**IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES (Studi Kasus di Avicenna Greenhouse)**

**SKRIPSI**

**Karya Tulis sebagai syarat memperoleh**

**Gelar Sarjana Komputer dari Fakultas Teknologi Informasi**

**Universitas Bale Bandung**

Disusun oleh:

ADAM SETIADI

NPM.301210013



PROGRAM STRATA 1

PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA

FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI

UNIVERSITAR BALE BANDUNG

BANDUNG

2025

**LEMBAR PERSUTUJUAN PEMBIMBING**

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES

(Studi Kasus di Avicenna Greenhouse)

Disusun oleh:

ADAM SETIADI

NPM. 301210013

Telah diterima dan disetujui untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar

**SARJANA KOMPUTER**

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS BALE BANDUNG**

Baleendah, April 2025

Disetujui oleh:

|  |  |
| --- | --- |
| Pembimbing Utama | Pembimbimg Pendamping |
|  |  |
| Yusuf Muharam, S.Kom, M.Kom. | Yaya Suharya, S.Kom., M.T. |
| NIK. 04104820003 | NIK.01043170007 |

**LEMBAR PERSETUJUAN PENGUJI**

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES

(Studi Kasus di Avicenna Greenhouse)

Disusun oleh:

ADAM SETIADI

NPM. 301210013

Telah diterima dan disetujui untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar

**SARJANA KOMPUTER**

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS BALE BANDUNG**

Baleendah, April 2025

Disetujui oleh:

|  |  |
| --- | --- |
| Penguji 1 | Penguji 2 |
|  |  |
| Yusuf Muharam, S.Kom.,M.Kom. | Mohammad Bayu Anggara, S.Kom., M.Kom. |
| NIK.04104820003 | NIK.04104823002 |

**LEMBAR PENGESAHAN PROGRAM STUDI**

IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES

(Studi Kasus di Avicenna Greenhouse)

Disusun oleh:

ADAM SETIADI

NPM. 301210013

Telah diterima dan disetujui untuk memenuhi persyaratan mencapai gelar

**SARJANA KOMPUTER**

Pada

**PROGRAM STUDI TEKNIK INFORMATIKA  
FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI  
UNIVERSITAS BALE BANDUNG**

Baleendah, April 2025

Disetujui oleh:

|  |  |
| --- | --- |
| Mengetahui,  Dekan | Mengesahkan,  Ketua Program Studi |
|  |  |
| Yudi Herdiana, S.T., M.T. | Yusuf Muharam, S.Kom, M.Kom. |
| NIK. 04104808008 | NIK. 04104820003 |

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

|  |  |
| --- | --- |
| Nama | : Adam Setiadi |
| NPM | : 301210013 |
| Program Studi | : Teknik Informatika |
| Fakultas | : Teknologi Informasi |
| Judul | : Implementasi Internet Of Things Untuk Penyiraman Dan Pengkabutan Otomatis Pada Tanaman Menggunakan Algoritma Naïve Bayes (Studi Kasus di Avicenna Greenhouse) |

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa penulisan skripsi ini berdasarkan hasil penelitian, pemikiran dan pemaparan asli dari saya sendiri, baik untuk naskah laporan maupun kegiatan programing yang tercantum sebagai bagian dari skripsi ini. Jika terdapat karya orang lain, saya mencantumkan sumber yang jelas. Pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan apabila dikemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya tulis ini dan sanksi lain sesuai dengan peraturan yang berlaku di FAKULTAS TEKNOLOGI INFORMASI UNIVERSITAS BALE BANDUNG. Demikian surat pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar tanpa paksaan dari pihak manapun.

Bandung, April 2025

|  |
| --- |
| Adam Setiadi |
| NPM. 301210013 |

# ABSTRAK

*Perkembangan teknologi Internet of Things (IoT) memberikan peluang besar dalam bidang pertanian, khususnya dalam mengoptimalkan sistem penyiraman dan pengkabutan tanaman secara otomatis. Penelitian ini bertujuan untuk mengimplementasikan sistem IoT yang mampu mengatur penyiraman dan pengkabutan otomatis pada tanaman cabai di Avicenna Greenhouse menggunakan algoritma Naïve Bayes. Permasalahan dalam pengelolaan irigasi yang masih bersifat manual dapat menyebabkan ketidakefisienan dalam penggunaan air dan menurunnya kualitas pertumbuhan tanaman. Oleh karena itu, diperlukan sistem yang adaptif dan berbasis data untuk mendukung proses irigasi secara otomatis dan cerdas.*

*Sistem yang dikembangkan memanfaatkan sensor suhu ruangan, kelembapan tanah, ketinggian dan kelembapan tanah untuk memantau kondisi lingkungan dan mengetahui ketinggian air dalam tandon serta mengaktifkan mekanisme penyiraman dan pengkabutan sesuai kebutuhan tanaman. Data yang diperoleh dari sensor kemudian diproses menggunakan algoritma Naïve Bayes untuk melakukan klasifikasi kondisi lingkungan dan menentukan keputusan optimal dalam mengatur waktu serta durasi penyiraman dan pengkabutan. Proses ini memungkinkan sistem untuk beroperasi secara mandiri berdasarkan data yang dikumpulkan secara real-time, serta dapat disesuaikan dengan kebutuhan spesifik tanaman cabai pada berbagai kondisi cuaca dan lingkungan.*

*Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa sistem yang dikembangkan mampu bekerja secara efektif dan efisien dalam mengelola penyiraman dan pengkabutan. Implementasi algoritma Naïve Bayes memberikan hasil klasifikasi yang cukup akurat dalam mendeteksi kondisi lingkungan, sehingga sistem dapat memberikan respon yang tepat. Diharapkan sistem ini dapat menjadi solusi inovatif bagi petani atau pengelola greenhouse dalam meningkatkan efektivitas sistem irigasi berbasis IoT, serta mengurangi ketergantungan terhadap intervensi manusia.*

***Kata Kunci:*** *Algoritma Naive Bayes, Greenhouse, Internet of Things (IoT), Pengkabutan, Penyiraman, Sensor ketinggian air,Sensor Kelembapan Tanah, Sensor Kelembapan Udara, Sensor Suhu.*

# *ABSTRACT*

*The development of Internet of Things (IoT) technology provides a great opportunity in agriculture, especially in optimizing automatic watering and sprinkling systems. This research aims to implement an IoT system that is able to manage automatic watering and sprinkling of chili plants in Avicenna Greenhouse using the Naïve Bayes algorithm. Problems in irrigation management that are still manual in nature can cause inefficiencies in water use and reduce the quality of plant growth. Therefore, an adaptive and data-based system is needed to support the irrigation process automatically and intelligently.*

*The developed system utilizes sensors of room temperature, soil humidity, altitude and soil moisture to monitor environmental conditions and determine the water level in the reservoir and activate the watering and sprinkling mechanism according to plant needs. The data obtained from the sensors is then processed using the Naïve Bayes algorithm to classify the environmental conditions and determine the optimal decision in setting the time and duration of watering and sprinkling. This process allows the system to operate autonomously based on data collected in real-time, and can be adjusted to the specific needs of chili plants in various weather and environmental conditions.*

*The results of this research show that the developed system is able to work effectively and efficiently in managing watering and fogging. The implementation of the Naïve Bayes algorithm provides fairly accurate classification results in detecting environmental conditions, so that the system can provide appropriate responses. It is expected that this system can be an innovative solution for farmers or greenhouse managers in increasing the effectiveness of IoT-based irrigation systems, as well as reducing dependence on human intervention.*

***Keywords:*** *Air Humidity Sensor, Fogging, Greenhouse, Height Sensor, Internet of Things (IoT), Naive Bayes Algorithm, Soil Moisture Sensor, Temperature Sensor, Watering.*

# KATA PENGANTAR

Puji syukur atas kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayah-Nya yang melimpah, sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “Implementasi Internet of Things Untuk Penyiraman Dan Pengkabutan Otomatis Pada Tanaman Menggunakan Algoritma Naive Bayes (Studi Kasus di Avicenna Greenhouse)”. Shalawat serta salam tidak lupa disampaikan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa memberikan teladan dan petunjuk yang luhur dalam setiap aspek kehidupan.

Ucapan terima kasih yang tulus disampaikan kepada kedua Orang Tua yang senantiasa memberikan kasih sayang, dukungan, dan doa yang tidak terbatas. Serta, ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada pihak yang telah membantu dalam penyusunan laporan skripsi, di antaranya:

1. Bapak Yudi Herdiana, S.T., M.T., selaku Dekan Fakultas Teknologi Informasi Universitas Bale Bandung.
2. Bapak Yusuf Muharam, S.Kom., M.Kom., selaku Ketua Program Studi Teknik Informatika Fakultas Teknologi Informasi Universitas Bale Bandung
3. Segenap Bapak/Ibu Dosen di Fakultas Teknologi Informasi.
4. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan dukungan kepada penulis untuk menyelesaikan usulan penelitian ini.

Penulis menyadari usulan penelitian ini masih jauh dari sempurna, untuk itu kritik dan saran yang membangun penulis harapkan demi perbaikan dimasa yang akan datang. Akhir kata, penulis berharap semoga proposal ini diterima dan bermanfaat kepada berbagai pihak.

|  |
| --- |
| Bandung, April 2025 |
|  |
| Penulis |

# DAFTAR ISI

[ABSTRAK v](#_Toc197718332)

[*ABSTRACT* vi](#_Toc197718333)

[KATA PENGANTAR vii](#_Toc197718334)

[DAFTAR ISI viii](#_Toc197718335)

[DAFTAR TABEL xi](#_Toc197718336)

[DAFTAR GAMBAR xii](#_Toc197718337)

[DAFTAR LAMPIRAN xiii](#_Toc197718338)

[BAB I PENDAHULUAN 1](#_Toc197718339)

[1.1 Latar Belakang 1](#_Toc197718340)

[1.2 Rumusan Masalah 3](#_Toc197718341)

[1.3 Batasan Masalah 4](#_Toc197718342)

[1.4 Tujuan Penelitian 4](#_Toc197718343)

[1.5 Metodologi Penelitian 5](#_Toc197718344)

[1.5.1 Metode Pengumpulan Data 5](#_Toc197718345)

[1.5.2 Metode Pengembangan Sistem 5](#_Toc197718346)

[1.6 Sistematika Penulisan 6](#_Toc197718347)

[BAB II TINJAUAN PUSTAKA 7](#_Toc197718348)

[2.1 Landasan Teori 7](#_Toc197718349)

[2.2 Dasar Teori 12](#_Toc197718350)

[2.2.1 Internet of Things Penyiraman Tanaman 12](#_Toc197718351)

[2.2.2 Pengkabutan Tanaman 12](#_Toc197718352)

[2.2.3 Sensor Kelembapan Tanah 12](#_Toc197718353)

[2.2.4 Sensor Suhu 12](#_Toc197718354)

[2.2.5 Sensor Ketinggian Air 12](#_Toc197718355)

[2.2.6 Sensor Kelembapan Udara 13](#_Toc197718356)

[2.2.7 Machine Learning 13](#_Toc197718357)

[2.2.8 Algoritma Naïve Bayes 13](#_Toc197718358)

[2.2.9 Mikrokontroller 13](#_Toc197718359)

[2.2.10 ESP32 14](#_Toc197718360)

[2.2.11 Soil Moisture Sensor 14](#_Toc197718361)

[2.2.12 DHT11 14](#_Toc197718362)

[2.2.13 Sensor Ultrasonik HC SR04 14](#_Toc197718363)

[2.2.14 Nozzle Sprayer 15](#_Toc197718364)

[2.2.15 Relay 15](#_Toc197718365)

[2.2.16 Metode Agile 15](#_Toc197718366)

[2.2.17 Unified Modeling language 17](#_Toc197718367)

[2.2.18 Wiring Diagram 20](#_Toc197718368)

[2.2.19 Website 20](#_Toc197718369)

[2.2.20 Hosting 20](#_Toc197718370)

[2.2.21 Github 20](#_Toc197718371)

[2.2.22 Arduino 20](#_Toc197718372)

[2.2.23 Arduino IDE 21](#_Toc197718373)

[2.2.24 MQTT 21](#_Toc197718374)

[2.2.25 Mysql 21](#_Toc197718375)

[2.2.26 HiveMQ 21](#_Toc197718376)

[2.2.27 Figma 22](#_Toc197718377)

[2.2.28 Python 22](#_Toc197718378)

[2.2.29 Flask 22](#_Toc197718379)

[2.2.30 Black Box Testing 22](#_Toc197718380)

[2.2.31 User acceptance test (UAT) 23](#_Toc197718381)

[2.2.32 Miro 23](#_Toc197718382)

[2.2.33 Visual Studio Code 23](#_Toc197718383)

[2.2.34 Fritzing 23](#_Toc197718384)

[2.2.35 Microsoft Word 23](#_Toc197718385)

[2.2.36 Chatgpt 24](#_Toc197718386)

[2.2.37 Github Copilot 24](#_Toc197718387)

[2.2.38 HTML 24](#_Toc197718388)

[2.2.39 CSS 24](#_Toc197718389)

[2.2.40 Jquery 24](#_Toc197718390)

[2.2.41 Javascript 25](#_Toc197718391)

[2.2.42 Tailwind CSS 25](#_Toc197718392)

[BAB III METODOLOGI PENELITIAN 26](#_Toc197718393)

[3.1 Kerangka Pikir 26](#_Toc197718394)

[3.2 Deskripsi 27](#_Toc197718395)

[3.2.1 Identifikasi Masalah 27](#_Toc197718396)

[3.2.2 Pengumpulan Data 27](#_Toc197718397)

[3.2.3 Perencanaan 27](#_Toc197718398)

[3.2.4 Perancangan 30](#_Toc197718399)

[3.2.5 Pengembangan 31](#_Toc197718400)

[3.2.6 Pengujian 31](#_Toc197718401)

[3.2.7 Penerapan 32](#_Toc197718402)

[3.2.8 Evaluasi 32](#_Toc197718403)

[3.2.9 Peluncuran 32](#_Toc197718404)

[3.2.10 Pembuatan Laporan 32](#_Toc197718405)

[DAFTAR PUSTAKA 33](#_Toc197718406)

[LAMPIRAN 37](#_Toc197718407)

# DAFTAR TABEL

[Tabel 2. 1 Acuan Jurnal Penelitian 7](#_Toc197643348)

[Tabel 2. 2 Use Case Diagram 16](#_Toc197643349)

[Tabel 2. 3 Activity Diagram 17](#_Toc197643350)

[Tabel 2. 4 Entity Relationship Diagram 18](#_Toc197643351)

[Tabel 3. 1 Perangkat Keras 26](#_Toc197643323)

[Tabel 3. 2 Perangkat Internet of Things 27](#_Toc197643324)

[Tabel 3. 3 Perangkat Lunak 27](#_Toc197643325)

# DAFTAR GAMBAR

[Gambar 2. 1 Metode Agile 14](file:///F:\Document\Skripsi\iot-watering-misting-system\Dokumen\Laporan%20Skripsi\SKRIPSI_IOT.docx#_Toc197643402)

[Gambar 3. 1 Kerangka Pikir 24](file:///F:\Document\Skripsi\iot-watering-misting-system\Dokumen\Laporan%20Skripsi\SKRIPSI_IOT.docx#_Toc197643393)

# DAFTAR LAMPIRAN

[Lampiran 1:Hasil Wawancara 35](#_Toc197710745)

[Lampiran 2: Dokumentasi Wawancara 37](#_Toc197710746)

[Lampiran 3: TOR 38](#_Toc197710747)

[Lampiran 4: Pengujian Sensor 39](#_Toc197710748)

# BAB I PENDAHULUAN

## Latar Belakang

Dalam era digital saat ini, *Internet of Things (IoT)* telah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian. Salah satu implementasi IoT yang semakin berkembang adalah sistem penyiraman dan pengkabutan otomatis yang bertujuan untuk meningkatkan efisiensi dan efektivitas penggunaan air. Dengan memanfaatkan sensor dan algoritma *machine learning*, sistem ini mampu menyesuaikan kondisi penyiraman dan pengkabutan secara real-time. Serta dilakukan penerapan algoritma *Naïve Bayes* ke dalam sistem otomatisasi penyiraman tanaman berdasarkan data sensor dapat signifikan meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam manajemen penggunaan air (Alamsyah et al., 2024).

Penelitian ini dilaksanakan di Avicenna Greenhouse, yang berlokasi di Kp. Padarek Rt.03 Rw.02, Desa Drawati, Kecamatan Paseh, Kabupaten Bandung, Provinsi Jawa Barat. Avicenna Greenhouse merupakan sebuah rumah kaca yang difokuskan pada budidaya tanaman cabai dan telah berdiri sejak tahun 2024. Pengelolaan tanaman cabai di Avicenna Greenhouse saat ini, sistem penyiraman harus menyambungkan kabel pompa secara manual agar air dapat mengalir ke tanaman. Penyiraman tanaman dilakukan satu hingga maksimal dua kali dalam sehari, yaitu pada pukul 07.00–08.00 pagi dan 16.00–17.00 sore. Budidaya tanaman cabai dilakukan dalam sekitar 100 pot yang disusun di atas lahan berukuran kurang lebih 11 x 10 meter. Masa panen tanaman cabai di *Avicenna Greenhouse* memerlukan waktu sekitar empat bulan sejak masa tanam.

Meskipun telah menerapkan sistem irigasi otomatis sederhana, proses penyiraman di *Avicenna Greenhouse* masih belum sepenuhnya praktis karena pengguna tetap harus menyolokkan kabel pompa secara manual setiap kali ingin menyiram tanaman. Hal ini membuat pengelolaan penyiraman menjadi kurang efisien dan masih bergantung pada kehadiran manusia. Selain itu, *Avicenna Greenhouse* belum memiliki sistem pengkabutan air untuk menjaga kelembapan udara di dalam ruangan, sehingga suhu dan kelembapan tanaman tidak bisa dikendalikan secara otomatis, terutama saat cuaca panas. Cara kerja yang masih mengandalkan aktivitas manual ini berisiko menyebabkan ketidakpastian dalam perawatan tanaman dan berpotensi mempengaruhi hasil panen. Berdasarkan kondisi tersebut, diperlukan pengembangan sistem otomatis berbasis *Internet of Things* yang dapat mengatur penyiraman dan kelembapan udara secara otomatis, agar pengelolaan tanaman di *Avicenna Greenhouse* menjadi lebih efektif, efisien, dan konsisten.

Beberapa penelitian terdahulu dengan topik yang sama telah dilakukan oleh beberapa peneliti, seperti penelitian yang dilakukan oleh (Alamsyah et al., 2024), Mengungkapkan bahwa di Indonesia, banyak petani masih mengandalkan metode manual sehingga proses penyiraman belum optimal. Penelitian Oleh (M. Iqbal Hasani & Sri Wulandari, 2023), Mengungkapkan bahwa penyiraman tanaman umumnya masih dilakukan secara manual oleh tenaga manusia menggunakan peralatan sederhana seperti gayung, selang dan ember yang memerlukan waktu dan usaha yang signifikan. Penelitian Oleh (Muhamad Rusdi et al., 2023), mengungkapkan bahwa permasalahan mitra yaitu masih menggunakan cara konvensional dalam proses pemeliharaan tanaman anggrek dari tahapan penyiraman tanaman anggrek secara langsung menggunakan selang hingga pemberian pupuk. Proses penyiraman yang berlebihan dapat menyebabkan adanya pembusukan pada tanaman anggrek dan tidak adanya teknologi yang memonitoring kelembapan dan suhu pada area budidaya. Selain itu, meningkatnya biaya operasional pemeliharan tanaman anggrek yang disebabkan penggunaan mesin penyiraman berbahan bakar bensin. Permasalahan ini menunjukkan adanya kebutuhan akan solusi teknologi yang mampu meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam kegiatan budidaya tanaman. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan pada perancangan dan pengembangan sistem *Internet of Things* yang dapat mengotomatisasi proses penyiraman dan pengkabutan tanaman di dalam *greenhouse*.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah aplikasi berbasis *Internet of Things* yang mengotomatiskan proses penyiraman dan pengkabutan di Avicenna Greenhouse melalui penerapan algoritma *Naïve Bayes* sebagai prediksi suhu ruangan, kelembapan tanah pada pot tanaman, kelembapan udara pada ruangan. Aplikasi ini di rancang menggunakan metode agile yang terdiri dari perencanaan, perancangan, pengembangan, pengujian, penerapan, evaluasi, peluncuran. Dalam proses perancangannya, aplikasi ini menggunakan sensor suhu, kelembapan udara, kelembapan tanah, ketinggian air. Data dari sensor tersebut dapat dilakukan prediksi untuk penyiraman dan pengkabutan pada tanaman supaya efektif menggunakan algoritma *naïve bayes*. Aplikasi dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Arduino, Flask Python dan pengujian di laksanakan di Avicenna greenhouse pada tanaman cabai. Hasil dari penelitian ini berupa sebuah aplikasi web yang menyediakan monitoring suhu ruangan, kelembapan udara pada ruangan, kelembapan tanah pada pot tanaman, ketinggian air pada tandon, mengendalikan penyiraman dan pengkabutan secara otomatis. Manfaat yang diharapkan adalah peningkatan efisiensi penggunaan air, stabilitas kondisi lingkungan dalam greenhouse, serta peningkatan produktivitas dan kualitas pertumbuhan tanaman. Dengan demikian penelitian ini di harapkan dapat memberikan kemudahan untuk pemilik atau petani dalam melakukan penyiraman dan pengkabutan otomatis di greenhouse. Kesimpulannya, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun aplikasi berbasis *Internet of Things* yang dapat membantu pemilik atau petani dalam melakukan penyiraman dan pengkabutan secara otomatis, dengan judul “IMPLEMENTASI INTERNET OF THINGS UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA NAÏVE BAYES (Studi Kasus Di Avicenna Greenhouse)”.

## Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagaimana merancang dan membangun aplikasi IoT untuk penyiraman dan pengkabutan otomatis tanaman cabai pada *greenhouse*?
2. Bagaimana penerapan algoritma *Naïve Bayes* dapat meningkatkan akurasi keputusan dalam proses penyiraman dan pengkabutan otomatis berdasarkan data sensor ketinggian air, sensor suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah?
3. Bagaimana aplikasi monitoring berbasis web dapat membantu pengguna dalam memantau kondisi lingkungan *greenhouse* secara *real-time* dan mengendalikan aplikasi penyiraman serta pengkabutan dari jarak jauh?

## Batasan Masalah

Batasan masalah terhadap penelitian yang sedang dilakukan yaitu:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis IoT untuk tanaman cabai di greenhouse Avicenna.
2. Aplikasi yang dikembangkan memanfaatkan sensor ketinggian air, kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara sebagai parameter utama dalam proses penyiraman dan pengkabutan.
3. Aplikasi ini menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kapan penyiraman dan pengkabutan dilakukan berdasarkan data sensor.
4. Pengembangan aplikasi mencakup integrasi dengan platform berbasis web untuk monitoring dan pengendalian sistem secara *real-time*, tetapi tidak mencakup fitur lanjutan seperti rekomendasi pemupukan atau analisis pertumbuhan tanaman.
5. Penelitian ini menggunakan metode Agile dalam pengembangan aplikasi guna meningkatkan fleksibilitas dalam implementasi dan evaluasi.

## Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai penulis pada penelitian yang diajukan yaitu:

1. Merancang dan membangun aplikasi penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis web sesuai dengan kebutuhan untuk penyiraman dan pengkabutan otomatis pada tanaman cabai di greenhouse.
2. Mengimplementasikan IoT menggunakan sensor ketinggian air, kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara untuk kondisi lingkungan guna mengoptimalkan proses penyiraman dan pengkabutan pada tanaman di *greenhouse*.
3. Meningkatkan efisiensi dan kemudahan dalam pengelolaan penyiraman dan pengkabutan tanaman melalui sistem otomatis yang dapat dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh.

## Metodologi Penelitian

### Metode Pengumpulan Data

Beberapa Metode pengumpulan data digunakan untuk mendapatkan data yang akurat yaitu sebagai berikut:

1. Observasi

Metode ini dilakukan dengan mengamati secara langsung kondisi dan kegiatan di lokasi penelitian, yaitu *Avicenna Greenhouse* tempat tanaman cabai dibudidayakan. Observasi dilakukan untuk memahami proses penyiraman dan pengkabutan yang saat ini berjalan, serta kendala-kendala yang dihadapi dalam pengelolaan irigasi.

1. Wawancara

Wawancara dilakukan dengan pihak-pihak yang terlibat langsung dalam pengelolaan *greenhouse*, seperti pemilik *greenhouse* atau petani.

1. Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengumpulkan dan mempelajari literatur dari berbagai sumber seperti jurnal, artikel ilmiah, buku, dan dokumentasi terkait IoT, penyiraman otomatis, pengkabutan, serta algoritma *Naïve Bayes* dan sumber lain yang bersangkutan dengan topik penelitian.

### Metode Pengembangan Sistem

Metode pengembangan perangkat lunak yang digunakan dalam proyek ini adalah metode Agile. Agile merupakan metode yang mengandalkan proses berulang dan bertahap dalam siklus pengembangan perangkat lunak atau *Software Development Life Cycle (SDLC)*. Tujuannya adalah untuk menciptakan perangkat lunak yang dapat berkembang secara fleksibel dan menyesuaikan diri dengan perubahan kebutuhan di tengah proses pengembangan. Dalam metode Agile, seluruh proses pengembangan dibagi menjadi bagian-bagian kecil yang disebut iterasi atau sprint. Setiap *sprint* berlangsung dalam waktu yang relatif singkat dan mencakup beberapa tahapan penting, yaitu perencanaan, perancangan, pengembangan, pengujian, penerapan, evaluasi, peluncuran.

## Sistematika Penulisan

Dalam menyusun laporan skripsi ini diatur dan disusun dalam enam bab, yang masing-masing terdiri dari beberapa sub bab. Adapun urutannya sebagai berikut:

**BAB I PENDAHULUAN**

Bagian ini berisi mengenai latar belakang masalah, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, metodologi penelitian dan sistematika penulisan.

**BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

Bagian ini menjelaskan tentang landasan teori dan dasar teori pendukung dalam penelitian. Tinjauan Pustaka ini bersumber dari buku, jurnal dan website.

**BAB III: METODOLOGI PENELITIAN**

Bab ini menjelaskan metodologi penelitian yang dipakai pada tahap-tahap penulis dalam melakukan penelitian di *Avicenna Greenhouse*.

**BAB IV: ANALISIS DAN PERANCANGAN**

Bab ini berisi tentang analisis, perancangan hardware dan perancangan perangkat lunak, perancangan database, perancangan antarmuka serta penjelasan tentang perancangan perangkat lunak yang akan di bangun.

**BAB V IMPLEMENTASI DAN PENGUJIAN**

Bab ini berisi penyajian tahap pembuatan aplikasi dan perangkaian hardware IoT yang akan dijelaskan tiap langkahnya serta contoh tampilan dari aplikasi dan juga *hardware Internet of Things*.

**BAB VI PENUTUP**

Bab ini berisi kesimpulan dan penyajian tahap pembuatan yang dilakukan serta saran untuk implementasi *Internet of Things* selanjutnya.

.

# BAB II TINJAUAN PUSTAKA

## Landasan Teori

Landasan teori merupakan teori yang memiliki keterkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan. Penulis menggunakan pengetahuan yang dipelajari selama perkuliahan untuk implementasi *Internet of Things* dan pembuatan aplikasi. Berikut adalah beberapa mata kuliah dan teori yang menjadi dasar bagi penelitian ini:

1. Teori *Internet of Things* (Praktikum *Internet of Things*).
2. Teori Perancangan dan Pengembangan Perangkat Lunak (Mata kuliah Rekayasa Perangkat Lunak).
3. Teori Pengembangan Website (Mata kuliah Pemrograman Internet).

Penulis juga mempelajari penelitian terdahulu sebagai acuan dalam penelitian yang akan di lakukan, hal ini bertujuan untuk melakukan perbandingan mengenai kesamaan dan perbedaan terhadap penelitian yang terdahulu. Berikut adalah beberapa acuan jurnal penelitian yang digunakan:

Tabel 2. 1 Acuan Jurnal Penelitian

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Jurnal Penelitian** | **Masalah** | **Metode** | **Kesimpulan** |
| 1 | **Judul:** Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Logika Fuzzy Dengan Teknologi Internet of Things Berbasis Esp8266 Dan Aplikasi Blynk  **Penulis:** Ridho Alamsyah, Eddy Ratna Mufidah Ryansyah, Andari Yasinta Permana.  **Tahun:** 2024 | Di Indonesia, banyak petani masih mengandalkan metode manual sehingga proses penyiraman belum optimal. | Penelitian ini menggunakan metode studi literatur, perancangan perangkat, logika fuzzy yaitu Dalam penelitian ini dihasilkan keputusan menggunakan fuzzy logic yang terdiri dari beberapa tahap yaitu fuzzifikasi, mesin inferensi, dan defuzzifikasi. Pada output yang dihasilkan adalah keputusan akhir apakah pompa air otomatis akan menyala atau tidak dan pengujian perangkat. | Penelitian ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan media tanam secara otomatis. Fokus utama dari sistem yang dikembangkan adalah otomasi penyiraman tanaman tanpa melibatkan aspek penerapan lainnya. Sistem ini juga terintegrasi dengan aplikasi Blynk yang berfungsi sebagai antarmuka untuk memantau serta mengendalikan proses penyiraman secara real-time melalui perangkat mobile. |
| 2 | **Judul:** Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Mobile  **Penulis:** M. Iqbal Hasani, Sri Wulandari.  **Tahun:** 2023 | Penyiraman tanaman umumnya masih dilakukan secara manual oleh tenaga manusia menggunakan peralatan sederhana seperti gayung, selang dan ember yang memerlukan waktu dan usaha yang signifikan | Penelitian ini mengimplementasikan algoritma Naïve Bayes digunakan untuk menganalisis data yang diakuisisi dari sensor dan menentukan tindakan yang harus dilakukan oleh sistem. Lalu melibatkan penerapan metodologi System Development Life  Cycle (SDLC), yang terdiri dari beberapa tahap, yaitu Analisis Kebutuhan, Desain Sistem, Implementasi, Pengujian, Peluncuran dan Pemeliharaan. | Sistem ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan, serta sensor suhu untuk memantau suhu sekitar tanaman. Penelitian ini berfokus pada otomasi penyiraman tanaman tanpa mempertimbangkan aspek IoT lainnya. Aplikasi Blynk digunakan untuk memantau dan mengendalikan proses penyiraman secara real time. Selain itu, penerapan algoritma Naïve Bayes terbukti mampu mendukung pengambilan keputusan berdasarkan data sensor secara akurat. |
| 3 | **Judul:** Implementasi Teknologi Penyiraman Sistem Pengkabutan Otomatisdan Monitoring Pintar Berbasis Tenaga Surya untuk Tempat Budidaya Tanaman Anggrek UD fairus Di Kabupaten Merauke.  **Penulis:** Muhamad Rusdi, Muriani, Rivaldo Pasca Corputty, Mardiyasa Putra Yoga, Grace Christin Aditya Ronsumbre, Diah Bayu Titisari.  **Tahun:** 2023 | Permasalahan mitra yaitu masih menggunakan cara konvensional dalam proses pemeliharaan tanaman anggrek dari tahapan penyiraman tanaman anggrek secara langsung menggunakan selang hingga pemberian pupuk. Proses penyiraman yang berlebihan dapat menyebabkan adanya pembusukan pada tanaman anggrek dan tidak adanya teknologi yang memonitoring kelembapan dan suhu pada area budidaya. Selain itu, meningkatnya biaya operasional pemeliharan tanaman anggrek yang disebabkan penggunaan mesin penyiraman berbahan bakar bensin. | Metode pelaksanaan yang digunakan pada pengabdian ini terdiri dari beberapa tahapan yaitu: diskusi dan observasi, Sosialisasi Program kegiatan dan teknologi, perancangan teknologi, workshop pengoperasian dan pemeliharaan teknologi, evaluasi kegiatan, publikasi dan capaian luaran kegiatan | Penelitian ini memanfaatkan sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan lingkungan serta sensor suhu untuk memantau suhu di sekitar tanaman. Sistem yang dikembangkan berfokus pada otomatisasi proses penyiraman dan pengkabutan tanaman secara efisien. Selain itu, aplikasi Blynk digunakan sebagai antarmuka pemantauan dan pengendalian sistem secara real-time, sehingga memungkinkan pengguna untuk mengatur penyiraman dan pengkabutan secara jarak jauh melalui perangkat mobile. |

Berdasarkan tiga acuan penelitian yang telah dikaji, terdapat beberapa kesamaan dan perbedaan dengan penelitian ini. Persamaan utama terletak pada tujuan umum, yaitu melakukan penyiraman atau pengkabutan tanaman secara otomatis dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things*, serta penggunaan sensor kelembapan tanah dan sensor suhu sebagai komponen utama dalam pengambilan data lingkungan. Selain itu, salah satu penelitian juga menerapkan algoritma *Naive Bayes*, yang sejalan dengan metode yang digunakan dalam penelitian ini.

Namun, terdapat perbedaan signifikan yang menjadi keunggulan penelitian ini dibandingkan acuan sebelumnya. Penelitian ini tidak hanya fokus pada penyiraman, tetapi juga mengintegrasikan sistem pengkabutan sebagai bagian dari pengendalian iklim mikro tanaman dan juga penambahan sensor untuk kelembapan udara dan ketinggian air pada tandon. Selain itu, dalam penelitian ini proses pengembangan sistem menggunakan metode agile, serta tidak menggunakan aplikasi pihak ketiga seperti Blynk, melainkan merancang dan membangun sistem monitoring dan kontrol secara mandiri melalui aplikasi web yang terintegrasi langsung dengan perangkat IoT.

## Dasar Teori

Adapun teori-teori yang ada sebagai acuan dalam implementasi *Internet of Things* yaitu sebagai berikut:

### Internet of Things Penyiraman Tanaman

Menyiram tanaman berarti memberikan air secara langsung ke media tanam tempat akar tanaman berada. Tujuannya adalah memasok air dan nutrisi yang dibutuhkan akar agar diserap dan didistribusikan ke seluruh bagian tanaman (Kurniawan, 2023).

### Pengkabutan Tanaman

Misting atau pengkabutan adalah teknik merawat tanaman dengan cara menyemprotkan butiran air yang sangat halus ke daun dan batang tanaman. Teknik ini bertujuan untuk mengembalikan kelembapan udara di sekitar tanaman yang mungkin hilang akibat pendingin ruangan (AC) atau udara kering (Kurniawan, 2023).

### Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengukur tingkat kelembapan atau kekeringan tanah. Sensor ini umumnya menggunakan prinsip resistansi tanah untuk menentukan tingkat kelembapan dan banyak diterapkan dalam berbagai aplikasi, terutama di bidang pertanian dan sistem otomatisasi penyiraman tanaman (Aqilla Khairunnisya, 2024).

### Sensor Suhu

Merupakan alat yang digunakan untuk mendeteksi sekaligus mengukur suhu. Temperatur sensor akan mendeteksi suhu dingin dan panas lantas mengubahnya hingga menjadi sinyal listrik yang dapat diukur (Robi, 2025).

### Sensor Ketinggian Air

Sensor ketinggian air adalah perangkat yang digunakan untuk mengukur tinggi permukaan air di suatu lokasi. Perangkat ini mampu memberikan data real-time mengenai ketinggian air, yang sangat berguna untuk berbagai aplikasi seperti manajemen sumber daya air, pengendalian banjir, dan pengawasan kualitas air. Sensor ini biasanya menggunakan berbagai teknologi, termasuk ultrasonik, radar, dan tekanan, untuk mendeteksi perubahan ketinggian air dengan akurasi tinggi (Admin Alatuji, 2024).

### Sensor Kelembapan Udara

Kelembapan udara menyatakan banyaknya uap air dalam udara. Jumlah uap air dalam udara ini sebetulnya hanya merupakan sebagian kecil saja dari seluruh atmosfer, yaitu bervariasi antara 0% sampai 5% dari jumlah masa udara. uap air ini merupakan komponen udara yang sangat penting ditinjau dari segi cuaca dan iklim. Kelembapan udara adalah kandungan uap air dalam udara. Uap air yang ada dalam udara berasal dari hasil penguapan air di permukaan bumi, air tanah, atau air yang berasal dari penguapan tumbuh-tumbuhan,alat ukur adalah Higrometer (Roby Friadi & Junadhi, 2019).

### Machine Learning

Machine Learning (ML) merupakan bidang studi yang fokus kepada desain dan analisis algoritma sehingga memungkinkan komputer untuk dapat belajar. Menurut Samuel, ML berisi sebuah algoritma yang bersifat generic (umum) dimana algoritma tersebut dapat menghasilkan sesuatu yang menarik atau bermanfaat dari sejumlah data tanpa harus menulis kode yang spesifik. Pada intinya, algoritma yang generik tersebut ketika diberikan sejumlah data maka ia dapat membangun sebuah aturan atau model atau inferensi dari data tersebut (Ibnu Daqiqil Id, 2021).

### Algoritma Naïve Bayes

Naïve bayes atau dikenal juga dengan *naïve bayes classifier* merupakan salah satu *algoritme machine learning* yang diawasi (*supervised learning*) yang digunakan untuk menangani masalah klasifikasi berdarkan pada probabilitas atau kemungkinan sesuai dengan Teorema Bayes. Lalu, apa itu Teorema Bayes? Dalam statistic, Teorema Bayes atau hukum bayes menjelaskan probabilitas suatu kejadian di masa depan berdasarkan pengalaman sebelumnya tentang kondisi yang mungkin terkait dengan kejadian tersebut, sehingga dapat digunakan untuk pengambilan keputusan (Rina, 2023).

### Mikrokontroller

Mikrokontroler adalah sebuah komputer kecil yang dikemas dalam bentuk chip IC (Integrated Circuit) dan dirancang untuk melakukan tugas atau operasi tertentu. Pada dasarnya, sebuah IC Mikrokontroler terdiri dari satu atau lebih Inti Prosesor (CPU), Memori (RAM dan ROM) serta perangkat INPUT dan OUTPUT yang dapat deprogram (Dickson, 2025).

### ESP32

ESP32 adalah nama dari mikrokontroler yang dirancang oleh perusahaan yang berbasis di Shanghai, China yakni *Espressif Systems*. ESP32 menawarkan solusi jaringan WiFi yang mandiri sebagai jembatan dari mikrokontroler yang ada ke jaringan WiFi (Kusumah & Pradana, 2019).

### Soil Moisture Sensor

Soil moisture sensorFC-28 adalah sensor kelembaban yang dapat mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor ini sangat sederhana, tetapi ideal untuk memantau taman kota, atau tingkat air pada tanaman pekarangan. Sensor ini terdiri dua probe untuk melewatkan arus melalui tanah, kemudian membaca resistansinya untuk mendapatkan nilai tingkat kelembaban. Semakin banyak air membuat tanah lebih mudah menghantarkan listrik (resistansi kecil), sedangkan tanah yang kering sangat sulit menghantarkan listrik (resistansi besar). Sensor ini sangat membantu untuk mengingatkan tingkat kelembaban pada tanaman atau memantau kelembaban tanah (Eka Candra & Maulana Universitas Putera Batam, 2019).

### DHT11

Sensor DHT11 adalah modul sensor yang mendeteksi suhu dan kelembaban. Modul sensor ini termasuk ke dalam elemen perangkat resistive seperti alat pengukur suhu NTC. Cara kerja sensor dht11 dengan mengukur perubahan resistansi yang disebabkan oleh suhu dan kelembaban, kemudian mengirimkan data sinyal digital yang terdiri dari pulsa tinggi dan pulsa rendah ke mikrokontroler yang mewakili nilai suhu dan kelembapan (Ifa Susuek Anselmus Talli et al., 2023).

### Sensor Ultrasonik HC SR04

Sensor ini terdiri dari rangkaian pemancar ultrasonik yang dinamakan transmitter dan penerima ultrasonik yang disebut receiver. Alat ini digunakan untuk mengukur gelombang ultrasonik. Cara kerja Sensor Ultrasonik dengan transmitter dan receiver. Sensor ultrasonik dengan single sensor yang berfungsi sebagai transmitter dan receiver sekaligus (Fasha Rosdiana Herawan et al., 2023).

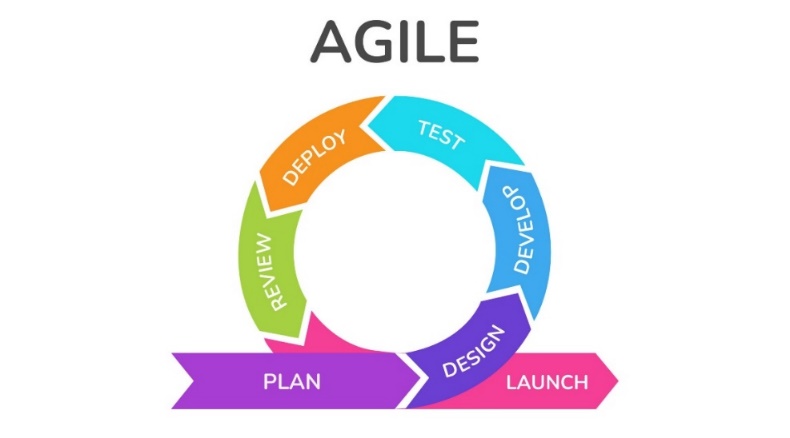
### Nozzle Sprayer

Nozzle sprayer adalah bagian dari alat semprot yang terdiri dari pipa yang menghubungkan tangki dengan ujung alat semprot. Nozzle ini berfungsi untuk mengubah aliran cairan menjadi semprotan dengan pola tertentu dan tekanan yang sesuai dengan kebutuhan. Bentuk dari nozzle bisa berbagai macam, seperti konus, flat fan, dan full cone. Setiap bentuk nozzle memiliki pola semprotan yang berbeda-beda dan cocok untuk kebutuhan yang berbeda-beda (Solahart Handal, 2025).

### Relay

Modul Relay adalah sebuah saklar magnet, yang berfungsi untuk memutus dan menghubungkan arus listrik. Prinsip kerja relay secara umum sama dengan kontaktor magnet yaitu berdasarkan kemagnetan yang dihasilkan oleh kumparan coil (Effendi et al., 2022).

### Metode Agile

Metode Agile adalah suatu pendekatan dalam pengembangan perangkat lunak yang fokus pada fleksibilitas, kolaborasi dan responsif terhadap perubahan. Salah satu ciri khas utama dari metode ini adalah pendekatan berbasis tim. Tim pengembang bekerja sama dengan pemangku kepentingan atau stakeholders untuk mengidentifikasi kebutuhan dan tujuan proyek. Mereka secara teratur berkomunikasi, berkolaborasi dan mengadakan pertemuan untuk memastikan bahwa proyek berjalan sesuai rencana (Kantinit, 2023).

Sumber: (TECHGROPSE PVT. LTD, 2020)

Gambar 2. 1 Metode Agile

Berikut adalah tahap-tahap pengembangan dalam metode agile:

1. Perencanaan (*Plan*)

Tahap ini dilakukan untuk mengidentifikasi kebutuhan sistem serta menyusun tujuan yang ingin dicapai pada periode pengembangan tertentu yang disebut sprint. Aktivitas ini mencakup penentuan fitur-fitur awal yang akan dikembangkan serta pembagian waktu pengerjaan.

1. Perancangan (*Design*)

Setelah kebutuhan dan tujuan ditentukan, tahap selanjutnya adalah merancang struktur sistem dan antarmuka pengguna. Perancangan ini dapat berupa diagram alur, struktur data, ataupun tampilan antarmuka yang menjadi acuan dalam proses pengembangan.

1. Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap ini, sistem atau fitur mulai dibangun berdasarkan perancangan yang telah dibuat. Proses pengembangan dilakukan secara bertahap sesuai dengan durasi *sprint* yang telah ditetapkan. Hasil pengembangan merupakan bagian dari perangkat lunak yang dapat diuji dan digunakan.

1. Pengujian (*Test*)

Setelah proses pengembangan selesai, perangkat lunak yang dihasilkan diuji untuk memastikan fungsionalitasnya berjalan dengan baik dan sesuai dengan kebutuhan. Pengujian ini juga bertujuan untuk menemukan dan memperbaiki kesalahan (*bug*) yang mungkin terjadi sebelum perangkat lunak diterapkan.

1. Penerapan (*Deploy*)

Jika perangkat lunak telah dinyatakan layak, maka hasil pengembangan akan diterapkan pada lingkungan produksi agar dapat digunakan oleh pengguna akhir. Penerapan ini bertujuan untuk melihat performa sistem secara nyata dalam kondisi sebenarnya.

1. Evaluasi (*Review*)

Tahap ini bertujuan untuk mengevaluasi hasil yang telah diterapkan pada *sprint* sebelumnya. Evaluasi mencakup peninjauan terhadap kekurangan, kelebihan, serta masukan yang dapat dijadikan acuan untuk perbaikan atau pengembangan pada *sprint* berikutnya. Proses ini menjadi dasar penting untuk melakukan penyesuaian dalam iterasi selanjutnya.

1. Peluncuran (*Launch*)

Setelah perangkat lunak melewati seluruh tahapan pengembangan dan evaluasi, sistem siap untuk diluncurkan secara menyeluruh.

### Unified Modeling language

UML (*Unified Modeling Language*) adalah sebuah bahasa visual yang digunakan untuk menggambarkan dan merancang sistem atau aplikasi secara jelas dan terstruktur. Dengan UML, pengembang bisa membuat berbagai diagram untuk menggambarkan bagaimana suatu sistem bekerja, siapa saja yang terlibat, dan bagaimana alur data berjalan di dalamnya (Irhan Hisyam Dwi Nugroho, 2024).

Berikut adalah diagram-diagram dalam UML:

1. Use Case Diagram

*Use case* *diagram* adalah satu dari berbagai jenis diagram UML (*Unified Modelling Language*) yang menggambarkan hubungan interaksi antara sistem dan aktor. *Use Case* dapat mendeskripsikan tipe interaksi antara si pengguna sistem dengan sistemnya (Dicoding Intern, 2021).

Daftar simbol pada *use case* diagram dapat dilihat pada Tabel 2.2 berikut:

Tabel 2. 2 Use Case Diagram

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Simbol | Keterangan |
| 1 | Aktor | Mewakili peran orang, system yang lain, atau alat ketika berkomunikasi dengan use case |
| 2 | Use Case | Abstraksi dan interaksi antara sistem dan aktor |
| 3 | Association | Abstraksi dari penghubung antara actor dengan use case |
| 4 | Generalisasi | Menunjukan spesialisasi actor untuk dapat berpartisipasi dengan usecase |
| 5 | Include | Menunjukan bahwa suatu use case seluruhnya merupakan fungsionalitas dari use case lainnya |
| 6 | Extend | Menunjukan bahwa suatu use case merupakan tambahan fungsional dari use case lainnya jika suatu kondisi terpenuhi |

Sumber: (Dicoding Intern, 2021)

1. Activity Diagram

*Activity diagram* adalah jenis diagram yang berguna untuk dapat membuat model dari berbagai proses dalam suatu sistem, urutan proses digambarkan secara vertikal. Diagram ini merupakan pengembangan dari *use case* dan menunjukkan alur aktivitas yang ditampilkan berupa rangkaian menu atau proses bisnis yang ada dalam sistem tersebut (Ucy Sugiarti, 2024).

Daftar simbol pada activity diagram dapat dilihat pada Tabel 2.3 berikut:

Tabel 2. 3 Activity Diagram

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Simbol | Keterangan |
| 1 | Status Awal | Sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status awal. |
| 2 | Aktivitas | Aktivitas yang dilakukan sistem, aktivitas biasanya diawali dengan kata kerja. |
| 3 | Percabangan / Decision | Percabangan dimana ada pilihan aktivitas yang lebih dari satu. |
| 4 | Penggabungan / Join | Penggabungan dimana yang mana lebih dari satu aktivitas lalu digabungkan jadi satu. |
| 5 | Status Akhir | Status akhir yang dilakukan sistem, sebuah diagram aktivitas memiliki sebuah status akhir. |
| 6 | Swimlane | Swimlame memisahkan organisasi bisnis yang bertanggung jawab terhadap aktivitas yang terjadi |

Sumber: (Lawencon International, 2024)

1. Entity Relationship Diagram

ERD (*Entity Relationship Diagram*) adalah sebuah gambar atau diagram yang digunakan untuk menggambarkan hubungan antara entitas (objek) dalam sebuah database. Dalam ERD, entitas (objek) direpresentasikan sebagai kotak dengan atribut-atribut yang terkait dengan entitas tersebut. Hubungan antara entitas ditunjukkan oleh tanda panah atau garis yang menghubungkannya. ERD memungkinkan pengembang database untuk memvisualisasikan struktur database dengan jelas dan memahami bagaimana entitas saling terkait (Ayoni Sulthon, 2023).

Daftar simbol pada Entity Relationship diagram dapat dilihat pada Tabel 2.4 berikut:

Tabel 2. 4 Entity Relationship Diagram

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| No | Simbol | Keterangan |
| 1 | Entitas / Entity | Entitas adalah sebuah objek berwujud nyata yang dapat dibedakan dengan objek lainnya. Objeknya dapat bersifat konkret maupun abstrak. Data konkret adalah sesuatu yang benar-benar ada atau dapat dirasakan oleh alat indra, sedangkan abstrak tidak berwujud. |
| 2 | Atribut | Setiap entitas memiliki atribut untuk mendeskripsikan karakteristik dari suatu entitas. Untuk jenisnya dibedakan menjadi beberapa jenis, yaitu Atribut key, atribut yang unik dan berbeda. |
| 3 | Relasi | Hubungan antar entitas untuk menunjukkan adanya koneksi di antara sejumlah entitas yang berasal dari himpunan entitas berbeda. |

Sumber: (DomaiNesia, 2023)

### Wiring Diagram

Wiring diagram adalah representasi visual yang menunjukkan hubungan koneksi antara komponen elektronik dalam sebuah perangkat IoT. Tujuan utama dari wiring diagram adalah memberikan pemahaman yang jelas tentang bagaimana komponen-komponen tersebut terhubung satu sama lain, sehingga memudahkan proses perakitan, pemeliharaan, dan pemecahan masalah (Indobot Academy, 2023).

### Website

Website adalah kumpulan dari halaman-halaman situs yang terdapat dalam sebuah domain atau subdomain yang berada di dalam *World Wide Web* (WWW) di internet (Iftitah Nurul Laily, 2022).

### Hosting

Hosting adalah layanan online yang berfungsi untuk menyimpan dan menyajikan semua file website sehingga kontennya bisa diakses oleh siapa pun di internet. Saat membeli hosting, pada dasarnya Anda menyewa ruang di server fisik yang menyimpan semua data website (Ariata C., 2024).

### Github

GitHub adalah platform berbasis *cloud* yang memungkinkan pengembang untuk menyimpan, berbagi, dan berkolaborasi dalam penulisan kode secara efisien dengan menyimpan kode dalam repository di GitHub (GitHub, 2025a).

### Arduino

bahasa pemrograman Arduino ditemukan oleh Hernando Barragan pada tahun 2003, pada saat ia mengembangkan sistem wiring. Arduino menggunakan bahasa pemrogramannya sendiri, yang mirip dengan C++. Terdapat tiga bagian utama yang menyusun bahasa pemrogramanan Arduino yaitu function, value, dan structure. Function memungkinkan dalam mengontrol board. Dengan menggunakan function, analisis data, operasi matematika, dan tugas lainnya dapat dilakukan. Value berfungsi mewakili konstanta dan variabel, tipe daya yang digunakan seperti array, boolean, char, float, dan lainnya yang mirip dengan C++. Bagian terakhir adalah structure, bagian dari bahasa Arduino yang mengandung elemen kode, seperti operator (Togi, 2021).

### Arduino IDE

Perangkat Lunak Arduino (IDE) memudahkan untuk menulis kode dan mengunggahnya ke papan secara offline. Saat ini ada dua versi IDE Arduino, satu adalah IDE 1 dan yang lainnya adalah IDE 2 IDE 2 adalah rilis besar baru yang lebih cepat dan bahkan lebih kuat untuk IDE 1. Selain editor yang lebih modern dan antarmuka yang lebih responsif, ini menyertakan fitur-fitur canggih untuk membantu pengguna dengan pengkodean dan debugging mereka (Liam Aljundi, 2024).

### MQTT

MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*) adalah protokol *publish-subscribe* yang dirancang khusus untuk mengirimkan pesan antara perangkat IoT dengan *overhead* yang rendah dan konsumsi energi yang efisien. Dalam era *Internet of Things* (IoT) yang semakin berkembang, di mana jutaan perangkat terhubung dan bertukar data, diperlukan protokol komunikasi yang ringan, efisien, dan andal (Indobot Academy, 2023).

### Mysql

MySQL adalah sistem manajemen basis data berbasis SQL (*Structured Query Language*) yang memungkinkan pengguna untuk menyimpan, mengelola, dan mengambil data dengan cara yang terstruktur. Sebagai perangkat lunak open-source, MySQL memberikan kebebasan kepada pengembang untuk memodifikasi dan mendistribusikan perangkat lunak ini sesuai kebutuhan. Fungsi MySQL sangat beragam, mulai dari menyimpan data dalam jumlah besar hingga mendukung aplikasi berbasis web, seperti sistem manajemen konten (CMS), e-commerce, hingga aplikasi perusahaan (Yazid Yusuf, 2024).

### HiveMQ

HiveMQ adalah platform streaming data IoT berbasis protokol MQTT yang terpercaya, dirancang untuk menyediakan konektivitas data secara real-time yang aman dan andal. Platform ini memungkinkan perusahaan untuk menghubungkan, mengalirkan, dan mengelola data dari perangkat IoT ke sistem TI secara efisien, mendukung transformasi digital dan pengambilan keputusan yang lebih cerdas (HiveMQ, 2025).

### Figma

Figma adalah rangkaian produk yang memungkinkan Anda membuat, berbagi, dan menguji desain, presentasi, dan papan tulis. Anda bisa bekerja dengan orang lain secara real-time, mengakses fitur-fitur canggih dalam Mode Dev, dan berintegrasi dengan alat populer seperti GitHub (Figma, 2025).

### Python

Python adalah pemrograman tingkat tinggi yang diinterpretasikan, berorientasi objek, bahasa dengan semantik dinamis. Data bawaan tingkat tinggi struktur, dikombinasikan dengan pengetikan dinamis dan pengikatan dinamis, membuatnya sangat menarik untuk pengembangan aplikasi cepat, serta untuk digunakan sebagai bahasa skrip untuk menghubungkan komponen yang ada bersama. Sintaks Python yang sederhana dan mudah dipelajari menekankan keterbacaan dan karenanya mengurangi biaya pemeliharaan program. Python mendukung modul dan paket, yang mendorong program modularitas dan penggunaan kembali kode. (python org, 2025).

### Flask

Flask adalah kerangka kerja aplikasi web yang ringan dan sesuai dengan standar *Web Server Gateway Interface* (WSGI). Kerangka kerja ini dirancang untuk memudahkan pengembangan aplikasi secara cepat dan sederhana, serta memiliki fleksibilitas untuk dikembangkan menjadi aplikasi yang lebih kompleks (Pallets, 2025).

### Black Box Testing

*Black box testing* atau dapat disebut juga *Behavioral Testing* adalah pengujian yang dilakukan untuk mengamati hasil input dan output dari perangkat lunak tanpa mengetahui struktur kode dari perangkat lunak. Pengujian ini dilakukan di akhir pembuatan perangkat lunak untuk mengetahui apakah perangkat lunak dapat berfungsi dengan baik. Untuk melakukan pengujian, penguji tidak harus memiliki kemampuan menulis kode program. Pengujian ini dapat dilakukan oleh siapa saja (Rony Setiawan, 2021).

### User acceptance test (UAT)

*User acceptance test* (UAT) atau pengujian penerimaan pengguna adalah fase terakhir dari proses pengujian perangkat lunak. Selama UAT, perangkat lunak perangkat lunak diuji untuk memastikan apakah fungsi dan tugasnya sudah sesuai dengan requirement atau kebutuhan pengguna. UAT adalah salah satu prosedur proyek perangkat lunak final dan paling penting yang harus dilaksanakan sebelum perangkat lunak yang telah dikembangkan diluncurkan (Gamal Thabroni, 2022).

### Miro

Miro adalah ruang kerja visual bertenaga AI yang menyatukan tim untuk berkolaborasi dan mengambil keputusan lebih cepat. Kanvas cerdas dengan alat bantu interaktif memudahkan siapa pun untuk menyelesaikan pekerjaan, mulai dari pemetaan perjalanan hingga pembuatan diagram, dan banyak lagi (Miro, 2025).

### Visual Studio Code

Visual Studio Code adalah editor kode yang disederhanakan dengan dukungan untuk operasi pengembangan seperti penelusuran kesalahan, menjalankan tugas, dan kontrol versi. Ini bertujuan untuk menyediakan alat yang dibutuhkan pengembang untuk siklus pembuatan kode-debug cepat dan meninggalkan alur kerja yang lebih kompleks untuk IDE berfitur yang lebih lengkap (Microsoft, 2025).

### Fritzing

Fritzing adalah inisiatif perangkat keras sumber terbuka yang membuat elektronik dapat diakses sebagai materi kreatif bagi siapa saja. Menawarkan alat perangkat lunak, situs web komunitas, dan layanan dalam semangat Pemrosesan dan Arduino, menumbuhkan ekosistem kreatif yang memungkinkan pengguna untuk mendokumentasikan prototipe mereka, membagikannya dengan orang lain, mengajar elektronik di kelas, dan menata dan memproduksi PCB professional (Fritzing, 2025).

### Microsoft Word

Microsoft Word adalah perangkat lunak yang digunakan untuk pengolahan kata, membuat, menyunting, dan memformat dokumen. Microsoft Word pertama kali diperkenalkan pada 25 Oktober 1983 dengan nama Multi-Tool Word. saat itu hanya bisa digunakan pada sistem Xenix. Penggunaanya baru bisa dilakukan pada Microsoft Windows yaitu pada tahun 1989 (Sumanti et al., 2024).

### Chatgpt

ChatGPT (Generative Pre-training Transformer) adalah sistem kecerdasan buatan AI yang memungkinkan interaksi dalam percakapan berbasis teks. ChatGPT memiliki berbagai fungsi, termasuk menerjemahkan bahasa, memberikan rekomendasi, meningkatkan produktivitas, dan membantu dalam bidang Pendidikan (Suharmawan, 2023).

### Github Copilot

GitHub Copilot adalah asisten pengkodean AI yang membantu Anda menulis kode lebih cepat dan dengan sedikit usaha, memungkinkan Anda memfokuskan lebih banyak energi pada pemecahan masalah dan kolaborasi (GitHub, 2025b).

### HTML

HTML (*HyperText Markup Language*) adalah bahasa yang digunakan untuk membuat struktur dasar halaman web (Publikasi et al., 2025).

### CSS

CSS, yang digunakan untuk menata dan memperindah tampilan halaman web. CSS memungkinkan pengembang web untuk mengubah elemen visual di halaman, seperti warna latar belakang, ukuran font, jenis font, dan tata letak halaman (Publikasi et al., 2025).

### Jquery

JQuery adalah pustaka JavaScript yang cepat, kecil, dan kaya fitur. Itu membuat hal-hal seperti traversal dan manipulasi dokumen HTML, penanganan peristiwa, animasi, dan Ajax jauh lebih sederhana dengan API yang mudah digunakan yang bekerja di seluruh banyak browser. Dengan kombinasi keserbagunaan dan ekstensibilitas, jQuery telah mengubah cara jutaan orang menulis JavaScript (OpenJS Foundation, 2025).

### Javascript

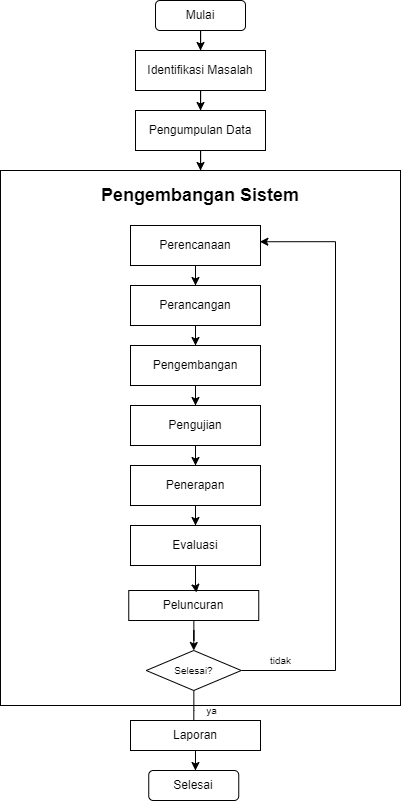
JavaScript adalah bahasa skrip lintas platform berorientasi objek yang digunakan untuk membuat halaman web interaktif misalnya, memiliki animasi yang kompleks, tombol yang dapat diklik, menu popup, dll (Mozilla Foundation, 2025).

### Tailwind CSS

Tailwind CSS adalah kerangka kerja CSS tingkat rendah yang sangat mudah disesuaikan yang memberikan semua blok bangunan yang di butuhkan untuk membangun desain yang dipesan lebih dahulu tanpa gaya yang mengganggu yang harus diperjuangkan untuk ditimpa (tailwindcss, 2025).

# BAB III METODOLOGI PENELITIAN

## Kerangka Pikir

Kerangka pikir merupakan jalur pemikiran yang dirancang berdasarkan kegiatan penyusun yang dilakukan. Berikut adalah kerangka pikir yang merupakan langkah-langkah yang akan dilakukan dalam penelitian ini:

Gambar 3. 1 Kerangka Pikir

Sumber: (diagrams.net, 2025)

## Deskripsi

Penelitian ini menggunakan pendekatan metode Agile dalam pengembangan sistem. Berikut adalah tahapan-tahapan penelitian yang dilaksanakan:

### Identifikasi Masalah

Identifikasi masalah adalah upaya untuk menjelaskan permasalahan. Identifikasi ini dilakukan sebagai langkah awal penelitian. Dimulai dengan meminta izin kepada pemilik *Avicenna Greenhouse* untuk melakukan penelitian kemudian melakukan pengamatan secara langsung terhadap objek penelitian.

### Pengumpulan Data

Dalam pengumpulan data, penulis menggunakan beberapa metode untuk mendapatkan data yang akurat yang diperlukan dalam implementasi alat internet of thinks, penyusunan proposal, dan penyusunan laporan, yaitu sebagai berikut:

1. Observasi

Penulis melakukan pengamatan langsung di *Avicenna Greenhouse* untuk memahami kondisi dan kebutuhan penyiraman tanaman secara manual.

1. Wawancara

Penulis melakukan sesi tanya jawab dengan pemilik *Avicenna Greenhouse* guna memperoleh informasi terkait metode penyiraman yang digunakan, kendala dalam penyiraman dan pengkabutan tanaman, serta harapan terhadap sistem penyiraman otomatis berbasis *Internet of Things*.

1. Studi Pustaka

Penulis mengumpulkan dan menganalisis data dari berbagai jurnal, buku, website serta sumber relevan lainnya yang membahas konsep *Internet of Things*, sistem penyiraman otomatis, dan pengkabutan pada tanaman.

### Perencanaan

Setelah melakukan pengumpulan data, penulis melakukan tahap perencanaan sistem. Tahapan ini bertujuan untuk menetapkan kebutuhan sistem serta merancang alur pengembangan yang akan dilaksanakan dalam beberapa iterasi (*sprint*). Perencanaan meliputi identifikasi kebutuhan sistem, baik dari sisi fungsional maupun non-fungsional, agar proses implementasi dapat berjalan sesuai dengan tujuan penelitian.

1. Analisis kebutuhan fungsional

Analisis kebutuhan fungsional merupakan proses untuk mengidentifikasi fitur-fitur utama yang harus dimiliki oleh sistem berdasarkan fungsionalitas yang diharapkan. Adapun kebutuhan fungsional sistem yang dirancang adalah sebagai berikut:

1. Autentikasi Pengguna
2. Sistem menyediakan form login untuk admin.
3. Sistem memverifikasi kredensial pengguna sebelum memberikan akses ke halaman utama.
4. Dashboard Admin
5. Menampilkan data dari sensor ketinggian air, suhu, kelembapan tanah, dan kelembapan udara.
6. Menampilkan status perangkat penyiram dan pengkabut.
7. Integrasi Iot dan Proses Pengambilan Keputusan
8. Sistem menggunakan algoritma *Naive Bayes* untuk menentukan kapan melakukan penyiraman dan pengkabutan.
9. Pengendalian Perangkat
10. Sistem menerima data dari ESP32 melalui protokol MQTT.
11. Sistem mengirim perintah ke ESP32 untuk mengontrol perangkat.
12. Notifikasi dan Monitoring
13. Admin dapat mengaktifkan/menonaktifkan penyiraman dan pengkabutan secara manual melalui notifikasi via whattapps.
14. Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis kebutuhan non-fungsional mencakup spesifikasi teknis dan kualitas sistem yang memengaruhi performa dan keandalan sistem secara keseluruhan.

1. Perangkat Keras

Tabel 3. 1 Perangkat Keras

|  |  |
| --- | --- |
| Processor | Intell Dual-Core 3.10GHz |
| Hard Disk | 500 GB |
| Memory | 4 GB |
| Monitor | Resolusi 1280 x 800px |

Sumber: (Penulis, 2023)

1. Perangkat Internet of Things

Tabel 3. 2 Perangkat Internet of Things

|  |  |
| --- | --- |
| Mikrokontroler | ESP32 (Wi-Fi + Bluetooth) |
| Sensor Suhu dan Kelembapan Udara | DHT11 |
| Sensor Kelembapan Tanah | Soil Moisture Sensor |
| Pompa Air | Mini water pump DC 3–6V |
| Pengkabutan | Nozzle Sprayer |
| Relay Module | 2 channel relay 5V |
| Power Supply & Adaptor | Adapter 5V/2A dan modul step-down |
| Selang | Selang plastik PE (Polyethylene) |
| Penampung air | Drum tandon a |
| Modul Sim Wifi | HI-NET H806 Wireless Router 4g |
| Wadah Alat | Box Casing |
| Sensor Ketinggian Air | Ultrasonik HC SR04 |

Sumber: (Penulis, 2025)

1. Perangkat Lunak

Tabel 3. 3 Perangkat Lunak

|  |  |
| --- | --- |
| Sistem Operasi | Window 11 / Ubuntu 22.04 |
| Bahasa Pemrograman | Python, Arduino |
| Backend dan Frontend | Flask |
| Database | Mysql |
| Broker MQTT | HiveMQ |
| Editor Kode | Visual Studio Code, Arduino IDE |
| Diagram | Miro |
| User Interface | Figma |
| Wiring | Fritzing |
| Laporan | Microsoft Word |

Sumber (Penulis, 2025)

### Perancangan

1. Perancangan Diagram
2. Use Case Diagram

Diagram ini menggambarkan keterhubungan antara aktor dan fungsionalitas sistem. Aktor dalam sistem ini adalah Admin, yang memiliki hak akses penuh terhadap pengelolaan data dan pengendalian perangkat.

1. Melakukan login ke dashboard
2. Melihat data sensor secara *real-time*
3. Melihat hasil prediksi sistem (penyiraman/pengkabutan)
4. Mengaktifkan/menonaktifkan perangkat secara manual
5. Menerima notifikasi hasil prediksi dan mengirim link untuk akses dashboard melalui WhatsApp.
6. Activity Diagram

Diagram aktivitas menggambarkan alur proses sistem mulai dari pengambilan data sensor hingga pengiriman hasil prediksi. Adapun alur aktivitas yang digambarkan meliputi:

1. Aktivitas login admin
2. Aktivitas membaca data dari sensor
3. Aktivitas memproses data dengan algoritma *Naive Bayes*
4. Aktivitas mengirim hasil prediksi ke *WhatsApps*
5. Aktivitas mengaktifkan perangkat IoT berdasarkan hasil prediksi
6. Wiring Diagram

Wiring Diagram (skema rangkaian) menunjukkan koneksi fisik antar komponen perangkat keras seperti sensor, ESP32, dan aktuator. Beberapa komponen seperti:

1. ESP32 (mikrokontroler)
2. Sensor DHT11/DHT22 (untuk suhu dan kelembapan udara)
3. Sensor kelembaban tanah
4. Sensor ketinggian air
5. Nozzle kabut dan kipas
6. Modul WiFi (sudah terdapat pada ESP32)
7. Breadboard dan kabel jumper
8. Perancangan Database

Perancangan ini menggunakan model *Entity Relationship Diagram* (ERD) untuk menggambarkan struktur basis data, relasi antar entitas. Dengan dengan daftar entitas yang akan dibuat adalah sebagai berikut:

1. User
2. Sensor
3. Data Sensor
4. Hasil Prediksi
5. Perancangan Antarmuka Pengguna

Pada tahapan ini, desain antarmuka aplikasi dibuat menggunakan aplikasi Figma dengan desain antarmuka yang sederhana dan tentunya memperhatikan *user experience*.

### Pengembangan

Tahap ini melibatkan proses penerjemahan seluruh desain sistem menjadi kode program sesuai dengan spesifikasi yang telah dirancang. Sistem ini dikembangkan menggunakan bahasa pemrograman Python dengan framework Flask sebagai web framework.

Komunikasi antara perangkat IoT dan server dilakukan menggunakan protokol MQTT untuk memastikan pengiriman data sensor dan perintah kontrol secara efisien dan real-time.

Pada sisi klien, aplikasi antarmuka pengguna dikembangkan dengan Flask untuk menampilkan data sensor dan kontrol perangkat. Sistem ini juga menggunakan Mysql sebagai basis data untuk menyimpan data historis sensor dan log kontrol perangkat.

### Pengujian

Tahap pengujian dilakukan untuk memastikan bahwa seluruh fitur dalam sistem berfungsi dengan baik sesuai dengan spesifikasi dan bebas dari kesalahan atau bug yang signifikan.

Pengujian dilakukan menggunakan metode *black box testing* untuk menguji fungsionalitas sistem tanpa melihat struktur kode secara langsung. Selain itu, dilakukan pengujian oleh pengguna akhir dengan metode user acceptance testing guna memastikan bahwa sistem sesuai dengan kebutuhan pengguna di lapangan, khususnya dalam konteks monitoring dan pengendalian penyiraman dan pengkabutan di *greenhouse*.

### Penerapan

Tahap penerapan adalah proses penempatan sistem ke lingkungan sebenarnya, yaitu dengan melakukan *deploy* aplikasi ke server dan menghubungkannya dengan perangkat IoT di lapangan. Pada tahap ini, sistem yang telah dikembangkan mulai dijalankan dan dikonfigurasikan agar dapat berfungsi sesuai dengan kondisi operasional.

Proses penerapan mencakup pengunggahan kode program ke server, pengaturan koneksi MQTT, integrasi dengan basis data, serta pengujian awal untuk memastikan bahwa sistem dapat berjalan dengan baik. Penerapan dilakukan secara bertahap sesuai dengan pendekatan megode agile, di mana setiap bagian sistem yang telah selesai dapat langsung diuji di lapangan.

### Evaluasi

Evaluasi dilakukan setelah sistem berhasil diterapkan untuk memastikan bahwa seluruh fungsi berjalan sesuai dengan kebutuhan. Pada tahap ini, sistem diuji di lingkungan sebenarnya guna menilai performa, keakuratan, dan kemudahan penggunaannya.

### Peluncuran

Setelah sistem dinyatakan layak berdasarkan hasil evaluasi, maka dilakukan tahap peluncuran. Tahap ini menandai bahwa sistem telah siap digunakan secara penuh oleh pengguna di lapangan.

Peluncuran dilakukan dengan memberikan akses ke seluruh fitur sistem, menyosialisasikan cara penggunaannya, serta memastikan bahwa semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak berjalan dengan baik.

### Pembuatan Laporan

Tahapan terakhir adalah penyusunan laporan hasil penelitian yang menguraikan secara detail tahapan-tahapan yang dijalankan dalam penelitian dan hasil yang di peroleh. Laporan ini bertujuan untuk secara sistematis menyampaikan informasi kepada pembaca tentang isi dari penelitian yang telah dilakukan.

# DAFTAR PUSTAKA

Admin Alatuji. (2024, June 7). *Sensor Ketinggian Air Sebagai Solusi Efektif Dalam Monitoring dan Pencegahan Banjir*. Alat Uji. https://alatuji.co.id/sensor-ketinggian-air-sebagai-solusi-efektif-dalam-monitoring-dan-pencegahan-banjir/

Akbar Ramiz, R., Delsi Samsumar, L., Subki, A., Zulpahmi, M., & Studi, P. (2024). PERANCANGAN SISTEM PEMANTAUAN KETINGGIAN AIR PADA TANDON AIR RUMAH BERBASIS IOT DENGAN APLIKASI BLYNK. *Journal of Data Analytics, Information, and Computer Science (JDAICS)*, *1*.

Alamsyah, R., Ryansyah, E., Permana, A. Y., & Mufidah, R. (2024). SISTEM PENYIRAMAN TANAMAN OTOMATIS MENGGUNAKAN LOGIKA FUZZY DENGAN TEKNOLOGI INTERNET OF THINGS BERBASIS ESP8266 DAN APLIKASI BLYNK. *Jurnal Informatika Dan Teknik Elektro Terapan*, *12*(2). https://doi.org/10.23960/jitet.v12i2.4007

Aqilla Khairunnisya, K. S. M. (2024). SENSOR SOIL MOISTURE UNTUK PENYIRAMAN TANAMAN DALAM MENGHADAPI VARIABILITAS CUACA. *JURNAL TELISKA*, *17*. https://doi.org/10.5281/zenodo.10886526

Ariata C. (2024, May 21). *Apa Itu Hosting Web? Pengertian, Fungsi, dan Jenisnya*. Hostinger. https://www.hostinger.com/id/tutorial/apa-itu-web-hosting

Ayoni Sulthon. (2023, May 27). *Cara membuat ERD: Simbol, Entitas, Atribut Termudah*. DomaiNesia. https://www.domainesia.com/berita/pengertian-erd-adalah/

Dickson. (2025, January 9). *Pengertian Mikrokontroler (Microcontroller) dan Strukturnya*. Teknik Elektronika. https://teknikelektronika.com/pengertian-mikrokontroler-microcontroller-struktur-mikrokontroler/

Dicoding Intern. (2021, May 19). *Contoh Use Case Diagram Lengkap dengan Penjelasannya*. Dicoding.Com. https://www.dicoding.com/blog/contoh-use-case-diagram/

Effendi, N., Ramadhani, W., & Farida, F. (2022). Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembapan Tanah Berbasis IoT. *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, *3*(2), 91–98. https://doi.org/10.37859/coscitech.v3i2.3923

Eka Candra, J., & Maulana Universitas Putera Batam, A. (2019). Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis. *Seminar Nasional Ilmu Sosial Dan Teknologi*.

Fasha Rosdiana Herawan, Denny Darlis, & Tita Haryanti. (2023, June). Sistem Pengukur Tinggi Dan Kekeruhan Air Dalam Tandon Menggunakan Teknologi Visible Light Communication Dan Aplikasi Android. *E-Proceeding of Applied Science*.

Figma, Inc. (2025, May 1). *What is Figma?* Figma, Inc. https://help.figma.com/hc/en-us/articles/14563969806359-What-is-Figma

Fritzing. (2025, May 5). *Fritizing*. Fritzing.

Gamal Thabroni. (2022, February 21). *User Acceptance Test (UAT) – Definisi, Jenis, Tahapan, dsb*. Serupa.Id. https://serupa.id/user-acceptance-test-uat-definisi-jenis-tahapan-dsb/

GitHub, I. (2025a, May 1). *About GitHub and Git*. GitHub, Inc. https://docs.github.com/en/get-started/start-your-journey/about-github-and-git

GitHub, I. (2025b, May 5). *What is GitHub Copilot?* Github. https://docs.github.com/en/copilot/about-github-copilot/what-is-github-copilot

HiveMQ. (2025, May 5). *Unlock the value of your data with MQTT*. HiveMQ.

Ibnu Daqiqil Id. (2021). *MACHINE LEARNING : Teori , Studi Kasus dan Implementasi Menggunakan Python* (Ibnu Daqiqil Id, Ed.). UR PRESS . https://play.google.com/books/reader?id=JvBPEAAAQBAJ&pg=GBS.PR1&hl=id

Ifa Susuek Anselmus Talli, W., Dedy Irawan, J., & Xaverius Ariwibisono, F. (2023). RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH UNTUK TANAMAN CABAI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS). *Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika*, *7*(5).

Iftitah Nurul Laily. (2022, February 7). *Pengertian Website Menurut Para Ahli, Beserta Jenis dan Fungsinya*. Katadata.Co.Id. https://katadata.co.id/lifestyle/edukasi/6200a2a9697ec/pengertian-website-menurut-para-ahli-beserta-jenis-dan-fungsinya

Indobot Academy. (2023a, June 27). *Mengenal Protokol MQTT dan Perbedaan dengan HTTP*. Indobot Academy. https://blog.indobot.co.id/mengenal-protokol-mqtt-dan-perbedaan-dengan-http/

Indobot Academy. (2023b, July 11). *Panduan Wiring Diagram untuk Perangkat IoT*. Indobot Academy. https://blog.indobot.co.id/panduan-wiring-diagram-untuk-perangkat-iot/

Irhan Hisyam Dwi Nugroho. (2024, July 12). *Apa itu UML? Pengertian, Jenis, Fungsi, dan Contoh Diagram*. PT Dibimbing Digital Indonesia. https://dibimbing.id/blog/detail/apa-itu-uml-definisi-fungsi-jenis-contohnya-lengkap

Kantinit. (2023, September 18). *Metode Agile Adalah: Pengertian, Cara Kerja, Prinsip dan Manfaat*. Kantinit. https://kantinit.com/programming/metode-agile-adalah-pengertian-cara-kerja-prinsip-dan-manfaat/

Kurniawan. (2023, December 9). *Perbedaan Misting dan Menyiram Tanaman*. DaunSuper. https://daunsuper.com/perbedaan-misting-dan-menyiram-tanaman/

Kusumah, H., & Pradana, R. A. (2019). PENERAPAN TRAINER INTERFACING MIKROKONTROLER DAN INTERNET OF THINGS BERBASIS ESP32 PADA MATA KULIAH INTERFACING. *Journal Cerita*, *5 No 2*.

Liam Aljundi. (2024, January 16). *Using the Arduino Software (IDE)*. Arduino. https://docs.arduino.cc/learn/starting-guide/the-arduino-software-ide/

M. Iqbal Hasani, & Sri Wulandari. (2023). Implementasi Internet of Things (IoT) Pada Sistem Otomatisasi Penyiraman Tanaman Berbasis Mobile. *ILKOMNIKA: Journal of Computer Science and Applied Informatics*, *5*(3), 149–161. https://doi.org/10.28926/ilkomnika.v5i3.573

Microsoft. (2025, May 5). *What is the difference between Visual Studio Code and Visual Studio IDE?* Visual Studio Code. https://code.visualstudio.com/docs/supporting/faq#\_what-is-the-difference-between-visual-studio-code-and-visual-studio-ide

Miro. (2025, May 1). *From idea to next big thing, make it happen faster in Miro*. Miro. https://miro.com/product-overview/

Mozilla Foundation. (2025, May 5). *Introduction Javascript* . Mdn Web Docs. https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript/Guide/Introduction

Muhamad Rusdi, Muriani, Rivaldo Pasca Corputty, Mardiyasa Putra Yoga, Grace  Christin Aditya Ronsumbre, & Diah Bayu Titisari. (2023). IMPLEMENTASI TEKNOLOGI PENYIRAMAN SISTEM PENGKABUTAN OTOMATISDAN MONITORING PINTAR BERBASIS TENAGA SURYAUNTUK TEMPAT BUDIDAYA TANAMAN ANGGREK UDFAIRUS DI KABUPATEN MERAUKE. *JURNAL PENGABDIAN MASYARAKAT*, *1*(Vol. 1 No. 2 (2023): AKSELERASI: Jurnal Pengabdian Masyarakat), 53–59. https://doi.org/https://doi.org/10.70210/ajpm.v1i2.40

OpenJS Foundation. (2025, May 5). *What is jQuery?* Jquery. https://jquery.com/

Pallets. (2025, May 1). *Welcome to Flask*. Pallets. https://flask.palletsprojects.com/en/stable/

Publikasi, A. J., Mardiansyah, A., Kasah, B. N., Zamzami, H. R., Arabu, Y., Nasro, M. A., Kristanto, N., Paojiah, R., & Wulandari, Y. (2025). PENGENALAN DASAR HTML DAN CSS: LANGKAH PERTAMA DALAM PENGEMBANGAN WEB. *Abdi Jurnal Publikasi*, *3*(3), 165–170. https://jurnal.portalpublikasi.id/index.php/AJP/index

python org. (2025, May 5). *What is Python? Executive Summary*. Python.Org. https://www.python.org/doc/essays/blurb/

Rina. (2023, July 19). *Algoritma Naive Bayes: Pemahaman, Contoh Perhitungan Manual serta Implementasi dengan Python dan Orange Data Mining*. Medium. https://esairina.medium.com/algoritma-naive-bayes-pemahaman-contoh-perhitungan-manual-dan-implementasi-dengan-python-dan-475091cae835

Robi. (2025, February 6). *Sensor Suhu: Pengertian, Jenis-Jenis, Fungsi, dan Cara Kerja*. Ilmuteknik.Id. https://ilmuteknik.id/sensor-suhu/

Roby Friadi, & Junadhi. (2019). Sistem Kontrol Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara Pada Greenhouse Berbasis Raspberry PI. *JTIS*, *2*(1).

Rony Setiawan. (2021, November 17). *Black Box Testing Untuk Menguji Perangkat Lunak*. Dicoding. https://www.dicoding.com/blog/black-box-testing/

Solahart Handal. (2025, May 5). *Apa itu Nozzle Sprayer?* Solahart Handal. https://www.solaharthandal.com/jenis-jenis-nozzle-sprayer/

Suharmawan, W. (2023). Pemanfaatan Chat GPT Dalam Dunia Pendidikan. *Education Journal : Journal Educational Research and Development*, *7*(2), 158–166. https://doi.org/10.31537/ej.v7i2.1248

Sumanti, K., Gosal, C., Moningka, P., Sumanti, K., Kasenda, W., Zeke, M., Sarta, K., Tururadja, F., Lemo, I., & Munthe, A. (2024). DASAR-DASAR PEMFORMATAN DATA KESEHATAN DALAM MICROSOFT WORD. *Jurnal Rumpun Kesehatan Umum*, *2*, 266–271. https://doi.org/10.62027/vitamedica.v2i4.235

tailwindcss. (2025, May 5). *A utility-first CSS framework for rapidly building custom designs*. Tailwindcss. https://v1.tailwindcss.com/community

Togi. (2021, September 14). *Mengenal Bahasa Pemrograman Arduino Secara Lengkap yang Mudah Dipelajari untuk Pemula*. PT Tekno Gemilang Indonesia. https://toghr.com/bahasa-pemrograman-arduino/

Ucy Sugiarti. (2024, November 12). *Activity Diagram: Komponen, Elemen, Beserta Contohnya*. Lawencon International. https://www.lawencon.com/activity-diagram/

Yazid Yusuf. (2024, December 16). *Apa Itu MySQL? Pengertian MySQL, Cara Kerja, dan Kelebihannya*. Telkom University. https://bif.telkomuniversity.ac.id/apa-itu-mysql/

# LAMPIRAN

**Lampiran 1:Hasil Wawancara**

Wawancara ini bertujuan untuk memperoleh data penelitian tentang proses penyiraman dan pengkabutan di Avicenna Greenhouse.

Berikut adalah detail wawancara yang dilakukan:

|  |  |
| --- | --- |
| Narasumber | : Resa Aldiana |
| Jabatan / Posisi | : Pemilik Greenhouse |
| Hari, tanggal | : 29 Maret 2025 |
| Lokasi | : Avicenna Greenhouse |
| Alamat | : Kp. Padarek Rt. 03 Rw. 02 Desa Drawati Kec. Paseh Kab. Bandung, Prov. Jawa Barat |

Berikut adalah hasil wawancara:

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **No** | **Pertanyaan** | **Jawaban** |
| 1 | Kapan Greenhouse Avicenna mulai dibangun dan mulai digunakan untuk budidaya cabai? | Greenhouse Avicenna mulai dibangun dan digunakan sejak tahun 2024 sebagai sarana budidaya tanaman cabai. |
| 2 | Mengapa Bapak memilih menanam cabai di dalam greenhouse? | Supaya tanaman bisa lebih terlindungi dari serangan hama dan cuaca ekstrem. Greenhouse juga bisa bantu mengontrol kondisi lingkungan tanaman |
| 3 | Berapa lama waktu yang dibutuhkan tanaman cabai sampai bisa dipanen? | Tanaman cabai biasanya membutuhkan waktu sekitar 4 bulan dari masa tanam hingga panen. |
| 4 | Bagaimana metode penyiraman tanaman dilakukan saat ini | Saat ini penyiraman masih manual. Kami menyalakan keran, lalu air dialirkan melalui selang ke setiap pot. Biasanya dilakukan satu kali, maksimal dua kali sehari, yaitu jam 7 pagi dan jam 5 sore. |
| 5 | Apakah sistem penyiraman manual ini efektif dan efisien menurut Bapak? | Sebenarnya kurang efisien. Kadang penyiraman tidak merata dan sangat tergantung pada kehadiran orang. Jika tidak ada yang menyiram, tanaman bisa kekurangan air. |
| 6 | Apakah pengkabutan juga sudah dilakukan di greenhouse ini? | Saat ini, sistem pengkabutan belum diterapkan sama sekali. |
| 7 | Apa permasalahan utama yang Bapak hadapi dalam pengelolaan lingkungan greenhouse? | Masalah utama itu suhu ruangan yang tinggi dan kelembapan rendah. Ini menyebabkan tanaman mudah stres dan terserang virus. Tanpa pengkabutan otomatis, kelembapan susah dikendalikan |
| 8 | Apa saja hama atau penyakit yang sering menyerang tanaman cabai di greenhouse ini? | Yang paling sering itu hama patek. Selain itu, kalau suhu terlalu panas dan kelembapan rendah, tanaman juga bisa terserang virus gemini |
| 9 | Bagaimana pandangan Bapak terhadap penggunaan sistem IoT untuk otomatisasi penyiraman dan pengkabutan di greenhouse ini? | Sangat mendukung penggunaan IoT. Dengan adanya sistem otomatis berbasis sensor suhu dan kelembapan, proses penyiraman dan pengkabutan bisa lebih efisien, hemat tenaga, dan menunjang pertumbuhan tanaman lebih optimal. |

Bandung, 29 Maret 2025

|  |  |
| --- | --- |
| Pewawancara | Narasumber |
|  |  |
| **Adam Setiadi** | **Resa Aldiana** |

**Lampiran 2: Dokumentasi Wawancara**

|  |  |
| --- | --- |
| Narasumber | : Resa Aldiana |
| Jabatan | : Pemilik Greenhouse |
| Tanggal | : 29 Maret 2025 |
| Lokasi | : Avicenna Greenhouse |
| Alamat | : Kp. Padarek Rt. 03 Rw. 02 Desa Drawati Kec. Paseh Kab. Bandung, Prov. Jawa Barat |

**Lampiran 3: TOR**

Sebelum melaksanakan penelitian, penulis mengumpulkan data melalui observasi, wawancara, dan studi pustaka di Avicenna Greenhouse. Penelitian ini difokuskan pada proses penyiraman dan pengkabutan tanaman yang masih dilakukan secara manual. Tujuan dari penelitian ini adalah mengimplementasikan sistem *Internet of Things* untuk mengontrol penyiraman dan pengkabutan secara otomatis, serta memanfaatkan data sensor untuk prediksi dan akurasi proses tersebut. Untuk memastikan fokus penelitian adapun aatasan masalah yang ditetapkan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini berfokus pada pengembangan aplikasi penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis IoT untuk tanaman cabai di greenhouse Avicenna.
2. Aplikasi yang dikembangkan memanfaatkan sensor ketinggian air, kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara sebagai parameter utama dalam proses penyiraman dan pengkabutan.
3. Aplikasi ini menggunakan algoritma *Naïve Bayes* dalam pengambilan keputusan untuk menentukan kapan penyiraman dan pengkabutan dilakukan berdasarkan data sensor.
4. Pengembangan aplikasi mencakup integrasi dengan platform berbasis web untuk monitoring dan pengendalian sistem secara *real-time*, tetapi tidak mencakup fitur lanjutan seperti rekomendasi pemupukan atau analisis pertumbuhan tanaman.
5. Penelitian ini menggunakan metode Agile dalam pengembangan aplikasi guna meningkatkan fleksibilitas dalam implementasi dan evaluasi.

Bandung, 29 Maret 2025

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Mahasiswa |  | Pemilik Avicenna Greenhouse |
|  |  |  |
| Adam Setiadi |  | Resa Aldiana |

**Lampiran 4: Pengujian Sensor**

1. Pengujian Nilai Sensor Soil Moistore

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| No | Kondisi Tanah | Sensor Soil Moisture | Alat Ukur |
| 1 | Tanah Berpupuk | 66% | Basah |
| 2 | Tanah Berpasir | 40% | Sangat Kering |
| 3 | Tanah Biasa (Liat) | 62% | Basah |
| 4 | Tanah Campur Kopi | 70% | Basah |
| 5 | Tanah Campur Garam | 61% | Basah |
| 6 | Tanah Disiram Air Teh | 60% | Basah |
| 7 | Tanah Disiram Air Sabun | 65% | Basah |
| 8 | Tanah ditaburkan kapur | 66% | Basah |
| 9 | Tanah ditaburkan micin | 65% | Basah |
| 10 | Tanah ditaburkan sekam (bagian bulir padi) | 64% | Basah |

Sumber: (Ifa Susuek Anselmus Talli et al., 2023)

1. Pengujian Sensor DHT11

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| No | DHT11 | Alat Ukur | Selisih | Error |
| 1 | 31 | 30 | 1,3 | 4,33% |
| 2 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 3 | 24,5 | 25 | 0,5 | 2,00% |
| 4 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 5 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 6 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 7 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 8 | 24 | 25 | 1 | 4,00% |
| 9 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 10 | 24 | 24 | 0 | 0,00% |
| Rata-rata error | | | | 3,55% |

Sumber: (Ifa Susuek Anselmus Talli et al., 2023)

3. Pengujian Sensor HC SR04 Ultrasonic

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **No** | **Penggaris** | **Sensor Ultrasonik** | **Selisih** |
| 1 | 5 cm | 4 cm | 1 cm |
| 2 | 10 cm | 9 cm | 1 cm |
| 3 | 15 cm | 15 cm | 0 cm |
| 4 | 20 cm | 20 cm | 0 cm |
| 5 | 25 cm | 24 cm | 1 cm |
| 6 | 30 cm | 30 cm | 0 cm |

Sumber: (Akbar Ramiz et al., 2024)