

PERANCANGAN APLIKASI SMART GREENHOUSE BERBASIS IOT UNTUK OPTIMALISASI PERTUMBUHAN SAYURAN

Aji Nur Iman¹, Suyud Widiono²

¹Program Studi Informatika, Universitas Teknologi Yogyakarta, ²Program Studi Sains Data, Universitas Teknologi Yogyakarta

Jl. Siliwangi (Ringroad Utara) Jombor, Kab. Sleman, D.I.Yogyakarta 55284
¹aji.5210411242@student.utv.ac.id, ²suyud.w@utv.ac.id

Abstract

The development of agriculture has led to innovative solutions for food-related challenges, one of which is the Smart Greenhouse based on the Internet of Things (IoT). This technology enables real-time monitoring and control of plant environmental conditions, facilitating the maintenance and optimization of plant growth even with limited resources. Challenges such as pollution, limited land, and climate change often hinder productivity. The application of IoT-based Smart Greenhouse technology is crucial for maintaining plant quality and health. The system uses DHT11 sensors to monitor air humidity, YL-69 sensors for soil moisture, and relays to control lights and water pumps. The nodeMCU Esp8266 connects the system to the internet, providing real-time data to the server. The implementation results show significant differences between greenhouses with and without IoT. Non-IoT greenhouses experience fluctuations in temperature and humidity, which negatively impact plant growth. In contrast, IoT-equipped greenhouses maintain environmental stability, improve crop yields, and reduce water and energy consumption. IoT technology has proven to enhance efficiency and productivity, resulting in higher quality crops compared to conventional methods.

Keywords : Internet of Things, Smart Greenhouse, nodeMCU Esp8266, Sensor, Arduino

Abstrak

Perkembangan pertanian menghasilkan solusi inovatif terhadap permasalahan pangan, salah satunya Smart Greenhouse berbasis Internet of Things (IoT). Teknologi ini memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan tanaman secara real-time, memudahkan pemeliharaan serta optimalisasi pertumbuhan tanaman meski dengan sumber daya terbatas. Tantangan seperti polusi, keterbatasan lahan, dan perubahan iklim sering menghambat produktivitas. Penerapan Smart Greenhouse berbasis IoT penting untuk menjaga kualitas dan kesehatan tanaman. Sistem menggunakan sensor DHT11 untuk kelembaban udara, YL-69 untuk kelembaban tanah, dan relay untuk mengontrol lampu serta pompa air. nodeMCU Esp8266 menghubungkan sistem ke internet untuk menyediakan data real-time ke server. Hasil implementasi menunjukkan perbedaan signifikan antara greenhouse dengan dan tanpa IoT. Greenhouse tanpa IoT mengalami fluktuasi suhu dan kelembaban yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, greenhouse dengan IoT menjaga stabilitas lingkungan, meningkatkan hasil panen, dan mengurangi penggunaan air serta energi. Teknologi IoT terbukti meningkatkan efisiensi dan produktivitas, memberikan hasil tanaman berkualitas lebih baik dibandingkan metode konvensional.

Kata kunci : Internet of Things, Smart Greenhouse, nodeMCU Esp8266, Sensor, Arduino

1. PENDAHULUAN

Kemajuan teknologi yang pesat, terutama dalam bidang Internet of Things (IoT), telah membawa era baru dalam pemantauan dan

pengumpulan data lingkungan [1]. Namun, meskipun greenhouse menyediakan lingkungan yang lebih terkendali untuk pertumbuhan tanaman, masih terdapat berbagai kendala dalam pertanian sayur. Salah satu masalah utama adalah

fluktuasi suhu dan kelembaban yang sulit dikontrol secara manual, yang berdampak negatif pada pertumbuhan tanaman, terutama pada sayuran yang memerlukan kondisi lingkungan stabil. Keterbatasan sumber daya tenaga kerja juga menjadi tantangan, karena pengawasan manual terhadap kondisi tanaman dalam greenhouse memerlukan waktu dan tenaga yang besar. Oleh karena itu, penggunaan teknologi IoT menjadi solusi potensial untuk mengatasi tantangan ini, dengan memungkinkan pemantauan dan pengendalian kondisi lingkungan secara real-time, serta optimasi penggunaan sumber daya seperti air dan energi. Dengan perkembangan ini, muncul inovasi yang memungkinkan pengendalian perangkat teknologi dari jarak jauh melalui Internet untuk meningkatkan efisiensi dan menghemat waktu yang dikenal sebagai Internet of Things atau IoT [2]. Dengan adanya Konsep Internet of Things (IoT) bertujuan untuk memaksimalkan manfaat aplikasi berbasis internet yang terus terhubung. Ini memungkinkan kita untuk terhubung, berkomunikasi, bertukar data, dan mengontrol objek yang dilengkapi dengan sensor dan perangkat lunak [3][4]. Untuk cara kerja dari Internet of Things (IoT) adalah interaksi antarsesama alat atau mesin yang terhubung secara otomatis melalui pengkodean Arduino. Sedangkan internet menjadi sebuah penghubung di antara kedua interaksi alat atau mesin tersebut [5].

Greenhouse adalah tempat yang ideal untuk memaksimalkan pertumbuhan tanaman hortikultura, tanaman pangan, dan buah-buahan. Selain itu, greenhouse dapat mencegah penyakit dan hama yang sering menyerang tanaman. Ini sangat berbeda dengan keadaan tanaman di luar greenhouse. Tanaman tanpa perlindungan rentan terhadap penyakit dan hama. Banyak orang di Indonesia telah membuat greenhouse untuk berbagai alasan, seperti mahasiswa, peneliti, pengusaha, dan praktisi pertanian [6].

Sayuran memiliki potensi yang sangat penting sebagai sumber makanan untuk pemenuhan gizi, dan perbaikan pendapatan petani. Seperti cabai, tomat, wortel, dan kol adalah jenis sayuran yang biasa ditanam [7].

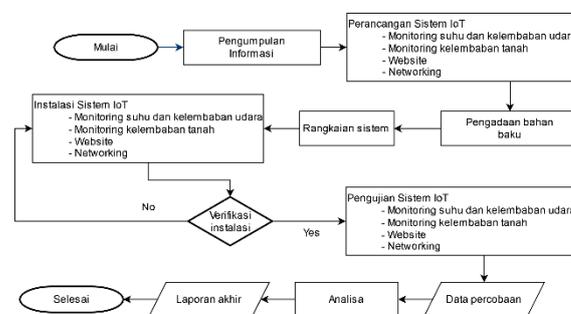
Smart Greenhouse bertujuan untuk meningkatkan kontrol praktis dan efisien atas parameter utama dalam lingkungan greenhouse. Berbeda dari penelitian sebelumnya yang lebih banyak berfokus pada pemantauan manual atau semi-otomatis, konsep Smart Greenhouse yang digunakan dalam penelitian ini melibatkan integrasi penuh antara sensor-sensor IoT dan pengolahan data secara real-time melalui internet.

Data lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan kelembaban tanah dikumpulkan menggunakan perangkat Arduino yang terhubung langsung ke internet, memberikan akses dan kontrol jarak jauh melalui aplikasi web [8].

MVC Model-View-Controller adalah sebuah arsitektur atau pola desain penting untuk pengembangan perangkat lunak. MVC telah berkembang menjadi kerangka dasar untuk pengembangan aplikasi web dan mobile. Kemampuan dari mvc ini untuk dapat memisahkan masalah atau logika aplikasi yang dibagi menjadi 3 komponen utama yang saling berhubungan, seperti model, view, dan controller [9]

2. METODOLOGI PENELITIAN

2.1. Skema Alur Penelitian



Gambar 1 Tahapan Penelitian

Pelaksanaan penelitian ini melibatkan serangkaian tahapan.

Tahapan penelitian ini meliputi studi literatur dari jurnal ilmiah, buku referensi, dan beberapa artikel yang terkait dengan penelitian. Tahapan selanjutnya perancangan sistem IoT dengan alat-alat berupa sensor dan pembuatan website untuk memonitoring pada Smart Greenhouse. Kemudian dilakukan analisis terhadap pengadaan bahan baku untuk mendapatkan barang dan layanan dari pemasok pada jumlah, harga, dan kualitas yang sesuai dengan kebutuhan. Selanjutnya dilakukan perangkaian system untuk merancang skema rangkaian yang mencakup komponen-komponen Modul Arduino seperti Sensor DHT11, Sensor Soil Moisture, Water Pump, Relay. Membuat dan merakit komponen Modul Arduino menjadi sebuah rangkaian yang berfungsi. Setelah itu melakukan Installasi sistem IoT untuk melakukan pemasangan sensor dan nodeMCU seperti pemasangan sensor DHT11 dan YL-69 pada lokasi

yang tepat di dalam greenhouse lalu menghubungkan sensor dengan NodeMCU Esp8266 dan pastikan koneksi yang stabil ke WiFi, Pengembangan Backend Server untuk menerima dan menyimpan data dari NodeMCU, serta membuat aplikasi pengguna berbasis web untuk memantau data sensor secara real-time, dan menambahkan fitur kontrol untuk mengatur penyiraman sayuran. Kemudian melakukan verifikasi instalasi apakah tahapan instalasi sistem berjalan dengan normal atau tidak. Selanjutnya Pengujian sistem IoT Evaluasi sistem ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem yang dikembangkan dapat memenuhi kebutuhan fungsional berdasarkan kebutuhan pengguna dan sesuai dengan desain yang telah ditentukan sebelumnya. Setelah itu data percobaan dilakukan untuk pengujian data apakah data yang uji berjalan dengan lancar atau tidak, kemudian melakukan analisa untuk proses pemeriksaan dan evaluasi terhadap suatu informasi atau data dengan tujuan untuk memahami lebih baik, menarik kesimpulan dan, membuat keputusan yang tepat. Tahap akhir menyajikan hasil keseluruhan dari suatu proyek, penelitian seperti menyampaikan temuan, kesimpulan, dan rekomendasi yang dihasilkan dari kegiatan yang telah dilakukan.

2.2. Pengumpulan Data

Pada penelitian ini, data yang diperoleh langsung bersumber dari observasi tempat sebagai object studi kasus.

TABLE I. SUMBER DATA

No	Data	Keterangan
1	Data primer	Data ini dikumpulkan untuk kebutuhan informasi, data ini di dapatkan ketika penulis melakukan observasi tempat yang akan dijadikan smart greenhouse.
2	Data sekunder	Data ini dikumpulkan untuk memenuhi kebutuhan sistem, data ini diperoleh dari sumber-sumber yang sudah ada yang mencakup data sensor.

2.3. Analisa Data

Metode yang digunakan dalam proses pengambilan data adalah metode observasi. Observasi dilakukan untuk memahami suatu fenomena secara tenang dan non-invasif tanpa mengubah kondisi yang diamati. Kemudian untuk data sayuran seperti cabai, tomat, wortel, sayur kol, dan lainnya, untuk cabai memerlukan suhu hangat yang konsisten (25-30°C), kelembapan sedang (50-70%), dan tanah yang dikeringkan dengan baik dengan kadar air sekitar 30-40%, lalu untuk tomat memerlukan suhu antara 18-27°C dan tingkat kelembapan tanah yang mencegah genangan air. Dan selada memerlukan suhu yang lebih dingin (15-20°C) dan tingkat kelembapan yang tinggi (60-70%).

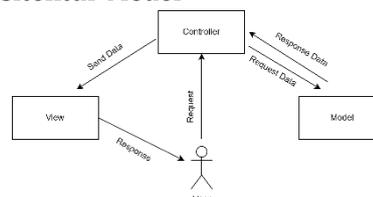
TABLE II. ANALISA DATA DENGAN 5W+1H

5W+1H	Question	Answer
Why	Mengapa observasi dilakukan?	Untuk penentuan Lokasi agar mendapatkan data objektif terkait dengan suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah yang diperlukan untuk pertumbuhan sayuran yang optimal.
Who	Siapa pihak yang melakukan observasi?	Observasi dilakukan oleh tim peneliti yang bertanggung jawab memantau perubahan kondisi lingkungan di greenhouse. Tim tersebut melakukan pengamatan secara langsung terhadap perangkat IoT yang digunakan untuk memantau dan mengontrol parameter lingkungan.
What	Apa objek yang diamati?	Objek yang diamati meliputi parameter-parameter penting seperti suhu udara, kelembapan udara, dan kelembapan tanah yang diukur menggunakan sensor DHT11 dan

5W+1H	Question	Answer
		YL-69. Pengamatan juga mencakup perbandingan antara penggunaan teknologi IoT dan metode konvensional tanpa IoT di dalam greenhouse.
Where	Dimana observasi dilakukan?	Observasi dilakukan di dalam greenhouse berukuran 5x10 meter, yang dilengkapi dengan sistem IoT. Lokasi tersebut dipilih karena representatif untuk ukuran greenhouse skala kecil hingga menengah yang banyak digunakan oleh petani sayuran di daerah perkotaan.
When	Kapan waktu pelaksanaan observasi?	Pengamatan dilakukan selama 30 hari secara berkala, dengan pencatatan data setiap hari pada pagi dan sore hari. Hal ini dilakukan untuk mengamati fluktuasi lingkungan dan bagaimana sistem IoT beradaptasi untuk menjaga stabilitas kondisi lingkungan.
How	Bagaimana proses observasi dilakukan?	Proses observasi dilakukan dengan memanfaatkan sensor IoT yang mengirimkan data secara real-time ke server melalui NodeMCU Esp8266. Data kemudian dianalisis untuk mengevaluasi apakah parameter lingkungan tetap dalam rentang optimal untuk pertumbuhan sayuran. Perbedaan signifikan

5W+1H	Question	Answer
		ditemukan pada greenhouse yang menggunakan IoT dibandingkan dengan yang tidak menggunakan teknologi tersebut, terutama dalam hal konsistensi kelembaban dan suhu.

2.4. Arsitektur Model



Gambar 2 Arsitektur MVC

Bisa dilihat pada Gambar 2 Arsitektur MVC. Konsep ini merupakan salah satu konsep yang populer di kalangan programmer karena terbukti dapat mempercepat tugas para pengembang atau developer dalam membuat website atau aplikasi mobile.

Konsep ini dikatakan sangat cepat dan dinilai sangat efektif dalam mendukung proses pengembangan aplikasi, sehingga tidak aneh jika MVC kini telah diimplementasikan di banyak framework PHP yang berbeda seperti CodeIgniter, Zend, Laravel bahkan Symfony. Konsep MVC dibagi menjadi 3 bagian yaitu:

1. Model

Model Akan Menyerahkan Hasil Pengolahan Semua Informasi di Database. Pada saat model mengelola informasi yang didapatkan dari database model tidak melakukannya sendiri tetapi nantinya mendapatkan bantuan logika pemrograman yang dapat mempercepat pengolahannya.
2. View

Komponen view akan menampilkan user interface. Kemudian pada saat pengujian aplikasi PHP. MVC akan ditampilkan pada aplikasi User Interface. Langkah ini akan menentukan berapa banyak pengguna aplikasi yang menyukai atau tidak menyukai aplikasi yang telah dibuat.
3. Controller

Controller ini Akan memberikan instruksi ke bagian Model untuk mempersiapkan informasi yang sudah ada kaitannya dengan bagian view. Untuk cara kerja MVC ini nantinya akan menemukan informasi yang dibutuhkan sehingga tidak akan langsung mengirimkan ke bagian controller.

2.5. Kebutuhan Perangkat Lunak

Berikut ini definisi persyaratan perangkat lunak untuk perancangan aplikasi smart greenhouse iot berbasis web:

1. Visual Studio code.
2. Sistem Operasi Windows 10 (disarankan)
3. Database MySql
4. Framework Laravel
5. Postman
6. Arduino IDE

2.6. Kebutuhan Perangkat Keras

1. NodeMCU

NodeMCU merupakan papan elektronik berbasis chip ESP8266 yang mampu menjalankan fungsi mikrokontroler dan terhubung ke Internet melalui WiFi. Ini memiliki banyak pin I/O, sehingga cocok untuk mengembangkan aplikasi pemantauan dan kontrol dalam proyek IoT. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan compiler Arduino menggunakan Arduino IDE. Dalam bentuk fisiknya, NodeMCU ESP 8266 dilengkapi port USB (mini USB) untuk kemudahan pemrograman. ESP8266 NodeMCU merupakan modul turunan yang dikembangkan dari modul platform IoT (Internet of Things) seri ESP8266 ESP-12. Dari segi fungsionalitas, modul ini hampir sama dengan platform modul Arduino, namun yang membedakan adalah khusus untuk "Internet Connected". Saat ini terdapat 3 jenis versi modul NodeMCU, namun versi yang digunakan pada penelitian ini adalah NodeMCU 1.0 (unofficial board). Dikatakan papan tidak resmi karena modul tersebut diproduksi secara tidak resmi karena persetujuan resmi NodeMCU. Pengembang. Perbedaannya tidak begitu mencolok

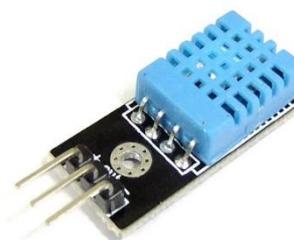
dengan versi 1.0 (board resminya), yaitu penambahan output daya USB V yang unik [10].



Gambar 3 Node MCU Esp8266

2. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah modul sensor aktif yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban suatu objek. Modul ini menghasilkan keluaran tegangan analog yang dapat diolah oleh mikrokontroler. Sensor DHT11 umumnya memiliki fungsi kalibrasi yang tepat untuk suhu dan kelembaban. Data kalibrasi disimpan dalam memori program OTP, juga dikenal sebagai koefisien kalibrasi. Sensor DHT11 memiliki 2 versi: versi 4-pin dan versi 3-pin. Tidak ada perbedaan karakteristik pada kedua versi ini. Dalam versi berkaki 4. Pin 1 adalah sumber tegangan, dari 3V hingga 5V. Pin 2 adalah data keluaran. Pin 3 adalah pin NC (biasanya tertutup), yaitu tidak digunakan, dan pin 4 di-ground. Sedangkan pada versi 3 pin, pin 1 sebagai VCC antara 3V dan 5V, pin 2 sebagai output data dan pin 3 sebagai ground [11].

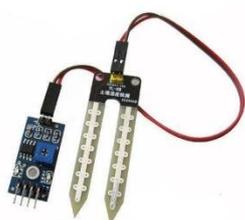


Gambar 4 Sensor DHT11

3. Sensor Soil Moisture YL-69

Sensor soil moisture YL-69 adalah alat yang dapat mendeteksi tingkat kelembaban tanah. Sensor ini akan membaca resistansi tanah untuk menentukan tingkat kelembaban. Semakin banyak air maka tanah semakin mudah menghantarkan listrik

(resistensinya semakin rendah), sedangkan tanah yang kering mempunyai resistensi yang tinggi dalam menghantarkan listrik. Sensor ini dapat membantu dalam memantau tingkat kelembaban tanaman atau kelembaban tanah [12]. Sensor kelembaban tanah YL-69 mempunyai spesifikasi tegangan input 3,3V atau 5V, tegangan output 0 - 4,2V, arus 35 mA, dan rentang nilai ADC 1024 bit dari 0 hingga 1023 bit. [13].



Gambar 5 Sensor Soil Moisture YL-69

4. Modul Relay

Relay merupakan suatu komponen yang digunakan untuk membuka atau menutup kontak listrik. Fungsinya untuk menghubungkan satu rangkaian dengan rangkaian lainnya [14].



Gambar 6 Modul Relay

2.7. Perancangan Konseptual

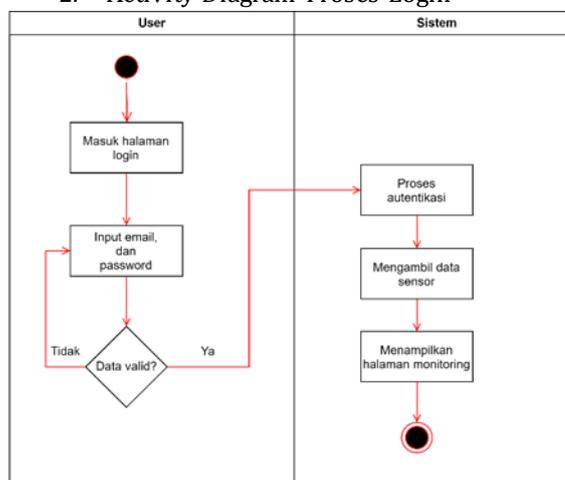
1. Usecase Diagram



Gambar 7 Use Case Diagram

Pada Gambar 7 menggambarkan fitur-fitur yang bisa diakses oleh pengguna. Pengguna akan diarahkan ke menu login. Kemudian setelah pengguna sudah berhasil login pengguna akan melihat 4 buah menu yaitu menu dashboard atau halaman awal, menu device, menu relay dan menu profile.

2. Activity Diagram Proses Login

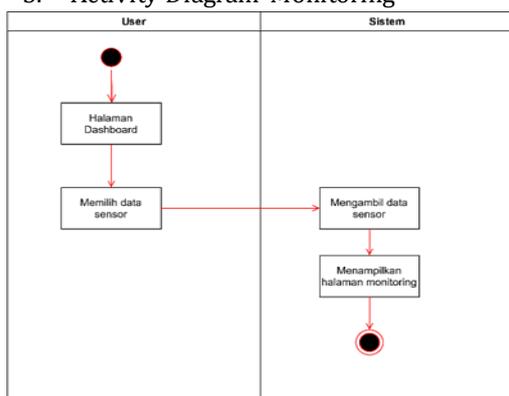


Gambar 7 Activity Diagram Proses Login

Bisa dilihat pada Gambar 8. Activity Diagram Proses Login, Halaman login merupakan halaman awal dari sebuah tampilan aplikasi, pada proses ini user atau pengguna yang ingin melihat halaman utama dari sebuah aplikasi harus melalui proses login terlebih

dahulu. Yang dimana user harus menginputkan email dan password untuk melakukan verifikasi, jika data verifikasi tidak valid maka akan mengulangi proses login sampai user memasukkan data dengan benar. Jika data yang diinputkan sudah benar maka user akan melalui tahap autentikasi untuk memvalidasi data user, kemudian user dapat melihat halaman utama yaitu halaman dashboard.

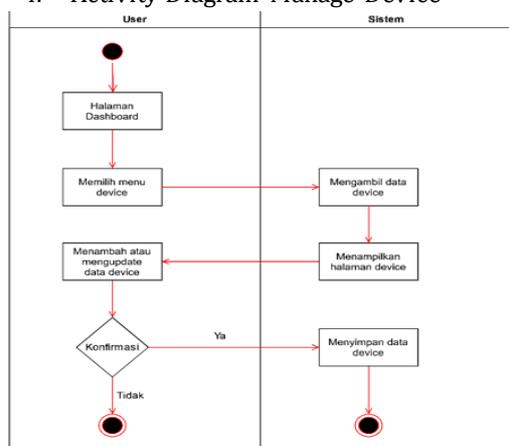
3. Activity Diagram Monitoring



Gambar 8 Activity Diagram Monitoring

Bisa dilihat pada Gambar 9. Activity Diagram Manage Device, Halaman monitoring merupakan halaman dimana user dapat melihat data sensor yang dikirim secara real-time untuk masuk kehalaman monitoring user diharuskan memilih data sensor terlebih dahulu dihalaman dashboard.

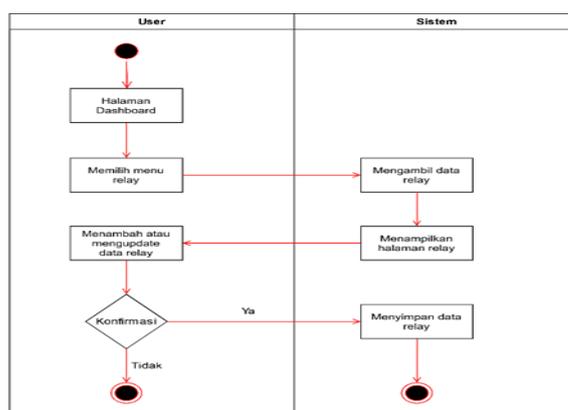
4. Activity Diagram Manage Device



Gambar 9 Activity Diagram Manage Device

Bisa dilihat pada Gambar 10. Activity Diagram Manage Relay, Halaman manage device merupakan halaman yang Dimana user dapat melihat data device, menambahkan data device, dan mengupdate data device. Untuk memmanage data device user diharuskan memilih menu device yang berada dihalaman dashboard.

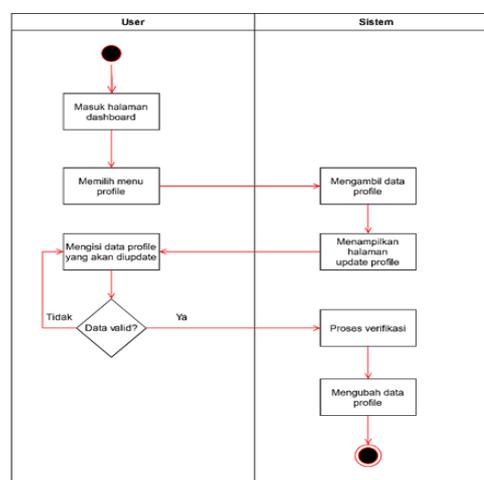
5. Activity Diagram Manage Relay



Gambar 10 Activity Diagram Manage Relay

Bisa dilihat pada Gambar 11. Activity Diagram Manage Relay, Halaman manage relay merupakan halaman yang Dimana user dapat melihat data relay, menambahkan data relay, dan mengupdate data relay. Untuk memmanage data relay user diharuskan memilih menu relay yang berada dihalaman dashboard.

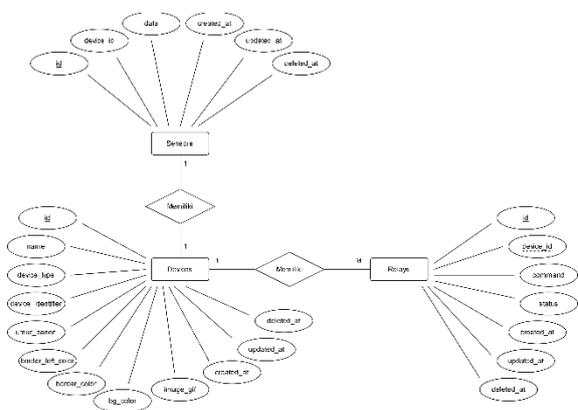
6. Activity Diagram Update Profile



Gambar 11 Activity Diagram Update Profile

Pada Gambar 12. Activity Diagram Update Profile, halaman ini merupakan halaman untuk mengupdate atau mengubah profile pengguna, seperti mengupdate nama, email, password, dll.

7. Diagram ERD

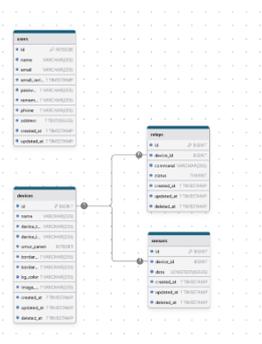


Gambar 12 Diagram ERD

Pada Gambar 13. Diagram ERD menjelaskan tentang hubungan antara entitas Devices, Relays, dan Sensors disebut "Memiliki", yang menunjukkan bahwa devices dapat memiliki beberapa relays dan device hanya dapat dimiliki oleh satu sensors. Atribut "device_id" di entitas relays, dan sensors berfungsi sebagai kunci asing, yang menghubungkan setiap relays, dan sensors ke devices terkait di entitas Devices.

ERD ini mewakili model data sederhana untuk menyimpan informasi data relays, dan sensors untuk mengaitkan devices dengan data relays, dan sensors mereka.

8. Rancangan Basis Data



Gambar 13 Rancangan Basis Data

Pada Gambar 14. Rancangan Basis Data menggambarkan sebuah struktur basis data untuk membangun aplikasi smart greenhouse. Pada struktur rancangan tersebut melibatkan 4 entitas yaitu Users, Devices, Relays, dan Sensors. Berikut ini penjelasan lebih detail mengenai table yang terdapat pada gambar tersebut.

TABLE III STRUKTUR TABEL USERS

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	bigint	Kunci primer, identitas unik pengguna
name	varchar	Nama pengguna
email	varchar	Alamat email pengguna
email_verified_at	timestamp	Waktu verifikasi email
password	varchar	Password pengguna
remember_token	varchar	Token untuk mengingat pengguna
phone	varchar	Nomor telepon pengguna
address	text	Alamat pengguna
created_at	timestamp	Waktu pengguna dibuat
updated_at	timestamp	Waktu pengguna diperbarui

TABLE IV STRUKTUR TABEL DEVICES

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	bigint	Kunci primer, identitas unik perangkat
name	varchar	Nama perangkat
device_type	varchar	Jenis perangkat

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
device_identifier	varchar	Pengenal unik perangkat
umur_panen	integer	Umur panen sayuran
border_left_color	varchar	Warna border kiri untuk perangkat
border_color	varchar	Warna border untuk perangkat
bg_color	varchar	Warna background untuk perangkat
image_gif	varchar	Gambar bergerak untuk perangkat
created_at	timestamp	Waktu perangkat dibuat
updated_at	timestamp	Waktu perangkat diperbarui
deleted_at	timestamp	Waktu perangkat dihapus

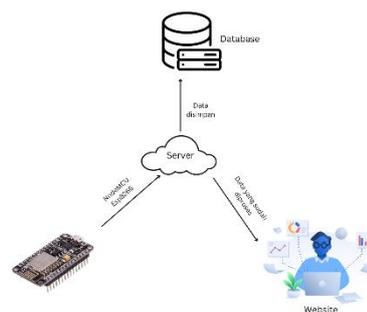
TABLE V STRUKTUR DATA RELAYS

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	bigint	Kunci primer, identitas unik data relay
device_id	bigint	Kunci asing, identitas perangkat terkait
command	varchar	Penamaan relay yang digunakan
status	tinyint	Status relay hidup atau mati
created_at	timestamp	Waktu data relay dibuat
updated_at	timestamp	Waktu data relay diperbarui
deleted_at	timestamp	Waktu data relay dihapus

TABLE VI STRUKTUR DATA SENSORS

Nama Kolom	Tipe Data	Keterangan
id	bigint	Kunci primer, identitas unik data sensor
device_id	bigint	Kunci asing, identitas perangkat terkait
data	longtext	Data sensor
created_at	timestamp	Waktu data sensor dibuat
updated_at	timestamp	Waktu data sensor diperbarui
deleted_at	timestamp	Waktu data sensor dihapus

2.8. Perancangan Sistem



Gambar 14 Perancangan Sistem

Berikut ini adalah Desain rancangan aplikasi smart greenhouse yang dapat dilihat pada Gambar 15.

Rancangan aplikasi ini terdiri dari beberapa bagian berikut ini:

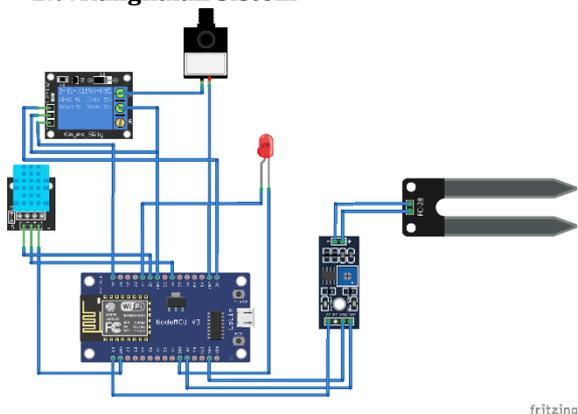
1. Modul sensor arduino, yang meliputi sensor soil moisture, sensor temperatur, modul relay, water pump, dan lampu led.
2. Node nirkabel/NodeMCU, yang terdiri atas perangkat pengkondisi sinyal dan pemrosesan data, contohnya ESP8266 wireless transceiver untuk mengkomunikasikan data antara nodeMCU dengan web server.
3. Web server, berupa website yang dapat diakses disemua platform yang berhubungan dengan koneksi internet. Guna untuk memonitoring sebuah data yang dikirimkan melalui nodeMCU.

Spesifikasi perangkat aplikasi smart greenhouse yang dapat diperlihatkan pada tabel 7.

TABLE VII SPESIFIKASI SISTEM MONITORING

Sensor suhu	DHT11
Sensor soil moisture	YL-69
Modul relay	Modul relay
Pompa air	Water pump
Lampu indikator	LED
Wireless transceiver	Esp8266
Protokol komunikasi	802.11 (Wi-Fi)

2.9. Rangkaian Sistem



Gambar 15 Rangkaian Sistem IoT

Berikut ini adalah Desain rangkaian sistem yang dapat dilihat pada Gambar 16.

Rangkaian sistem ini terdiri dari beberapa rangkaian yang saling terhubung pada nodeMCU Esp8266 berikut ini:

1. Sensor suhu DHT11, yang terhubung ke pin esp8266. Untuk jalur positifnya (VCC) berada pada pin 3V, outputnya berada pada pin GPIO 12, dan jalur negatifnya (Gnd) berada pada pin G.
2. Sensor soil moisture YL-69, yang terhubung ke pin esp8266. Untuk jalur VCC berada pada pin 3V, untuk sensor pinnya di A0, dan untuk Gnd nya dipin G.
3. Modul relay yang terhubung ke pin esp8266. Untuk jalur VCC berada pada pin 3V, untuk IN berada di pin GPIO 16, dan untuk Gnd nya di pin G.
4. Water pump yang terhubung ke relay dan pin esp8266. Untuk jalur (+) berada pada pin 3V, untuk jalur (-) berada pada NC yang berada di relay, lalu COM pada relay berada di pin G.
5. Lampu LED untuk sebuah indikator penanda yang dijadikan sebagai output.

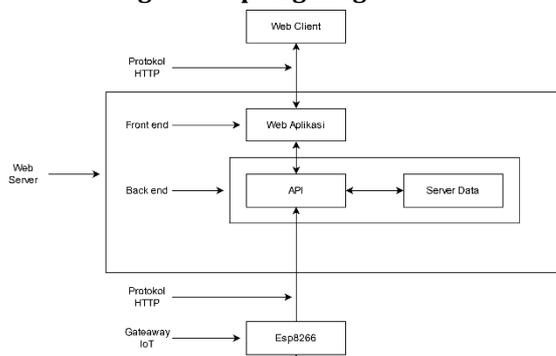
Untuk jalur negatif berada pada pin G, dan outputnya berada pada pin GPIO 2.

Rangkaian koneksi sistem yang dapat dilihat pada tabel 8.

TABLE VIII RANGKAIAN KONEKSI SISTEM IoT

Modul/Sensor IoT	Terhubung	PIN Esp8266
DHT11 • VCC (+) • Output • Gnd (-)		DHT11 • 3V • GPIO 12 (D6) • G
YL-69 • VCC (+) • Output • Gnd (-)		YL-69 • 3V • A0 • G
RELAY • VCC (+) • IN • Gnd (-)		RELAY • 3V • GPIO 16 (D0) • G
PUMP • VCC (+) • Gnd (-) • COM		PUMP • 3V • Relay (NC) • G
LED • Gnd (-) • Output		LED • G • GPIO 2 (D4)

2.10. Diagram Topologi Logical



Gambar 16 Diagram Topologi Logical

diimplementasikan dan pengguna bisa mengubah atau mengganti profile seperti email, dan password.

3.1. Pengujian Sistem

Setelah sistem selesai di rancang selanjutnya akan dilakukan pengujian atau testing. Pengujian ini dilakukan menggunakan metode blackbox. Hasil pengujian sistem dapat dilihat pada tabel berikut:

TABLE IX PENGUJIAN BLACKBOX

No	User	Fungsi	Hasil	Status
1	Admin	Login akun email dan password	Admin berhasil masuk ke system melalui halaman login	Berhasil
2	Admin	Halaman Admin Dashboard	Admin berhasil mengakses dan melihat halaman dashboard	Berhasil
3	Admin	Admin menambahkan Device	Admin berhasil menambahkan data Device	Berhasil
4	Admin	Admin mengubah Device	Admin berhasil mengubah data Device	Berhasil
5	Admin	Admin menambahkan Relay	Admin berhasil menambahkan data Relay	Berhasil
6	Admin	Admin mengubah Relay	Admin berhasil mengubah data Relay	Berhasil
7	Admin	Halaman Sensor Monitoring	Admin berhasil mengakses dan	Berhasil

No	User	Fungsi	Hasil	Status
			melihat halaman sensor monitoring data secara real time	
8	Admin	Admin mengubah profile	Admin berhasil mengubah data profile	Berhasil

4. Kesimpulan dan Saran

Kesimpulan dari hasil penelitian dan pembahasan ini, maka bisa disimpulkan sebagai berikut:

1. Penelitian ini telah menghasilkan aplikasi Smart Greenhouse berbasis web, yang mampu memantau dan mengontrol kondisi lingkungan tanaman secara real-time melalui pengiriman data ke server menggunakan nodeMCU Esp8266. Sensor yang digunakan mencakup DHT11 untuk memantau suhu dan kelembaban udara, serta YL-69 untuk kelembaban tanah.
2. Pengujian sistem menggunakan metode blackbox testing menunjukkan bahwa seluruh fitur yang diimplementasikan berjalan dengan baik sesuai spesifikasi fungsional. Hasil pengujian memastikan bahwa aplikasi ini beroperasi dengan lancar dan dapat diandalkan untuk melakukan monitoring serta kontrol terhadap perangkat di dalam greenhouse.
3. Perbandingan antara greenhouse dengan IoT dan tanpa IoT menunjukkan bahwa penggunaan teknologi IoT memberikan keuntungan signifikan dalam menjaga stabilitas lingkungan di dalam greenhouse. Greenhouse yang dilengkapi dengan sistem IoT dapat mempertahankan suhu, kelembaban, dan tingkat kelembaban tanah dalam rentang yang optimal secara otomatis, sedangkan pada greenhouse tanpa IoT, perubahan lingkungan lebih sulit dikontrol secara konsisten, yang dapat menyebabkan

penurunan kualitas dan kuantitas hasil panen.

- Meskipun sistem telah berjalan sesuai harapan, terdapat kekurangan dalam hal fitur. Fitur yang ada saat ini masih terbatas, sehingga potensi pengembangan lebih lanjut sangat terbuka, seperti penambahan fitur analisis data untuk memprediksi kebutuhan air dan suhu berdasarkan jenis tanaman yang ditanam.

Paragraf penutup di atas telah direvisi agar lebih menggunakan kalimat akademis dan lebih terstruktur. Setiap poin penutup dipisahkan secara jelas dan disajikan dalam bahasa yang lebih formal.

Daftar Pustaka:

- Z. Setiawan, A. Hiswara, and H. N. Muthmainah, "Mengoptimalkan Jaringan Sensor Nirkabel dalam Aplikasi Monitor Lingkungan dengan Teknologi IoT di Indonesia," 2023.
- A. R. Kedoh, H. Djahi, D. EDG Pollo, J. Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik Undana, and J. Adisucipto Penfui, "SISTEM KONTROL RUMAH BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) MENGGUNAKAN ARDUINO UNO," *Jurnal Media Elektro*, vol. VIII, no. 1.
- D. Kusumayani, C. Suhery, J. Jenderal Ahmad Yani, and K. Pontianak, "SIMULASI INTERNET OF THINGS (IOT) PADA BUDI DAYA JAMUR TIRAM," 2023. [Online]. Available: <http://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire> ISSN.2620-6900
- B. Satria, "IoT Monitoring Suhu dan Kelembaban Udara dengan Node MCU ESP8266," *sudo Jurnal Teknik Informatika*, vol. 1, no. 3, pp. 136–144, Aug. 2022, doi: 10.56211/sudo.v1i3.95.
- Dela Citra, Irawan Hadi, and Sarjana, "PLATFORMWEBSEBAGAI PENAMPIL DATA MONITORING KOTAKSAMPAHBERBASIS IOT," Nov. 2020, [Online]. Available: <https://e-journal.stmiklombok.ac.id/index.php/jire/article/view/272/123>
- K. P. K. Rianti and Y. Prastyo, "ANALISIS PENGGUNAAN SENSOR SUHU DAN KELEMBABAN UNTUK MONITORING LINGKUNGAN GREENHOUSE BERBASIS ARDUINO," *Antivirus : Jurnal Ilmiah Teknik Informatika*, vol. 16, no. 2, pp. 200–210, Nov. 2022, doi: 10.35457/antivirus.v16i2.2512.
- A. Choliq, I. Ambarsari, B. Pengkajian, T. Pertanian, and J. Tengah, "PROSPEK USAHATANI TANAMAN SAYURAN DI KABUPATEN BREBES."
- R. Dhega Ramanda, A. Sofwan, and D. M. Arfan, "PERANCANGAN APLIKASI ANTARMUKA SMART GREENHOUSE BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA PERANGKAT BERGERAK ANDROID." [Online]. Available: <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/transient>
- S.-C. Necula, "Exploring the Model-View-Controller (MVC) Architecture: A Broad Analysis of Market and Technological Applications," 2024, doi: 10.20944/preprints202404.1860.v1.
- T. Sulistyorini, N. Sofi, and E. Sova, "PEMANFAATAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS ANDROID (BLYNK) SEBAGAI ALAT ALAT MEMATIKAN DAN MENGHIDUPKAN LAMPU," *JUIT*, vol. 1, no. 3, 2022.
- A. Y. Rangan, Amelia Yusnita, and Muhammad Awaludin, "Sistem Monitoring berbasis Internet of things pada Suhu dan Kelembaban Udara di Laboratorium Kimia XYZ," *Jurnal E-Komtek (Elektro-Komputer-Teknik)*, vol. 4, no. 2, pp. 168–183, Dec. 2020, doi: 10.37339/e-komtek.v4i2.404.
- J. Eka Candra and A. Maulana Universitas Putera Batam, *Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis*.
- Husdi, "MONITORING KELEMBABAN TANAH PERTANIAN MENGGUNAKAN SOIL MOISTURE SENSOR FC-28 DAN ARDUINO UNO," vol. Volume 10, Nomor 2, Aug. 2018, [Online]. Available: <https://jurnal.fikom.umi.ac.id/index.php/ILKOM/article/view/315>
- M. Hadiwan Ramadhan, I. Rahmy Jasril, J. Hamka Kampus UNP, and A. Tawar Padang, "Jurnal Vocational Teknik Elektronika dan Informatika Perancangan dan Pembuatan Sistem Kontrol Sliding Gate Otomatis Berbasis Internet Ofthings (IoT)," vol. 11, no. 2, 2023, [Online]. Available: <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/voteknika/>