



Perancangan Sistem Monitoring dan Kontrol Otomatis Greenhouse Hidroponik Berbasis IoT

Aqhilah Astri^{1,*}, Gladys Maria², Muhammad Junaidi³, Verdi Riskiandi⁴, Aqillah Meilika Putri⁵, Jihan Shona Zehran⁶

^{1,2,3,4,5,6}Politeknik Negeri Bengkalis, Bengkalis, Indonesia

Informasi Artikel

Sejarah Artikel:
Submit: 23 Juni 2026
Revisi: 03 Juli 2026
Diterima: 10 Juli 2026
Diterbitkan: 13 Juli 2026

Kata Kunci

Internet of Things, Hidroponik, Greenhouse,
Sistem Monitoring, Kontrol Otomatis

Korespondensi

E-mail: astriahqilah@gmail.com

A B S T R A C T

The development of the Internet of Things (IoT) has encouraged the adoption of technology in the agricultural sector, particularly in hydroponic greenhouse systems. Manual control of temperature, humidity, light intensity, and other environmental conditions often reduces the effectiveness of crop cultivation. This study presents the design of an IoT-based hydroponic greenhouse monitoring and automatic control system. The research method consisted of a literature review, system requirements analysis, and the design of both hardware and software components. The proposed system employs an Arduino Uno as the main microcontroller, environmental sensors to monitor greenhouse conditions, and an ESP8266 module for data communication via the Internet. The design results include the hardware architecture, software workflow, and an automatic monitoring and control mechanism that enables real-time environmental data to be displayed through an Android application. The proposed system design is expected to serve as a reference for the future development and implementation of IoT-based smart hydroponic greenhouse systems.

Abstrak

Perkembangan Internet of Things (IoT) mendorong penerapan teknologi pada bidang pertanian, khususnya pada sistem greenhouse hidroponik. Pengendalian suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan kondisi lingkungan yang masih dilakukan secara manual menyebabkan proses budidaya tanaman menjadi kurang efektif. Penelitian ini menghasilkan rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). Metode yang digunakan meliputi studi literatur, analisis kebutuhan sistem, serta perancangan perangkat keras dan perangkat lunak. Rancangan sistem menggunakan Arduino Uno sebagai mikrokontroler, sensor lingkungan untuk memperoleh data kondisi greenhouse, serta modul ESP8266 sebagai media komunikasi data melalui jaringan internet. Hasil perancangan berupa arsitektur perangkat keras, alur kerja perangkat lunak, serta mekanisme monitoring dan kontrol otomatis yang memungkinkan data lingkungan ditampilkan secara real-time melalui aplikasi Android. Rancangan sistem ini dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan implementasi smart greenhouse hidroponik berbasis IoT pada penelitian selanjutnya.

This is an open access article under the CC-BY-SA license



1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi yang semakin pesat telah mendorong pemanfaatan berbagai inovasi untuk memenuhi kebutuhan manusia, salah satunya melalui penerapan Internet of Things (IoT). [1] Karena kelebihan yang ditawarkan, pengembangan teknologi berbasis Internet of Things (IoT) semakin banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk sektor pertanian. [2]

Internet of Things (IoT) telah banyak diterapkan pada berbagai bidang, termasuk sektor pertanian. Pemanfaatan IoT dalam pertanian mampu membantu proses monitoring dan pengendalian kondisi lingkungan secara real-time sehingga dapat meningkatkan efisiensi kerja petani. Berdasarkan penelitian sebelumnya, teknologi IoT telah digunakan pada sistem irigasi pintar, pengaturan suhu dan kelembapan lingkungan budidaya, pendeteksian kesuburan tanah, penyiraman tanaman otomatis, hingga sistem keamanan lahan pertanian. Berbagai penerapan tersebut menunjukkan bahwa teknologi IoT memiliki peran penting dalam mendukung perkembangan pertanian modern yang lebih efektif dan efisien. Salah satu permasalahan yang sering dihadapi pada sektor pertanian adalah keterbatasan dalam melakukan pemantauan kondisi lingkungan secara terus-menerus. Kondisi seperti suhu, kelembapan, ketersediaan air, dan tingkat kesuburan media tanam sangat berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, berbagai penelitian telah mengembangkan sistem berbasis IoT yang memungkinkan proses pemantauan dilakukan secara otomatis melalui sensor dan jaringan internet. Data yang diperoleh dari sensor dapat dikirim ke database dan ditampilkan kepada pengguna secara real-time sehingga petani dapat mengambil keputusan dengan lebih cepat dan tepat dalam pengelolaan lahan pertanian. [3]

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar masyarakatnya bergantung pada sektor pertanian sebagai sumber mata pencaharian. Namun, proses budidaya masih banyak dilakukan secara konvensional dan bergantung pada kondisi cuaca sehingga produktivitas tanaman sering mengalami penurunan ketika terjadi perubahan iklim yang ekstrem. [4]

Beberapa tahun belakangan ini adanya perubahan iklim yang ekstrem berakibat buruk, salah satunya ke sektor pertanian yang gagal karena adanya kemarau panjang. Perubahan iklim ini disebabkan karena efek gas rumah kaca dan Indonesia menjadi salah satu penghasil gas rumah kaca terbanyak di dunia. [5]

Salah satu upaya untuk mengatasi hal itu ialah penggunaan Greenhouse atau yang bisa dikenal dengan rumah hijau. Greenhouse adalah sebuah bangunan seperti rumah yang menyediakan lingkungan tanam yang lebih terlindungi dari perubahan cuaca ekstrem. [6]

Di dalam Greenhouse bisa digunakan metode yang disebut dengan sistem hidroponik, yaitu metode menanam tanpa tanah dan memanfaatkan larutan nutrisi yang membuat hasil panen akan lebih aman dan sehat. Sistem hidroponik berbeda dengan sistem tanam pada umumnya, yang dimana sistem ini sangat bergantung pada pengaturan kondisi lingkungan didalam greenhouse. Namun beberapa hal seperti kelembapan udara dan pengaturan suhu masih dilakukan secara tradisional yang memakan banyak waktu dan terkadang tidak selalu akurat. [7]

Penelitian yang dilakukan oleh Rosita Dwityaningsih dkk. menerapkan teknologi smart greenhouse berbasis Internet of Things pada budidaya melon hidroponik. Sistem yang dikembangkan mampu melakukan monitoring suhu, kelembapan, pH, dan konsentrasi nutrisi secara real-time melalui perangkat yang terhubung dengan smartphone. Selain melakukan pemantauan, sistem juga dilengkapi dengan sprayer otomatis untuk membantu menjaga kondisi lingkungan greenhouse agar tetap sesuai dengan kebutuhan tanaman. Hasil penerapan teknologi tersebut menunjukkan bahwa penggunaan IoT dapat membantu petani dalam melakukan pengawasan kondisi greenhouse secara lebih mudah dan efisien. [8]

Penelitian yang dilakukan oleh Karim dkk. mengembangkan sistem monitoring tanaman hidroponik berbasis Internet of Things menggunakan Arduino Uno dan NodeMCU. Sistem yang dirancang memanfaatkan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman air, serta sensor TDS untuk mengetahui konsentrasi nutrisi pada larutan hidroponik. Data yang diperoleh dari sensor kemudian dikirimkan ke server Thingsboard menggunakan protokol MQTT dan ditampilkan dalam bentuk grafik serta chart sehingga kondisi tanaman dapat dipantau secara jarak jauh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh data sensor berhasil dikirim dan ditampilkan dengan baik sehingga sistem dapat membantu pengguna dalam memantau kondisi tanaman hidroponik secara lebih efektif. [9]

Fuada dkk. menjelaskan bahwa penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem hidroponik memberikan berbagai manfaat dalam proses budidaya tanaman, mulai dari tahap pembibitan hingga proses penyiraman dan pemberian nutrisi. Mikrokontroler seperti Arduino, ESP8266, dan ESP32 banyak digunakan sebagai pusat kendali sistem yang terhubung dengan sensor suhu, kelembapan, pH, dan TDS. Selain itu, penggunaan teknologi IoT memungkinkan proses monitoring dilakukan secara real-time sehingga membantu petani dalam melakukan pengawasan kondisi tanaman secara lebih efektif dan efisien. Hasil kajian juga menunjukkan bahwa pemanfaatan IoT pada sektor hidroponik masih memiliki peluang pengembangan yang cukup besar di Indonesia. [10]

Berdasarkan penelitian terdahulu, berbagai sistem smart greenhouse berbasis Internet of Things telah berhasil menerapkan fungsi monitoring terhadap parameter lingkungan, seperti suhu, kelembapan udara, pH, dan konsentrasi nutrisi. Beberapa penelitian juga telah mengembangkan sistem kontrol otomatis pada parameter tertentu. Namun, sebagian besar penelitian tersebut masih berfokus pada fungsi monitoring atau hanya mengendalikan satu atau beberapa parameter sehingga belum mengintegrasikan proses monitoring berbagai parameter lingkungan, pengiriman data secara real-time melalui platform IoT, serta mekanisme kontrol otomatis dalam satu rancangan sistem greenhouse hidroponik yang terpadu. Oleh karena itu, penelitian ini menghasilkan rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things yang mengintegrasikan sensor DHT22, sensor pH, sensor TDS, NodeMCU ESP8266, modul relay, dan pompa air ke dalam satu arsitektur sistem yang mendukung proses monitoring dan pengendalian lingkungan greenhouse secara otomatis. Rancangan ini diharapkan dapat menjadi acuan dalam pengembangan dan implementasi smart greenhouse hidroponik pada penelitian selanjutnya.

2. Metode Penelitian

2.1. Tahapan Penelitian

Prosedur perancangan sistem dilakukan melalui beberapa tahapan, yaitu studi literatur, analisis kebutuhan sistem, perancangan perangkat keras (hardware), perancangan perangkat lunak (software), perancangan sistem Internet of Things (IoT), serta penyusunan rancangan sistem secara keseluruhan. Tahapan tersebut dilakukan untuk menghasilkan rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik yang terintegrasi.



Gambar 1. Prosedur Perancangan Sistem

Gambar 1 menunjukkan tahapan perancangan sistem yang dilakukan dalam penelitian ini. Proses diawali dengan studi literatur untuk memperoleh referensi yang berkaitan dengan teknologi Internet of Things (IoT), greenhouse, hidroponik, sensor, dan mikrokontroler yang digunakan. Selanjutnya dilakukan analisis kebutuhan sistem untuk menentukan komponen perangkat keras dan perangkat lunak yang diperlukan. Tahap berikutnya meliputi perancangan perangkat keras, perancangan perangkat lunak, serta perancangan sistem IoT yang akan digunakan pada sistem. Hasil dari tahapan tersebut kemudian disusun menjadi rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things yang terintegrasi.

2.2. Data dan Alat Penelitian

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data sekunder yang diperoleh melalui studi literatur. Data tersebut berupa parameter suhu udara, kelembapan udara, tingkat keasaman (pH) larutan nutrisi, dan konsentrasi nutrisi (TDS) yang menjadi acuan dalam perancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik. Parameter tersebut digunakan untuk menentukan kondisi lingkungan tanam serta menjadi dasar dalam proses pengambilan keputusan pada sistem kontrol otomatis. [11] Parameter-parameter tersebut digunakan sebagai dasar dalam merancang sistem monitoring dan kontrol otomatis guna menjaga kondisi lingkungan tanam agar tetap optimal.

Alat yang digunakan dalam perancangan sistem ini terdiri dari beberapa komponen utama yang saling terhubung untuk membentuk sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things (IoT). NodeMCU ESP8266 digunakan sebagai mikrokontroler utama yang berfungsi untuk memproses data dari sensor serta mengirimkan informasi hasil monitoring melalui jaringan internet. Pemilihan NodeMCU ESP8266 didasarkan pada kemampuannya yang telah dilengkapi modul WiFi sehingga memudahkan pengembangan perangkat berbasis IoT dan komunikasi data secara real-time. [12]

Selain itu, sensor pH digunakan untuk mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi hidroponik, sedangkan sensor TDS digunakan untuk mengetahui konsentrasi nutrisi yang terkandung dalam larutan. Data yang diperoleh dari sensor akan diproses oleh NodeMCU untuk menentukan kondisi lingkungan tanam. Relay digunakan sebagai penghubung antara mikrokontroler dan aktuator sehingga sistem dapat melakukan pengendalian secara otomatis.

Sebagai aktuator, pompa air digunakan untuk menyalurkan air dan larutan nutrisi sesuai kebutuhan tanaman. Smartphone digunakan sebagai media monitoring yang memungkinkan pengguna memantau kondisi greenhouse dari jarak jauh melalui platform berbasis IoT. Seluruh komponen tersebut saling terintegrasi sehingga mampu membentuk sistem monitoring dan kontrol otomatis yang mendukung pengelolaan greenhouse hidroponik secara lebih efektif dan efisien.

Tabel 1. Daftar Komponen

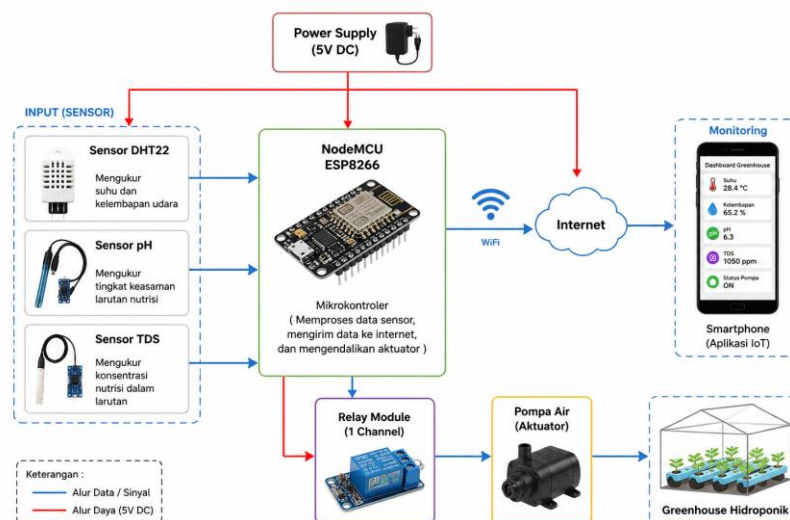
No	Nama Komponen	Fungsi
1	NodeMCU ESP8266	Memproses data sensor dan mengirim data melalui internet
2	Sensor DHT 22	Membaca suhu dan kelembapan udara
3	Sensor Ph	Mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi
4	Sensor TDS	Mengukur konsentrasi nutrisi dalam larutan
5	Relay Module	Menghubungkan mikrokontroler dengan aktuator
6	Pompa Air	Menyalurkan air atau larutan nutrisi sebagai akuator sistem
7	Arduino IDE	Pemrograman dan konfigurasi sistem

2.3. Validasi Rancangan Sistem

Validasi rancangan dilakukan dengan cara membandingkan rancangan sistem yang diusulkan dengan hasil penelitian terdahulu mengenai greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things. Proses validasi meliputi kesesuaian pemilihan komponen perangkat keras, alur kerja perangkat lunak, mekanisme komunikasi data menggunakan NodeMCU ESP8266, serta proses monitoring dan kontrol otomatis yang dirancang. Selain itu, validasi dilakukan melalui analisis kesesuaian fungsi setiap komponen terhadap kebutuhan sistem berdasarkan referensi yang digunakan.

3. Hasil dan Pembahasan (Ditulis dengan 11pt)

3.1. Hasil Perancangan Perangkat Keras



Gambar 2. Perancangan Sistem Perangkat Keras

Sistem yang dirancang terdiri dari beberapa tahap utama yaitu tahap input dari berbagai sensor, tahap pemrosesan menggunakan mikrokontroler, tahap kontrol melalui aktuator, dan tahap monitoring menggunakan platform IoT ThingSpeak yang dapat diakses melalui smartphone. Pada tahap input, data lingkungan dikumpulkan menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi pada sistem hidroponik, dan sensor TDS untuk mengukur konsentrasi nutrisi dalam larutan air. Data dari ketiga sensor tersebut akan direspons dan diproses oleh mikrokontroler ESP8266 (NodeMCU), dimana

mikrokontroler akan memberikan informasi melalui jaringan internet ke platform IoT ThingSpeak, dan mikrokontroler dirancang untuk memberikan informasi secara real-time tentang kondisi lingkungan berdasarkan sensor yang telah terkumpul. Berdasarkan hasil pemrosesan data tersebut, mikrokontroler mengirimkan sinyal kontrol ke relay module dengan 1 channel yang terhubung ke pompa air sebagai aktuator, dimana relay module berfungsi sebagai saklar elektronik untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air sesuai dengan logika yang telah diprogramkan untuk mengatur sistem irigasi pada greenhouse hidroponik. Peran Internet of Things pada rancangan ini adalah sebagai media komunikasi data antara NodeMCU ESP8266 dan platform IoT ThingSpeak. Data hasil pembacaan sensor dikirimkan secara real-time ke platform tersebut melalui jaringan internet sehingga dapat dipantau oleh pengguna menggunakan smartphone. Selain menampilkan informasi kondisi greenhouse, platform ThingSpeak juga menyediakan fasilitas penyimpanan data historis yang dapat diunduh sebagai bahan evaluasi kondisi lingkungan greenhouse. [13]

Pada rancangan sistem ini, NodeMCU ESP8266 berfungsi sebagai pusat kendali yang menghubungkan seluruh komponen perangkat keras. Pemilihan NodeMCU dilakukan karena mikrokontroler ini telah dilengkapi dengan modul WiFi sehingga mampu mendukung komunikasi data melalui jaringan internet tanpa memerlukan perangkat tambahan. Dengan adanya konektivitas tersebut, proses pengiriman data sensor menuju platform monitoring dapat dilakukan secara lebih mudah dan efisien. Selain berfungsi sebagai pengolah data, NodeMCU juga bertanggung jawab dalam menjalankan logika kontrol yang telah dirancang sehingga sistem dapat memberikan respons terhadap perubahan kondisi lingkungan greenhouse.

Sensor DHT22 digunakan untuk memperoleh informasi mengenai suhu dan kelembaban udara di dalam greenhouse. Kedua parameter tersebut memiliki peran penting dalam pertumbuhan tanaman karena kondisi lingkungan yang tidak sesuai dapat memengaruhi proses fotosintesis dan perkembangan tanaman. Melalui sensor ini, sistem dirancang untuk dapat mengetahui kondisi udara secara berkala dan menyediakan informasi yang diperlukan untuk proses monitoring. Data suhu dan kelembaban yang diperoleh kemudian dikirimkan ke mikrokontroler untuk diproses lebih lanjut bersama dengan data dari sensor lainnya.

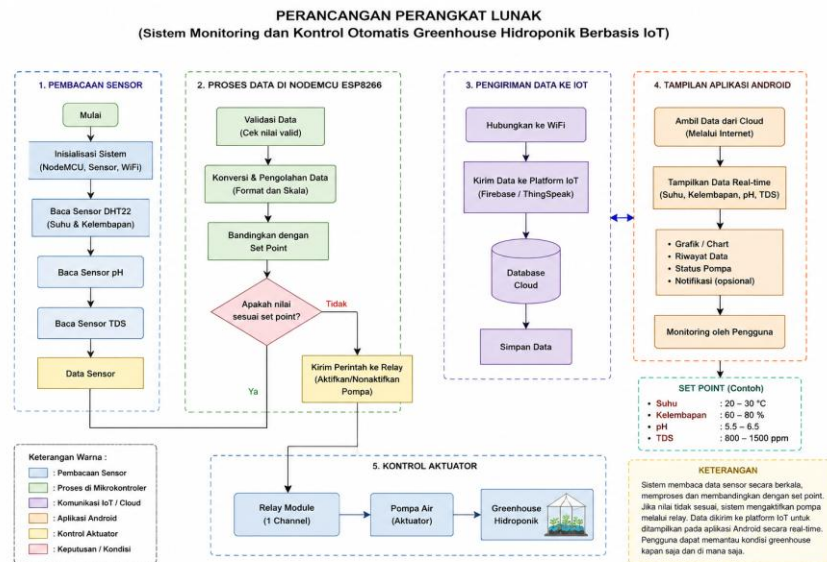
Selain sensor DHT22, sistem juga memanfaatkan sensor pH untuk memantau tingkat keasaman larutan nutrisi hidroponik. Parameter pH menjadi salah satu faktor penting dalam budidaya hidroponik karena memengaruhi kemampuan tanaman dalam menyerap unsur hara yang tersedia pada larutan nutrisi. Nilai pH yang terlalu tinggi maupun terlalu rendah dapat menyebabkan penyerapan nutrisi menjadi kurang optimal. Oleh karena itu, keberadaan sensor pH pada rancangan sistem ini diharapkan dapat membantu pengguna dalam mengetahui kondisi larutan nutrisi secara lebih cepat dan akurat.

Sensor TDS digunakan untuk mengukur jumlah zat terlarut yang terkandung dalam larutan nutrisi hidroponik. Nilai TDS dapat digunakan sebagai indikator konsentrasi nutrisi yang tersedia bagi tanaman. Dengan adanya sensor ini, pengguna dapat memantau kondisi nutrisi secara lebih mudah tanpa harus melakukan pengukuran secara manual. Informasi yang diperoleh dari sensor TDS kemudian dipadukan dengan data dari sensor lainnya sehingga menghasilkan informasi yang lebih lengkap mengenai kondisi lingkungan greenhouse hidroponik.

Pada bagian kontrol, relay module berfungsi sebagai penghubung antara NodeMCU dan pompa air. Relay memungkinkan mikrokontroler yang bekerja pada tegangan rendah untuk mengendalikan perangkat dengan kebutuhan daya yang lebih besar. Ketika kondisi tertentu terdeteksi oleh sensor, NodeMCU dapat mengirimkan sinyal ke relay untuk mengaktifkan atau menonaktifkan pompa air sesuai dengan kebutuhan sistem. Mekanisme ini memungkinkan proses pengendalian dilakukan secara otomatis tanpa memerlukan intervensi pengguna secara langsung.

Secara keseluruhan, integrasi antara sensor, mikrokontroler, relay, pompa air, dan platform IoT ThingSpeak menghasilkan sebuah rancangan sistem yang mampu mendukung proses monitoring dan kontrol otomatis pada greenhouse hidroponik. Melalui platform ThingSpeak yang diakses menggunakan smartphone, pengguna dapat memantau kondisi suhu, kelembapan udara, pH, dan konsentrasi nutrisi secara real-time dari lokasi yang memiliki koneksi internet. Rancangan ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi dalam mendukung pengelolaan greenhouse hidroponik yang lebih efektif, efisien, dan sesuai dengan perkembangan teknologi pertanian modern.

3.2. Hasil Perancangan Perangkat Lunak



Gambar 3. Perancangan Sistem Perangkat Lunak

Pada rancangan perangkat lunak, sistem membandingkan hasil pembacaan sensor dengan nilai set point yang telah ditentukan. Apabila salah satu parameter berada di luar rentang yang ditetapkan, NodeMCU ESP8266 akan mengirimkan perintah kepada relay untuk mengaktifkan pompa air sebagai aktuator. Sebaliknya, apabila seluruh parameter masih berada pada rentang set point, sistem hanya melakukan proses monitoring dan pengiriman data ke platform IoT ThingSpeak tanpa mengaktifkan aktuator. Mekanisme ini memungkinkan proses monitoring dan kontrol otomatis berjalan sesuai dengan logika yang telah dirancang

Sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik dirancang dengan lima tahap utama yaitu pembacaan sensor, proses data di mikrokontroler, pengiriman data ke platform IoT, tampilan monitoring pada smartphone, dan kontrol aktuator. Pada tahap pembacaan sensor, data lingkungan diperoleh menggunakan sensor DHT22 untuk mengukur suhu dan kelembapan udara, sensor pH untuk mengukur tingkat keasaman larutan nutrisi, dan sensor TDS untuk mengukur konsentrasi nutrisi dalam larutan air di dalam greenhouse. Data dari ketiga sensor tersebut dirancang untuk diproses oleh mikrokontroler NodeMCU ESP8266, yang melakukan validasi data, konversi dan pengolahan data sesuai format dan skala, kemudian membandingkan dengan set point yang telah ditetapkan untuk menentukan tindakan kontrol selanjutnya. [14]

Sebagai acuan dalam proses kontrol otomatis, setiap parameter memiliki nilai set point berdasarkan kebutuhan tanaman hidroponik. Nilai suhu ideal berada pada rentang 25–30°C, kelembapan udara 60–80%, pH larutan nutrisi 5,5–6,5, dan konsentrasi nutrisi (TDS) 560–840 ppm. Apabila hasil pembacaan sensor berada di luar rentang tersebut, sistem akan memberikan perintah kepada aktuator sesuai logika yang telah dirancang.

Pada rancangan perangkat lunak ini, NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pusat pengendali sistem yang bertugas menerima data dari seluruh sensor yang terhubung. Setiap data yang diterima akan diproses sesuai logika program yang telah dirancang sehingga sistem dapat mengetahui kondisi

lingkungan greenhouse berdasarkan parameter yang diukur. Pemrosesan data dilakukan secara berurutan mulai dari pembacaan nilai sensor, penyimpanan data sementara, hingga pengiriman informasi ke platform IoT melalui jaringan internet.

Selain melakukan pengolahan data, perangkat lunak juga dirancang untuk mengatur komunikasi antara NodeMCU ESP8266, relay, dan platform IoT ThingSpeak sehingga proses monitoring dan pengendalian dapat berjalan secara terintegrasi. Mekanisme ini memungkinkan sistem melakukan pengiriman data sensor sekaligus memberikan perintah kepada aktuator berdasarkan logika kontrol yang telah dirancang.

Proses komunikasi data menjadi salah satu bagian penting dalam perancangan perangkat lunak ini. NodeMCU ESP8266 memanfaatkan koneksi WiFi untuk menghubungkan sistem dengan platform IoT ThingSpeak yang digunakan sebagai media monitoring. Data yang diperoleh dari sensor dirancang untuk dikirimkan secara berkala sehingga pengguna dapat memperoleh informasi terbaru mengenai kondisi greenhouse. Pemanfaatan teknologi Internet of Things memungkinkan proses pemantauan dilakukan tanpa harus berada secara langsung di lokasi greenhouse, karena informasi dapat diakses melalui perangkat yang terhubung ke internet.

Pada sisi pengguna, perangkat lunak juga dirancang untuk menampilkan data sensor dalam bentuk dashboard monitoring. Dashboard tersebut berfungsi sebagai antarmuka yang menampilkan informasi mengenai suhu udara, kelembaban udara, tingkat keasaman larutan nutrisi, konsentrasi nutrisi, serta status aktuator yang digunakan pada sistem. Melalui tampilan tersebut, pengguna dapat mengetahui kondisi greenhouse secara lebih mudah karena seluruh parameter penting ditampilkan dalam satu halaman monitoring. Selain itu, data yang tersimpan pada platform IoT juga dapat digunakan sebagai dokumentasi kondisi lingkungan greenhouse dalam periode tertentu.

Rancangan perangkat lunak ini juga memberikan dukungan terhadap proses pengendalian sistem. Selain mendukung proses monitoring secara real-time, perangkat lunak juga dirancang agar mampu mengendalikan aktuator berdasarkan kondisi lingkungan yang terdeteksi oleh sensor. Dengan adanya integrasi antara sensor, mikrokontroler, aktuator, dan platform IoT, proses monitoring dan pengendalian dapat dilakukan dalam satu sistem yang saling terhubung. Hal tersebut menjadikan rancangan sistem lebih terintegrasi dibandingkan proses pemantauan dan pengendalian yang dilakukan secara manual.

Secara keseluruhan, perancangan perangkat lunak pada sistem greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things bertujuan mengintegrasikan proses pembacaan sensor, pengolahan data, pengiriman informasi ke platform IoT ThingSpeak, serta pengendalian aktuator ke dalam satu alur kerja yang terhubung. Rancangan ini memungkinkan proses monitoring kondisi greenhouse dilakukan secara real-time melalui dashboard ThingSpeak serta mendukung mekanisme kontrol otomatis berdasarkan nilai set point yang telah ditentukan. Dengan demikian, rancangan perangkat lunak dapat menjadi acuan dalam pengembangan sistem greenhouse hidroponik berbasis IoT pada penelitian selanjutnya.

3.3. Analisis dan Pembahasan Rancangan Sistem

Rancangan sistem yang dibuat mengintegrasikan teknologi Internet of Things (IoT) dengan sistem greenhouse hidroponik untuk mendukung proses monitoring dan kontrol secara otomatis. Sistem memanfaatkan NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama yang terhubung dengan sensor DHT22, sensor pH, dan sensor TDS. Data yang diperoleh dari sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 kemudian dikirimkan ke platform IoT ThingSpeak melalui jaringan internet sehingga informasi kondisi greenhouse dapat dipantau secara real-time melalui smartphone.

Penerapan konsep Internet of Things pada greenhouse memberikan kemudahan dalam proses pemantauan kondisi lingkungan tanam tanpa harus melakukan pengecekan secara langsung. Informasi mengenai suhu, kelembaban udara, tingkat keasaman larutan nutrisi, dan konsentrasi nutrisi dapat diakses dari jarak jauh sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi greenhouse setiap

saat. Selain itu, keberadaan sistem kontrol otomatis memungkinkan pompa air diaktifkan secara otomatis ketika hasil pembacaan sensor berada di luar rentang set point yang telah ditentukan.

Rancangan sistem ini mengintegrasikan fungsi monitoring dan kontrol otomatis ke dalam satu arsitektur sehingga proses pengelolaan greenhouse tidak lagi bergantung pada pengamatan manual. Integrasi tersebut memungkinkan data dari berbagai sensor diproses secara bersamaan oleh NodeMCU ESP8266, kemudian dikirimkan ke platform IoT ThingSpeak untuk ditampilkan secara real-time. Dengan pendekatan ini, pengguna dapat memperoleh informasi kondisi greenhouse sekaligus mengetahui respons sistem terhadap perubahan parameter lingkungan. Integrasi monitoring dan kontrol dalam satu sistem menjadi salah satu nilai tambah dibandingkan rancangan yang hanya berfokus pada proses monitoring.

Dalam rancangan ini, sensor DHT22 digunakan untuk memperoleh informasi mengenai suhu dan kelembapan udara yang merupakan parameter penting dalam pertumbuhan tanaman. Kondisi suhu dan kelembapan yang tidak sesuai dapat memengaruhi proses pertumbuhan tanaman sehingga diperlukan proses pemantauan secara berkala. Selain itu, sensor pH digunakan untuk mengetahui tingkat keasaman larutan nutrisi hidroponik karena nilai pH yang tidak sesuai dapat memengaruhi penyerapan unsur hara oleh tanaman. Sensor TDS digunakan untuk memperoleh informasi mengenai konsentrasi nutrisi yang terkandung dalam larutan hidroponik sehingga pengguna dapat mengetahui kondisi nutrisi tanaman berdasarkan data yang ditampilkan oleh sistem.

Penggunaan NodeMCU ESP8266 pada rancangan ini dipilih karena perangkat tersebut telah dilengkapi dengan modul WiFi yang memungkinkan komunikasi data melalui jaringan internet. Dengan adanya konektivitas tersebut, data yang diperoleh dari sensor dapat dikirimkan menuju platform monitoring berbasis IoT tanpa memerlukan perangkat komunikasi tambahan. Pemanfaatan NodeMCU juga mendukung integrasi antara proses monitoring dan kontrol dalam satu sistem yang saling terhubung sehingga rancangan menjadi lebih sederhana dan mudah dikembangkan pada penelitian selanjutnya.

Selain berfungsi sebagai media monitoring, platform IoT ThingSpeak yang digunakan juga dirancang untuk menjadi sarana penyimpanan data hasil pembacaan sensor. Data yang tersimpan dapat digunakan sebagai dokumentasi kondisi lingkungan greenhouse dalam periode tertentu. Melalui penyimpanan data tersebut, pengguna dapat melihat perubahan kondisi lingkungan yang terjadi dari waktu ke waktu sehingga proses pengawasan dapat dilakukan secara lebih terstruktur. Kemampuan penyimpanan data ini menjadi salah satu keunggulan teknologi IoT dibandingkan proses pemantauan konvensional yang umumnya masih dilakukan secara manual.

Konsep yang digunakan pada rancangan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Simangunsong dkk. yang menyatakan bahwa integrasi Internet of Things memungkinkan data sensor dan status aktuator dikirim ke platform monitoring melalui koneksi internet sehingga pengguna dapat memantau kondisi greenhouse secara real-time dari jarak jauh. Penelitian tersebut juga menunjukkan bahwa sistem IoT mampu memberikan informasi yang dapat diakses kapan saja oleh pengelola greenhouse sehingga mendukung proses pengambilan keputusan yang lebih cepat dan efektif. [15]

Dari sisi rancangan, penggunaan NodeMCU ESP8266 memberikan keuntungan karena mikrokontroler telah memiliki modul WiFi terintegrasi sehingga komunikasi data menuju platform IoT dapat dilakukan tanpa memerlukan perangkat tambahan. Hal tersebut membuat rancangan menjadi lebih sederhana, mengurangi jumlah komponen, serta mempermudah proses implementasi apabila sistem dikembangkan menjadi prototipe pada penelitian selanjutnya. Selain memberikan kemudahan dalam proses monitoring, rancangan ini juga memiliki potensi untuk meningkatkan efisiensi pengelolaan greenhouse. Proses pengambilan keputusan yang sebelumnya dilakukan secara manual dapat dibantu oleh sistem berdasarkan data sensor yang diperoleh secara real-time. Dengan

demikian, kemungkinan terjadinya keterlambatan dalam penanganan perubahan kondisi lingkungan dapat diminimalkan sehingga kondisi tanaman dapat lebih terjaga.

Apabila dibandingkan dengan proses pengelolaan greenhouse secara konvensional, rancangan yang diusulkan menawarkan pendekatan yang lebih terintegrasi karena proses pemantauan dan pengendalian berada dalam satu sistem. Pengguna tidak hanya memperoleh informasi mengenai kondisi lingkungan greenhouse, tetapi juga dapat memanfaatkan sistem untuk membantu proses pengendalian berdasarkan data yang diperoleh dari sensor. Dengan demikian, rancangan ini berpotensi mengurangi ketergantungan terhadap proses pengecekan secara manual yang memerlukan waktu dan tenaga lebih banyak.

Meskipun demikian, penelitian ini masih berada pada tahap perancangan sehingga kinerja sistem belum dapat dievaluasi melalui pengujian secara langsung. Parameter seperti akurasi sensor, waktu respons aktuator, kestabilan komunikasi data, serta performa platform IoT masih memerlukan pengujian pada tahap implementasi. Oleh karena itu, penelitian selanjutnya perlu merealisasikan rancangan ini dalam bentuk prototipe agar seluruh fungsi sistem dapat divalidasi secara empiris.

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things yang diusulkan memiliki potensi untuk membantu proses pengelolaan tanaman secara lebih modern. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, jaringan internet, dan perangkat pengguna memungkinkan proses monitoring dilakukan secara berkelanjutan serta mendukung pengendalian kondisi lingkungan greenhouse secara otomatis sesuai kebutuhan tanaman. Selain itu, rancangan ini juga menunjukkan bagaimana pemanfaatan teknologi IoT dapat diterapkan pada sektor pertanian untuk mendukung pengelolaan greenhouse hidroponik yang lebih efektif, terstruktur, dan sesuai dengan perkembangan teknologi digital saat ini.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan yang telah dilakukan, penelitian ini menghasilkan rancangan sistem monitoring dan kontrol otomatis greenhouse hidroponik berbasis Internet of Things (IoT) yang mengintegrasikan NodeMCU ESP8266, sensor DHT22, sensor pH, sensor TDS, relay, dan pompa air ke dalam satu sistem yang saling terhubung. Rancangan tersebut dirancang untuk mendukung proses monitoring kondisi lingkungan greenhouse secara real-time melalui platform IoT ThingSpeak, sehingga informasi mengenai suhu, kelembapan udara, pH, konsentrasi nutrisi, serta status aktuator dapat diakses menggunakan smartphone. Integrasi antara sensor, mikrokontroler, komunikasi internet, dan aktuator menunjukkan bahwa konsep Internet of Things berpotensi diterapkan untuk mendukung pengelolaan greenhouse hidroponik secara lebih efektif dan efisien.

Meskipun demikian, penelitian ini masih berada pada tahap perancangan sehingga kinerja sistem belum dapat dibuktikan melalui implementasi dan pengujian secara langsung. Oleh karena itu, parameter seperti akurasi sensor, waktu respons aktuator, kestabilan komunikasi data, serta keandalan platform IoT masih memerlukan validasi pada tahap pengembangan berikutnya. Dengan demikian, penelitian selanjutnya diharapkan dapat merealisasikan rancangan ini dalam bentuk prototipe serta melakukan pengujian pada kondisi greenhouse yang sebenarnya agar kinerja sistem dapat dievaluasi secara empiris dan dikembangkan menjadi solusi yang lebih optimal bagi penerapan smart greenhouse hidroponik.

Daftar Pustaka

- [1] F. Fadhillah dan M. Hardjianto, "Sistem Monitoring dan Kendali Tanaman Hidroponik berbasis Internet of Things pada Smart Green House," *J. Ticom Technol. Inf. Commun.*, vol. 11, no. 1, pp. 39–43, 2022.

- [2] H. R. Lubis, "RANCANG BANGUN SMART SYSTEM RUANG GREENHOUSE BERBASIS IOT DENGAN MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2020.
- [3] G. H. Sandi dan Y. Fatma, "PEMANFAATAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BIDANG PERTANIAN," JATI J. Mhs. Tek. Inform., vol. 7, no. 1, pp. 1–5, 2023.
- [4] R. S. Ronaldo, R. S. Wahjudi, R. Hongningsih, dan S. Sulaiman, "PERANCANGAN SMART GREENHOUSE SEBAGAI BUDIDAYA TANAMAN HIDROPONIK BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT)," KOCENIN., vol.6, no. 1, pp. 1-6, 2020.
- [5] N. Anggraini, K. D. Vieri, L. K. Wardhani, A. C. Wardhana, dan D. Saputra, "Sistem Pintar Penyiram Tanaman Menggunakan Teknologi IoT dan Fuzzy Inference System dalam Rangka Mewujudkan Green Campus di UIN Syarif Hidayatullah Jakarta," Build. Inform. Technol. Sci. BITS, vol. 4, no. 2, pp. 888-895, 2022.
- [6] D. N. Rizkiani, A. Sumadyo, dan A. Marlina, "GREENHOUSE SEBAGAI WADAH PENELITIAN HORTIKULTURA," SENTHON. Jurnal Ilmiah Mahasiswa Arsitektur., vol. 3, no. 2, pp. 461-470, 2020.
- [7] I. E. Tarigan, "RANCANG BANGUN SMART KONTROL SUHU DAN KELEMBAPAN PADA GREEN HOUSE HIDROPONIK MENGGUNAKAN NODEMCU BERBASIS ANDROID," Universitas Medan Area, Medan, 2024.
- [8] R. Dwityaningsih, Zaenurrohman, dan S. S. Ningrum, "Penerapan Smart Greenhouse pada Sistem Hidroponik 'Melon Gadis' Kampung KB GADIS Tegalreja Cilacap Selatan," E-DIMAS J. Pengabdi. Kpd. Masy., vol. 17, no. 1, pp. 78-84, 2026.
- [9] S. Karim, I. M. Khamidah, dan Yulianto, "Sistem Monitoring Pada Tanaman Hidroponik Menggunakan Arduino UNO dan NodeMCU," Bul. Poltanesa, vol. 22, no. 1, pp. 75-79, 2021.
- [10] S. Fuada, E. Setyowati, G. I. Aulia, dan D. W. Riani, "NARATIVE REVIEW PEMANFAATAN INTERNET-OF-THINGS UNTUK APLIKASI SEED MONITORING AND MANAGEMENT SYSTEM PADA MEDIA TANAMAN HIDROPONIK DI INDONESIA," INFOTECH J., vol. 9, no. 1, pp. 38–45, 2023.
- [11] E. Mufida, R. S. Anwar, R. A. Khodir, dan I. P. Rosmawati, "Perancangan Alat Pengontrol pH Air Untuk Tanaman Hidroponik Berbasis Arduino Uno," INSANtek J. Inov. Dan Sains Tek. Elektro, vol. 1, no. 1, pp. 13–19, 2020.
- [12] A. Izzinnahdi, R. A. Murdiantoro, dan E. U. Armin, "Sistem Pemantauan Kondisi Air Hidroponik Berbasis Internet of Things Menggunakan NodeMCU ESP8266," J. Telecommun. Electron. CONTROL Eng. JTECE, vol. 3, no. 2, pp. 56–63, 2021.
- [13] A. Kurniawan, S. Sulitiadi, dan A. Ristiono, "Monitoring Iklim Mikro pada Greenhouse Secara Real Time Menggunakan Internet of Things (IoT) Berbasis Thingspeak," J. Tek. Pertan. Lampung, vol. 10, no. 4, pp. 468–480, 2021.
- [14] A. Kristianto, C. A. Chai, D. Chainatra, K. Onggie, dan J. Alexander, "Penerapan Smart Greenhouse Untuk Optimalisasi Hasil Pertanian Hidroponik dengan Implementasi IoT dan Machine Learning di Syifa Hidroponik," vol. 3, no. 2, pp. 246-254, 2023.
- [15] S. Chrisvan, S. Rijodi, dan G. Menna, "Rancang Bangun Sistem Smart Greenhouse Berbasis IoT dengan Kendali Logika Fuzzy Menggunakan 4 Parameter Sensor," J. SAINS Stud. Res., vol. 4, no. 2, pp. 518–526, Apr 2026.