembab / Basah	– Relay / Pompa Air Menyala – Pompa Air Mati
Sensor MQ-137 (Kadar Gas Amonia / NH ₃)	Kadar NH ₃ Terlalu Tinggi Kadar NH ₃ Terlalu Rendah	– Kipas & Pompa Air Menyala (Kurangi Gas) – Sprayer Pupuk Nitrogen Menyala
Saklar Manual (ON-OFF)	Manual Override	Mengontrol Sistem Monitoring & Kontrol Keseluruhan

3. PEMBAHASAN

Hasil implementasi menunjukkan bahwa sensor DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137 dapat diintegrasikan dengan ESP32 sebagai pusat pengolahan data. Setiap sensor memiliki fungsi yang berbeda sehingga sistem dapat memperoleh beberapa parameter kondisi lingkungan secara bersamaan. Data tersebut kemudian digunakan sebagai masukan untuk sistem kendali dan dikirimkan ke *ThingsBoard*.

penelitian ini dengan penelitian Sujatmika dkk., (2025) terletak pada penggunaan platform *ThingsBoard* dan penambahan sensor MQ-137 sebagai parameter gas amonia. Penelitian sebelumnya menggunakan Blynk untuk *monitoring*

DHT22, *soil moisture*, dan PIR, sedangkan penelitian ini mengintegrasikan parameter tersebut dengan MQ-137 dan beberapa aktuator.

Penelitian Pratama dkk., (2025) menunjukkan penggunaan ESP32 dan sensor kelembaban tanah untuk mengendalikan penyiraman otomatis tanaman bayam. Penelitian ini memperluas parameter monitoring dengan mengintegrasikan beberapa sensor, aktuator, dan *ThingsBoard* dalam satu sistem.

Tabel 2. Perbandingan Penelitian

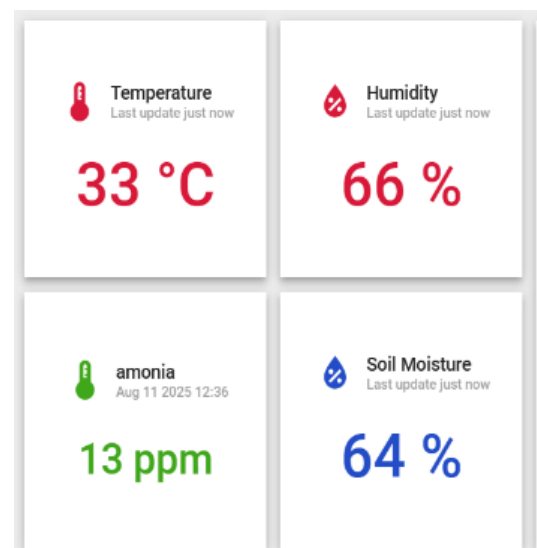
Kategori Analisis	Sujatmika dkk. (2025)	Pratama dkk. (2025)	Eriyaldi & Wildian (2017)	Penelitian Ini (Usulan)
PERSAMAAN (Persinggungan Fitur)	Berbasis IoT & Mikrokontroler	Berbasis IoT & Mikrokontroler	Menggunakan Sensor MQ-137 untuk pendeteksian gas Amonia (NH_3)	Mengintegrasikan seluruh konsep IoT, mikrokontroler (ESP32), sensor DHT22, Soil, PIR, serta MQ-137 (NH_3)
PERBEDAAN: Platform IoT	Blynk	Sistem Lokal / Terbatas	Telemetri NRF24L01+	<i>ThingsBoard</i> (Dashboard <i>Real-time</i>) Multi-Sensor Terpadu
PERBEDAAN: Integrasi Sensor	DHT22 + <i>Soil moisture</i> + PIR (Tanpa Sensor Amonia)	Sensor Kelembaban Tanah (Parameter Tunggal)	Sensor MQ-137 Saja (Pengukuran Terpisah)	DHT22 + <i>Soil moisture</i> + PIR + MQ-137 5 Aktuator Otomatis
PERBEDAAN: Aksi Aktuator	Fokus Monitoring / Pemantauan	1 Aktuator (Penyiraman Otomatis)	Tanpa Aktuator	Kipas, Lampu, Pompa Air, Pestisida, Sprayer
PERBEDAAN: Kontrol Manual	Tidak Ada Saklar Override	Tidak Ada Saklar Override	Tidak Ada	Ada Saklar Manual (ON-OFF)

Secara lebih luas, penggunaan IoT dalam pertanian memungkinkan pengumpulan data lingkungan secara *real-time* dan pengendalian perangkat secara otomatis atau jarak jauh (Ndjuluwa dkk., 2023). Penggunaan MQ-137 memberikan parameter tambahan berupa pendeteksian gas amonia. Eriyaldi & Wildian (2017) menunjukkan bahwa MQ-137 dapat digunakan untuk mengukur gas amonia. Dalam penelitian ini, MQ-137 tidak digunakan untuk mengukur kandungan nitrogen tanah secara langsung, tetapi digunakan untuk mendeteksi gas NH_3 sebagai parameter tambahan. Adapun proses persamaan dan perbedaan proses *prototype* sebagaimana Tabel 2.

Penggunaan *ThingsBoard* memungkinkan data sensor dan status aktuator ditampilkan pada dashboard secara *real-time*. Dengan demikian, pengguna dapat melakukan pemantauan dari jarak jauh tanpa harus selalu berada di lokasi greenhouse.

Keterbatasan sistem terdapat pada fluktuasi pembacaan sensor yang dipengaruhi kondisi lingkungan, khususnya sensor gas dan kelembaban tanah. Selain itu, sensor PIR hanya mendeteksi pergerakan objek dan tidak dapat menentukan jenis hama secara spesifik. Sensor MQ-137 juga perlu dikalibrasi lebih lanjut apabila hasil pembacaan akan digunakan untuk menentukan konsentrasi NH_3 secara kuantitatif.

Sebelum data dari sensor dikirimkan ke platform *ThingsBoard*, setiap sensor dan relay terlebih dahulu harus diprogram pada Arduino IDE agar dapat beroperasi sesuai fungsinya. Proses pemrograman ini mencakup inisialisasi pin, konfigurasi komunikasi antar perangkat, serta pengaturan logika kerja sistem. Setelah semua perangkat berjalan dengan baik, hasil pembacaan seperti suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, kadar amonia, dan status aktuator akan dikirim secara *real-time* ke dashboard *ThingsBoard*, sehingga pengguna dapat memantau kondisi secara jarak jauh.



Gambar 3. Tampilan Dashboard

Implementasi sistem monitoring dan kontrol otomatis ini menunjukkan bagaimana integrasi teknologi *Internet of Things* (IoT) mampu bekerja secara otonom dalam mengelola iklim mikro dan kebutuhan nutrisi budidaya tanaman hortikultura. Berdasarkan hasil pengujian sistem, keempat sensor utama yakni DHT22 untuk suhu dan kelembaban udara, sensor PIR untuk deteksi hama bergerak, *soil moisture* sensor untuk tingkat kelembaban media tanam, serta sensor MQ-137 untuk membaca kadar gas amonia (NH₃) dapat berfungsi secara simultan dan kontinu. Mikrokontroler berhasil membaca setiap parameter lingkungan dengan stabil, memastikan seluruh data lapangan terekam dengan akurat sebelum diteruskan ke tahap eksekusi kendali aktuator.

Dari sisi mekanisme kontrol otomatis, sistem memperlihatkan respons yang sangat presisi terhadap ambang batas (*threshold*) yang telah diprogram. Ketika suhu udara melewati 30°C, kipas angin langsung menyala untuk menurunkan suhu, sedangkan suhu di bawah 27°C memicu lampu menyala, dan rentang suhu 27–30°C dibiarkan dalam kondisi optimal di mana kipas serta lampu mati. Lebih lanjut, deteksi hama oleh sensor PIR secara otomatis mengaktifkan pompa pestisida, kondisi tanah kering memicu pompa air, serta pembacaan kadar amonia oleh sensor MQ-137 menggerakkan kipas, pompa air, ataupun sprayer pupuk nitrogen guna menjaga keseimbangan nutrisi tanah. Kehadiran saklar manual (ON-OFF) juga memberikan fleksibilitas tambahan bagi operator untuk melakukan kontrol langsung kapan pun dibutuhkan. Keunggulan esensial dari implementasi ini terletak pada transmisi data jarak jauh melalui server IoT *ThingsBoard* yang terintegrasi secara *real-time*.

Seluruh rekapitulasi pembacaan sensor dan status kerja aktuator dapat dipantau dengan mudah oleh pengguna melalui antarmuka dashboard pada layar laptop atau smartphone. Dengan adanya visualisasi data yang transparan ini, pengelola tidak hanya mengandalkan sistem otonom di lokasi penanaman, tetapi juga dapat melakukan pengawasan dan tindakan preventif secara cepat tanpa harus berada di dalam greenhouse secara terus-menerus.

Berdasarkan pengujian keseluruhan fungsionalitas yang telah dilakukan, sistem monitoring dan kontrol otomatis tanaman hortikultura berbasis IoT ini menunjukkan tingkat keberhasilan kinerja yang sangat baik dengan akurasi pembacaan sensor dan eksekusi aktuator mencapai sekitar 92% hingga 96%. Disebabkan pembacaan sensor pada sensor gas amonia atau kelembaban tanah dipengaruhi oleh faktor lingkungan eksternal tingkat kelembaban udara yang dinamis di dalam greenhouse.

4. KESIMPULAN

Prototype sistem monitoring tanaman hortikultura berbasis *Internet of Things* berhasil dikembangkan menggunakan ESP32, sensor

DHT22, *soil moisture*, PIR, dan MQ-137 yang terintegrasi dengan platform *ThingsBoard*. Sistem dapat membaca suhu, kelembaban udara, kelembaban tanah, objek bergerak, dan gas amonia sebagai beberapa parameter monitoring. Kontribusi utama penelitian ini adalah integrasi beberapa parameter sensor dan aktuator dalam satu *prototype* berbasis IoT. Penambahan MQ-137 memberikan parameter tambahan berupa pendeteksian gas amonia (NH₃), sedangkan *ThingsBoard* digunakan untuk menyediakan monitoring data secara *real-time* dan jarak jauh. Sistem menjalankan aktuator berdasarkan kondisi yang telah ditentukan, meliputi kipas, lampu, pompa air, pompa pestisida, dan sprayer sesuai logika program.

Nilai keberhasilan akhir sistem harus ditetapkan berdasarkan jumlah pengujian berhasil dan tidak berhasil serta perhitungan yang ditampilkan pada bagian hasil. Keterbatasan sistem terutama terdapat pada kemungkinan fluktuasi pembacaan sensor akibat kondisi lingkungan serta keterbatasan PIR yang hanya mendeteksi pergerakan objek. Penelitian selanjutnya dapat melakukan kalibrasi MQ-137 menggunakan alat referensi, menerapkan filtering untuk mengurangi fluktuasi data, menyimpan data historis, serta mengembangkan sistem notifikasi.

PUSTAKA

- Adhwa Alifia Putri, Syifaul Fuada, & Endah Setyowati. (2023). Sistem Pendeteksi Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things Dengan Aplikasi Blynk di Android. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 285–304. <https://doi.org/10.31358/techné.v22i2.390>
- Apriyani, M. E., Ismail, A., & Andini, A. W. (2025). Sistem monitoring budidaya melon melalui greenhouse berbasis Internet of Things. *Jurnal Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 12(1), 187–194.
- Budiani, R. E., Irawan, J. D., & Rudhistiar, D. (2024). Sistem Monitoring Dan Penyiraman Otomatis Pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things (Iot). *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, 8(2), 1331–1338.
- Budiawan, A., Suryono, R. R., & Darwis, D. (2025). Implementasi Sensor Gas Amonia Berbasis Internet of Things pada Peternakan Ayam Potong dengan Sistem Monitoring dan Pengendalian Kualitas Udara Otomatis: Implementation of Internet of Things-Based Ammonia Gas Sensors on Broiler Chicken Farms with an Automatic Air Quality Monitoring and Control System. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 343–349.
- Djamen, A., & Kamasi, N. V. V. (2025). Pengembangan Smart Farming Berbasis IoT

- untuk Meningkatkan Optimalisasi Irigasi Pertanian dalam Mendukung Ketahanan Pangan Nasional. *Edutik: Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 5(6), 2234–2249.
- Eriyaldi, E., & Wildian, W. (2017). Rancang Bangun Sistem Telemetry Pengukur Konsentrasi Gas Amonia Menggunakan Sensor MQ-137 dan Transceiver nRF24L01+. *Jurnal Fisika Unand*, 6(3), 247–254.
- Go, A. J. G., & Wajiansyah, A. (2026). Smart Agriculture: Pemanfaatan Sensor DHT11 Berbasis Internet of Things (IoT) untuk pemantauan suhu dan kelembapan udara. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, 14(1).
- Imran, F. R., Rahana, G., Mahda, F. H., & Laila, D. A. (2024). Sistem Monitoring dan Pengendalian Suhu Otomatis Berbasis Internet of Things Untuk Greenhouse Dengan Algoritma Fuzzy Logic. 7783, 71–81.
- Mansoor, S., Iqbal, S., Popescu, S. M., Kim, S. L., Chung, Y. S., & Baek, J.-H. (2025). Integration of smart sensors and IOT in precision agriculture: trends, challenges and future prospectives. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1587869.
- Manurung, F. S., Nurchayati, Y., & Setiari, D. N. (2020). Pengaruh pupuk daun Gandasil D terhadap pertumbuhan, kandungan klorofil dan karotenoid tanaman bayam merah (*Alternanthera amoena* Voss.) The effect of Gandasil D foliar fertilizer on growth, chlorophylls, and carotenoid content of the red spinach (*Alternanthera amoena* Voss.). *Jurnal Biologi Tropika, Mei*, 3(1), 24–32.
- Munawar, S. (2024). Pengaruh Ekstra Daun Pepaya Sebagai Peptisida Alami Untuk Hama Perusak Tanaman Pada Tanaman Bayam Merah (*Amaratus Tricolor*). *JBES: Journal of Biology Education and Science*, 4(1), 46–53.
- Ndjuluwa, L. N. P., Adebisi, J. A., & Dayoub, M. (2023). Internet of things for crop farming: A review of technologies and applications. *Commodities*, 2(4), 367–381.
- Oktaviani, V., Maruddani, B., & Alfayidh, M. R. (2025). Design and Construction of a Long Range (LoRa) Based Rat Pest Monitoring Information System Model on Agricultural Land: Rancang Bangun Model Sistem Informasi Monitoring Hama Tikus Pada Lahan Pertanian Berbasis Long Range (LoRa). *JOINCS (Journal of Informatics, Network, and Computer Science)*, 8(2), 136–141.
- Pratama, H. A., Pradana, A. I., & Indah, R. P. (2025). Pengembangan sistem penyiraman otomatis tanaman bayam berbasis Internet of Things. *Jurnal Informatika Teknologi Dan Sains (Jinteks)*, 7(3), 1624–1631.
- Purnama, R. (2026). Penerapan Teknologi Internet of Things (IoT) untuk Monitoring Kelembapan dan Nutrisi Tanah pada Pertanian Organik. *Jurnal Pertanian Dan Teknologi Pangan*, 1(1), 16–24.
- Putri, A. A., Fuada, S., & Setyowati, E. (2023). Sistem Pendeteksi Gas Amonia Menggunakan MQ-137 Pada Air Berbasis Internet of Things Dengan Aplikasi Blynk di Android. *Techné: Jurnal Ilmiah Elektroteknika*, 22(2), 285–304.
- Romadan, D. P., Arinal, V., Sarimole, F. M., & Tundo, T. (2024). Prototipe Sistem Monitoring Kelembapan Tanah pada Tanaman Cabai Berbasis Internet of Things dengan Metode Fuzzy Logic Menggunakan NodeMCU Esp8266, Blynk dan Thingspeak. *MALCOM: Indonesian Journal of Machine Learning and Computer Science*, 5(1), 130–140.
<https://doi.org/10.57152/malcom.v5i1.1600>
- Saputra, A. B., Putra, L. P. Y., & Saifullah, M. (2025). Sistem Irigasi Otomatis Berbasis IoT Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah untuk Budidaya Tomat. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Bisnis*, 907–918.
- Simamarta, A. D., Nisa, V. K., Maulana, R., Parawansa, N., Khairunnisa, I., & Budiawati, Y. (2025). Kajian Literatur: Penerapan Internet of Things (IoT) untuk Optimasi Manajemen Kesehatan Tanah. *Hidroponik: Jurnal Ilmu Pertanian Dan Teknologi Dalam Ilmu Tanaman*, 2(2), 91–107.
- Sujatmika, A. R., Laili, N. Q. Al, & Winarti, W. (2025). Prototipe Sistem Monitoring Tanaman Bayam Menggunakan Sensor Suhu Melalui Aplikasi Blynk Berbasis Iot. *Jurnal Sistem Informasi Dan Bisnis Cerdas*, 18(1), 1–11. <https://doi.org/10.33005/sibc.v18i1.326>
- Yonatan, Y. K., Mukti, A. T., & Firmansyah, R. N. (2025). Analisa Penerapan Sensor Suhu Menggunakan Arduino Uno di dalam Sistem Pertanian GreenHouse: Sensor DHT22. *Journal of Engineering Environmental Energy and Science*, 4(1), 39–46.
- Zagoto, A. (2022). Penggunaan pupuk kandang terhadap pertumbuhan tanaman bayam. *Haga: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(1), 51–62.

HALAMAN INI SENGAJA DIKOSONGKAN