

IMPLEMENTASI *INTERNET OF THINGS* UNTUK PENYIRAMAN DAN PENGKABUTAN OTOMATIS PADA TANAMAN MENGGUNAKAN ALGORITMA *NAÏVE BAYES* (STUDI KASUS DI AVICENNA GREENHOUSE)

Adam Setiadi ^{1*}, Yaya Suharya ²

^{1,2} Teknik Informatika, Universitas Bale Bandung, Bandung, Indonesia.

Email: adamsetiadijr07@gmail.com*

ABSTRAK

Perkembangan teknologi *Internet of Things* (IOT) memberikan dampak yang signifikan di berbagai bidang, termasuk sektor pertanian. Salah satu implementasi yang menonjol adalah otomatisasi sistem penyiraman dan pengkabutan tanaman, khususnya di lingkungan *Greenhouse*. Kondisi ini menuntut pengelolaan lingkungan yang konsisten dan berkelanjutan agar pertumbuhan tanaman tetap optimal dan hasil pertanian yang dihasilkan berkualitas serta efisien. Penelitian ini bertujuan merancang dan menerapkan sistem otomatis untuk penyiraman dan pengkabutan tanaman cabai berbasis IOT, dengan algoritma *Naïve bayes* sebagai metode prediksi dalam pengambilan keputusan. Sistem menggunakan sensor suhu udara, sensor kelembapan udara, dan sensor kelembapan tanah untuk memonitoring kondisi lingkungan secara langsung. Data dari sensor diolah oleh algoritma untuk menentukan apakah perlu dilakukan penyiraman atau pengkabutan, sesuai hasil klasifikasi kondisi. Sistem ini memiliki fitur tambahan seperti notifikasi melalui antarmuka web yang dapat memantau dan mengontrol sistem dari jarak yang jauh. Dengan klasifikasi cerdas berbasis data nyata, sistem dapat mengambil keputusan secara otomatis dan akurat tanpa campur tangan manual. Penerapan sistem ini diharapkan bisa menekan pemborosan air, mengurangi kerja manual, serta menjaga kestabilan iklim mikro di *Greenhouse* guna menunjang pertumbuhan tanaman secara optimal dan berkelanjutan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem bekerja otomatis, cepat merespons kondisi lingkungan, dan mudah dikendalikan melalui aplikasi web. Pada model *Naïve bayes* menghasilkan akurasi 100% pada prediksi penyiraman dan 99,02% pada pengkabutan, dengan rata-rata 99,51%. Sensor juga terbukti konsisten, di mana kelembapan tanah tercatat 32%–72%, suhu 21,5°C–32,1°C, dan kelembapan udara 61%–91% sesuai kondisi nyata. Implementasi di *Avicenna Greenhouse* meningkatkan efisiensi penggunaan air, mengurangi intervensi manual, sehingga mendukung pertanian presisi yang hemat sumber daya.

Kata Kunci: *Internet of Things*; *Naïve bayes*; Pengkabutan; Penyiraman

ABSTRACT

The development of *Internet of Things* (IOT) technology has a significant impact in various fields, including the agricultural sector. One of the prominent implementations is the automation of plant watering and fogging systems, especially in the *Greenhouse* environment. This condition requires consistent and sustainable environmental management so that plant growth remains optimal and agricultural products produced are quality and efficient. This study aims to design and implement an automated system for watering and hauling chili plants based on IOT, with *Naïve bayes* algorithm as a predictive method in decision making. The system uses air temperature sensors, air humidity sensors, and soil moisture sensors to monitor environmental conditions directly and continuously. The data from the sensors is processed by an algorithm to determine whether watering or fogging is necessary, according to the results of the classification of conditions. The system has additional features such as notifications through a web interface that can monitor and control the system from a distance. With intelligent classification based on real data, the system can make decisions automatically and accurately without manual intervention. The implementation of this system is expected to reduce water waste, reduce manual labor, and maintain a stable microclimate in the *Greenhouse* to support optimal and sustainable plant growth. Test results show that the system works automatically, responds quickly to

environmental conditions, and is easy to control via a web application. The Naïve bayes model produced 100% accuracy in watering predictions and 99.02% in fogging, with an average of 99.51%. The sensors also proved to be consistent, recording soil moisture levels of 32%–72%, temperatures of 21.5°C–32.1°C, and air humidity levels of 61%–91% in line with actual conditions. Implementation at the Avicenna Greenhouse improved water use efficiency and reduced manual intervention, thereby supporting resource-efficient precision agriculture.

Keywords: Internet of Things; Misting; Naïve bayes; Watering

1. Pendahuluan

Pada jaman digital saat ini, teknologi *Internet of Things* (IOT) sudah banyak diterapkan dalam berbagai bidang, termasuk pertanian. Salah satu implementasi IOT yang semakin berkembang adalah sistem penyiraman dan pengkabutan otomatis yang memiliki tujuan untuk meningkatkan efisiensi penggunaan air. Dengan memanfaatkan sensor dan algoritma *Machine Learning*, sistem ini mampu menyesuaikan kondisi penyiraman dan pengkabutan secara *real-time*. Serta menerapkan algoritma *Naïve bayes* ke dalam sistem otomatisasi penyiraman tanaman dengan menggunakan data sensor dapat secara signifikan meningkatkan efisiensi dan efektivitas dalam pengelolaan 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, biasanya pada pukul 7-8 pagi dan 4-5 sore. Budidaya tanaman cabai dilakukan dalam sekitar 165 polybag yang disusun di atas lahan berukuran kurang lebih 10 x 12 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 menghubungkan 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 suhu dan kelembapan udara serta di dalam ruangan. 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 dengan *Internet of Things* yang dapat mengatur penyiraman dan pengkabutan tanaman secara otomatis, agar pengelolaan tanaman di *Avicenna Greenhouse* menjadi lebih efektif dan efisien.

Solusi yang ditawarkan dalam penelitian ini adalah mengimplementasikan *Internet of Things* yang dapat mengotomatiskan proses penyiraman dan pengkabutan di *Avicenna Greenhouse* melalui pengembangan aplikasi dengan penerapan algoritma *Naïve bayes* sebagai prediksi suhu ruangan, kelembapan tanah pada tanaman, kelembapan udara pada ruangan. Sistem ini dikembangkan menggunakan metode *Agile* yang terdiri dari perencanaan, perancangan, pembangunan, pengujian, penerapan, peluncuran. Dalam proses perancangannya, aplikasi ini menggunakan sensor untuk suhu, kelembapan udara dan kelembapan tanah. Data pada 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. Hasil pada penelitian yang dibangun berupa sebuah aplikasi web yang menyediakan monitoring suhu ruangan, kelembapan udara pada ruangan, kelembapan tanah pada pot tanaman, 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 dalam melakukan penyiraman dan pengkabutan otomatis di *Greenhouse*.

2. Metoda

Dalam penelitian ini, digunakan metode Agile sebagai model pembangunan perangkat lunak. Agile mengedepankan proses siklus berulang dan peningkatan bertahap dalam *Software Development Life Cycle* (SDLC). 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, pembangunan, pengujian, penerapan, peluncuran.

3. Hasil dan Pembahasan

Aplikasi penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis *Internet of Things* (IOT) berhasil dibangun dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, yang mampu membaca data dari sensor suhu, kelembapan udara, serta kelembapan tanah secara *real-time*.

Integrasi sistem dengan algoritma *Naive Bayes* berhasil digunakan untuk melakukan prediksi kebutuhan penyiraman dan pengkabutan secara otomatis berdasarkan parameter lingkungan, sehingga dapat membantu menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman.

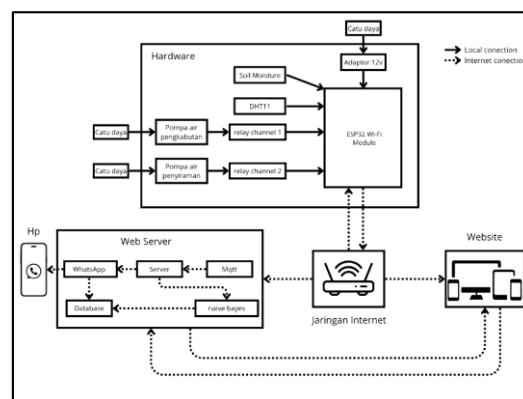
Sistem *Dashboard* monitoring berbasis web yang dibangun menggunakan framework Flask mampu menampilkan data sensor, hasil prediksi, serta memberikan kontrol manual terhadap penyiraman dan pengkabutan, baik melalui jadwal maupun tombol kontrol.

Berdasarkan hasil pengujian, sistem berjalan sesuai skenario pada black-box testing dengan akurasi model sangat tinggi, yaitu 100% untuk penyiraman dan 99,02% untuk pengkabutan (rata-rata 99,51%). Sensor juga bekerja konsisten, mampu membedakan kondisi tanah (32%–72%) serta mencatat variasi suhu 21,5°C–32,1°C dan kelembapan udara 61%–91%.

3.1 Perancangan

a. Blok Diagram Alat dan Sistem

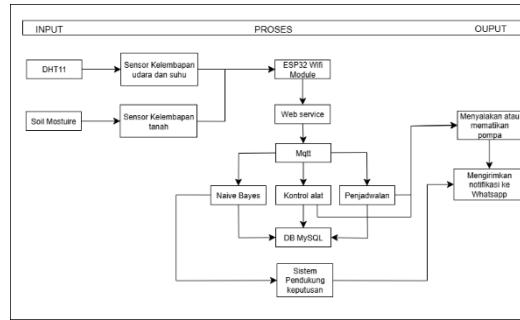
Perancangan ini menunjukkan blok diagram konsep yang menggambarkan integrasi antara perangkat keras dan perangkat lunak.



Gambar 1. Blok Diagram Alat dan Sistem

b. Diagram Alur Data

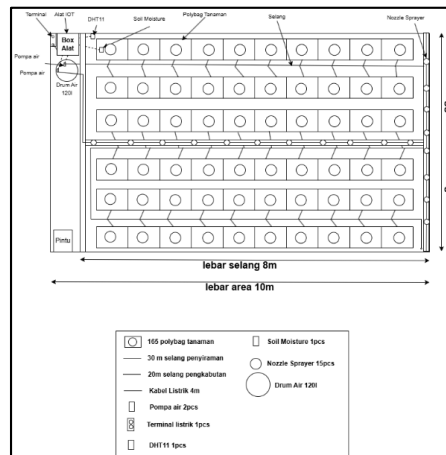
Perancangan ini menggambarkan alur data penyiraman dan pengkabutan otomatis pada tanaman, mulai dari proses pembacaan data sensor oleh ESP32, hingga pengambilan keputusan penyiraman atau pengkabutan menggunakan algoritma *Naive Bayes* di web server dan pengguna juga menerima notifikasi status aksi secara *real-time* melalui *WhatsApp*.



Gambar 2. Denah Greenhouse

c. Denah Greenhouse

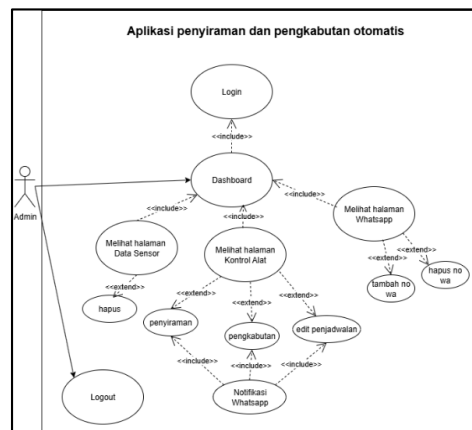
Tata letak sistem penyiraman dan pengkabutan pada penelitian ini dirancang dengan mempertimbangkan efisiensi distribusi air serta kestabilan dalam pembacaan sensor di dalam *Greenhouse*. Penempatan perangkat dilakukan secara strategis agar mendukung kinerja sistem secara optimal, mulai dari pengambilan data, pemrosesan keputusan, hingga eksekusi penyiraman atau pengkabutan.



Gambar 3. Denah Greenhouse

d. Use Case

Menggambarkan interaksi antara aktor dengan sistem penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis IOT di *Greenhouse*. Diagram ini dirancang untuk memperlihatkan fungsi-fungsi utama yang dapat dilakukan oleh masing-masing actor.



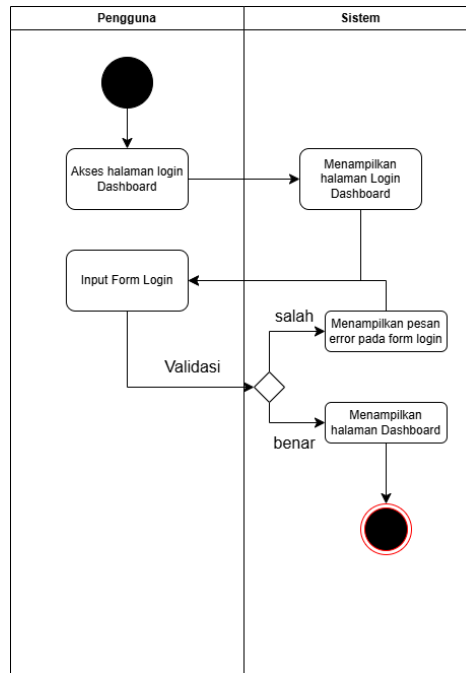
Gambar 4. Use Case Diagram

e. Activity Diagram

Activity diagram berfungsi untuk menggambarkan urutan-urutan aktivitas dalam suatu sistem serta alur kerja dari satu proses ke proses lainnya.

1. Activity Login

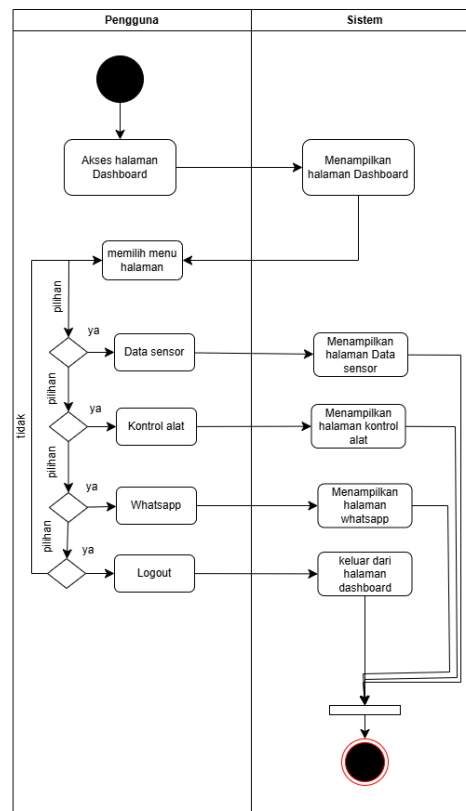
Dalam *Activity Login*, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat melakukan *Login*.



Gambar 5. Activity Login

2. Activity Dashboard

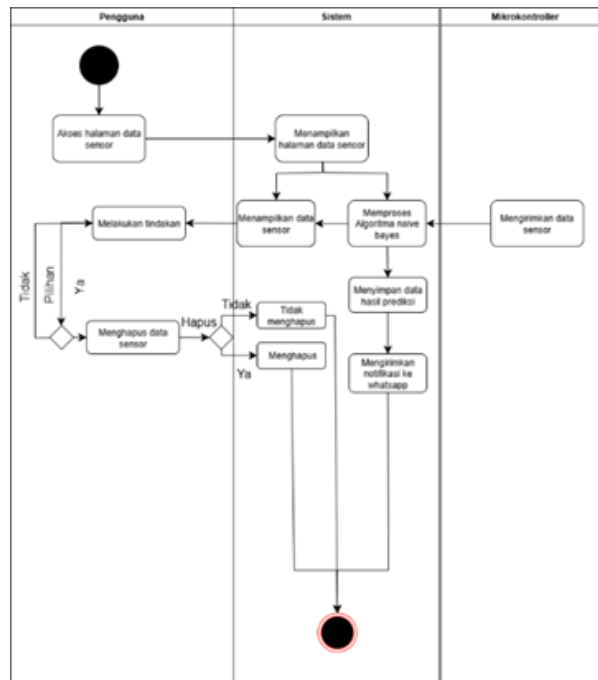
Dalam *Activity Dashboard*, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat masuk *Dashboard*.



Gambar 6. Activity Dashboard

3. Activity Dashboard Data Sensor

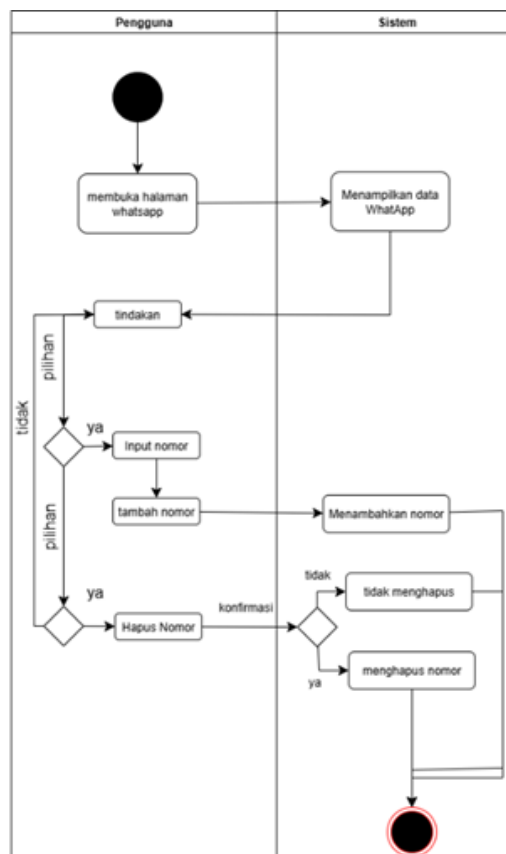
Dalam *Activity Dashboard* data sensor, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat masuk Dashboard data sensor, pada gambar di bawah ini.



Gambar 7. Activity Dashboard data sensor

4. Activity WhatsApp

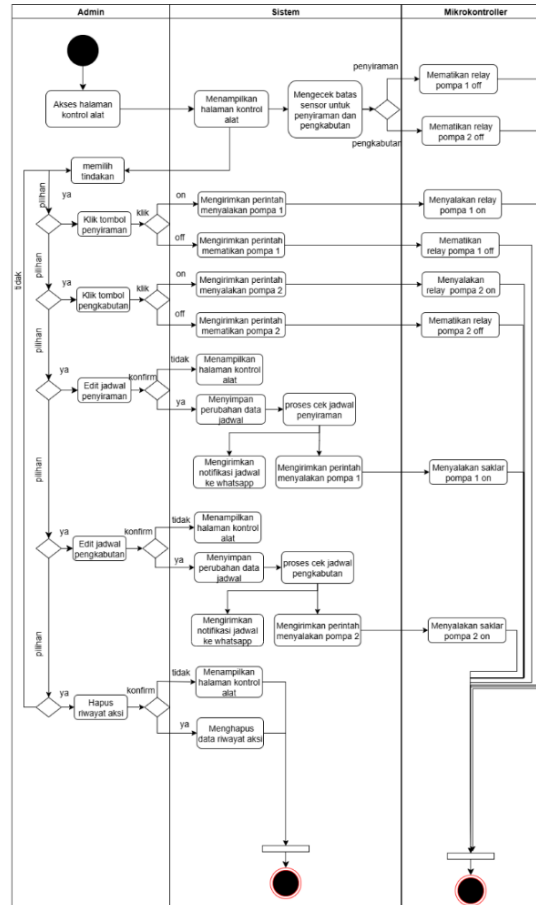
Dalam *Activity WhatsApp*, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat masuk *WhatsApp*, pada gambar di bawah ini.



Gambar 8. Activity WhatsApp

5. Activity Kontrol Alat

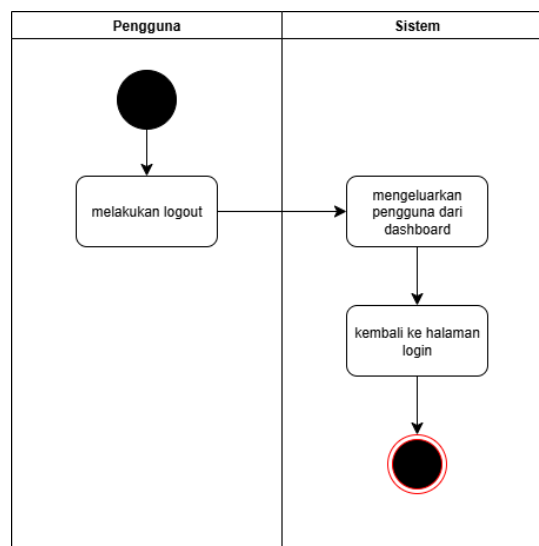
Dalam Activity kontrol alat, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat masuk kontrol alat, pada gambar di bawah ini.



Gambar 9. Activity Kontrol Alat

6. Activity Admin Logout

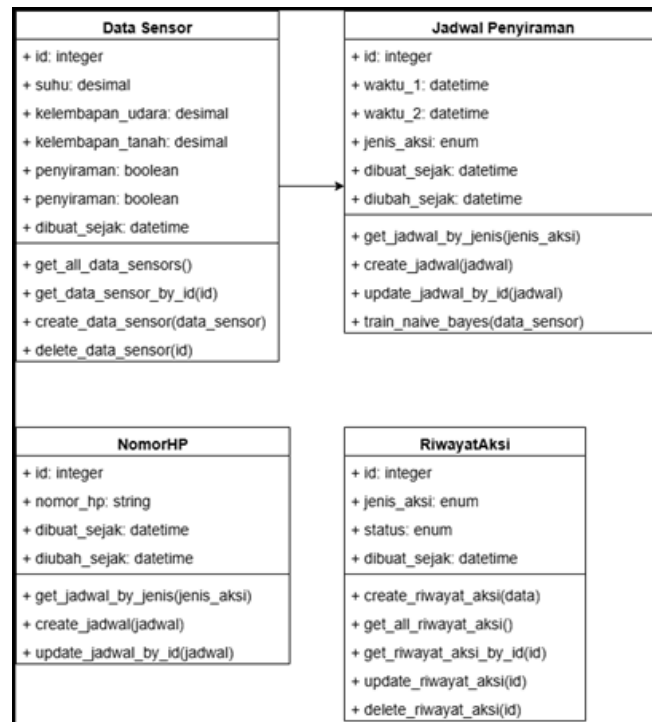
Dalam admin Logout, menggambarkan tahapan aktivitas pada saat melakukan Logout, pada gambar di bawah ini:



Gambar 10. Activity Logout

f. Class Diagram

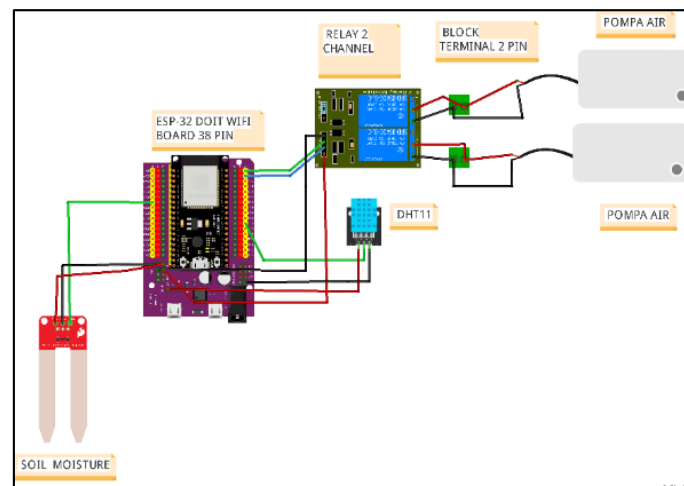
Class Diagram berikut menggambarkan struktur sistem dan hubungan antara kelas-kelas yang terlibat dalam sistem penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis IOT di *Greenhouse*.



Gambar 11. Class Diagram

g. Wiring Diagram

Sebelum sistem dapat berjalan, diperlukan perancangan rangkaian pada perangkat keras supaya seluruh komponen dapat bekerja dengan terintegrasi sesuai dengan fungsi nya masing-masing.

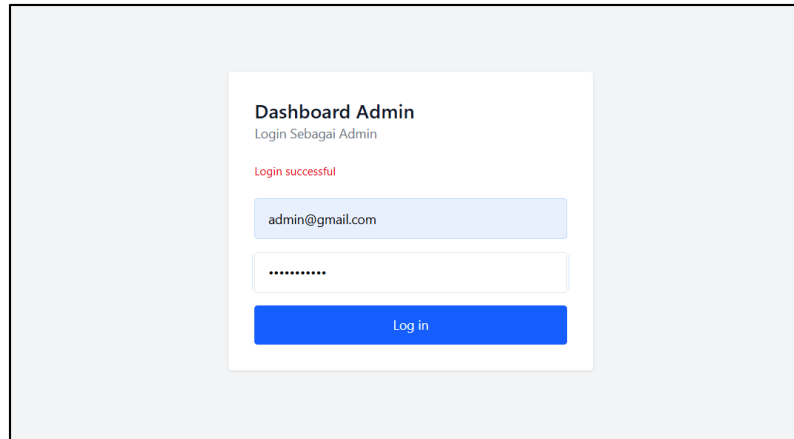


Gambar 12. Wiring Diagram

3.2 Tampilan Aplikasi

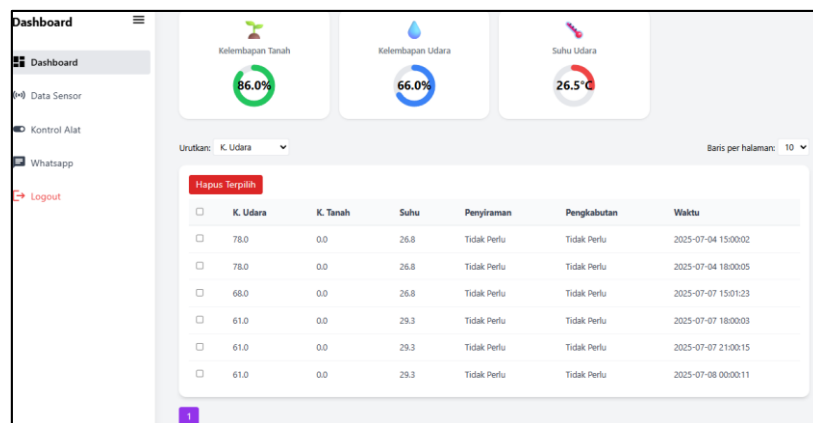
a. Halaman Login

Sebelum mengakses *Dashboard* IOT penyiraman dan pengkabutan, admin di haruskan untuk Login menggunakan email dan password yang telah ditetapkan.

Gambar 13. Halaman *Login*

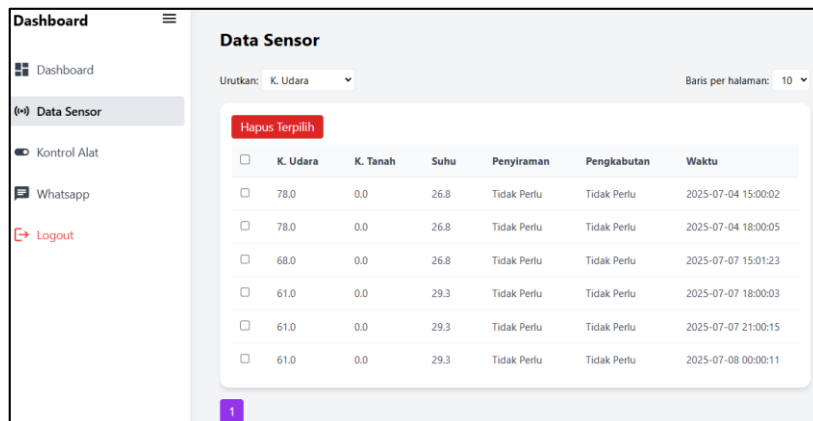
b. Halaman *Dashboard*

Setelah melakukan *Login*, sistem akan menampilkan halaman awal pada *Dashboard* yang menampilkan data sensor pada card komponen dan juga tabel data sensor yang telah dilakukan prediksi *Naïve bayes*. Pada tabel dapat melakukan filter data sesuai sensor dan juga dapat menghapus data.

Gambar 14. Halaman *Dashboard*

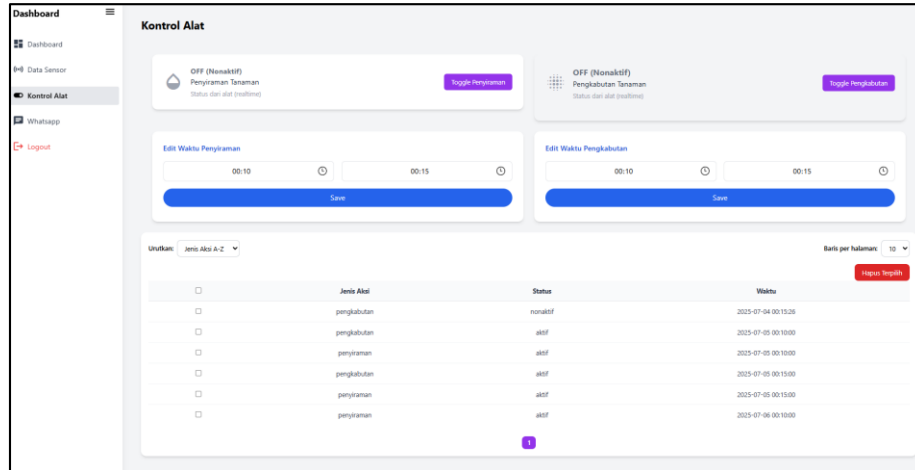
c. Halaman *Data Sensor*

Halaman ini menampilkan data hasil pembacaan sensor yang dikirim secara berkala lalu disimpan ke dalam basis data. Sistem dijadwalkan untuk merekam data setiap tiga jam, yaitu pada pukul 00:00, 03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, dan 21:00.

Gambar 15. Halaman *Data Sensor*

d. Halaman Kontrol Alat

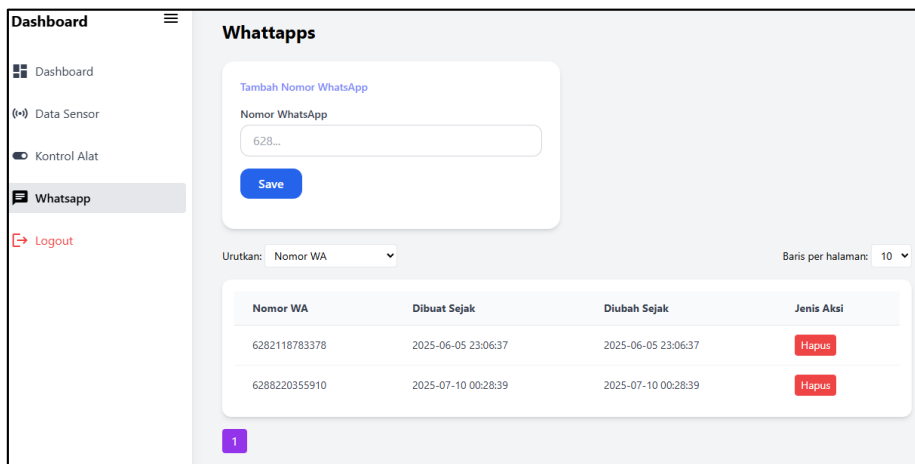
Halaman ini menyediakan dua mode kontrol, yaitu manual dan otomatis, sehingga pengguna dapat dengan mudah memonitor dan mengendalikan alat sesuai kebutuhan.



Gambar 16. Halaman Kontrol Alat

e. Halaman WhatsApp

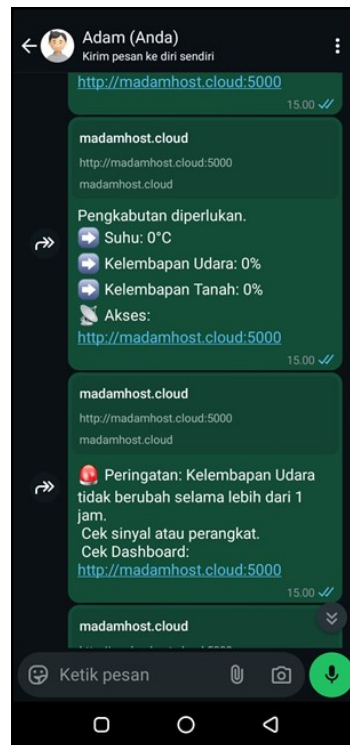
Pada halaman ini, admin dapat menambahkan nomor *WhatsApp* baru dengan mengisi kolom input yang tersedia, kemudian menekan tombol *Save*. Nomor yang ditambahkan akan langsung masuk ke dalam daftar, dan sistem akan mulai mengirimkan notifikasi ke nomor tersebut secara otomatis.



Gambar 17. Halaman WhatsApp

f. Notifikasi WhatsApp

Fitur Notifikasi WhatsApp merupakan bagian dari sistem monitoring IOT yang berfungsi untuk mengirimkan pemberitahuan secara otomatis kepada pengguna melalui pesan *WhatsApp*.



Gambar 18. Notifikasi WhatsApp

3.3 Pengujian

Setelah tahap perancangan dan pembuatan aplikasi selesai, kemudian penulis melakukan pengujian dengan menggunakan metode pengujian black-box testing supaya bisa memastikan bahwa fitur utama berfungsi sesuai dengan spesifikasi. Pengujian dilakukan pada alat mikrokontroller dan aplikasi monitoring, di sajikan dalam dua tabel. Hasil pengujian sistem ditampilkan pada tabel berikut:

1. Pengujian Alat Mikrokontroller

Tabel 1. Pengujian Alat Mikrokontroller

No	Item	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	ESP32	Mengirim dan menerima data melalui MQTT saat terhubung ke WiFi	ESP32 berhasil publish dan subscribe ke topik MQTT	Valid
2	DHT11	Membaca suhu dan kelembapan udara	Data suhu dan kelembapan udara tampil di aplikasi dan dapat memicu pengkabutan jika suhu > 27°C dan kelembapan udara < 71%	Valid
3	Soil moisture	Membaca tingkat kelembapan tanah	Data kelembapan tanah tampil di aplikasi dan dapat memicu penyiraman jika < 80%	Valid
4	Relay	Menerima perintah ON/OFF dari ESP32 sesuai perintah MQTT	Relay aktif dan nonaktif sesuai perintah dari aplikasi (otomatis atau manual)	Valid
5	Pompa air penyiraman	Aktif saat perintah penyiraman dikirim dan kelembapan tanah < 80%	Pompa menyala saat kondisi terpenuhi dan berhenti saat kelembapan > 80%	Valid

6	Pompa air pengkabutan	Aktif saat suhu udara > 27°C dan kelembapan < 71% serta menerima perintah pengkabutan	Pompa menyala saat kondisi terpenuhi dan berhenti saat suhu < 27°C dan kelembapan udara > 71%	Valid
---	-----------------------	---	---	-------

2. Pengujian *Dashboard Monitoring*

Tabel 2. Pengujian *Dashboard Monitoring*

No	Item	Skenario	Hasil yang diharapkan	Hasil Pengujian
1	Login Admin	Admin memasukkan <i>email</i> dan <i>password</i> yang valid	Sistem menampilkan halaman <i>Dashboard</i>	Valid
2	Menampilkan data sensor	Sistem menerima data <i>MQTT</i> dari <i>ESP32</i> dan menampilkannya pada <i>card</i> komponen html	Data suhu, kelembapan tanah, dan kelembapan udara tampil secara <i>realtime</i>	Valid
3	Menyimpan data sensor, prediksi penyiraman dan pengkabutan menggunakan algoritma <i>Naïve bayes</i>	Sistem menyimpan data sensor dan hasil prediksi dari algoritma <i>Naïve Bayes</i> ke database secara otomatis setiap jam (03:00, 06:00, 09:00, 12:00, 15:00, 18:00, 21:00, 00:00)	Data sensor dan hasil prediksi tersimpan otomatis setiap jam pada waktu yang telah ditentukan	Valid
4.	Menghapus data sensor dan prediksi pada tabel	Admin menekan tombol hapus pada tabel data sensor	Data yang terpilih akan terhapus dari tabel dan <i>database</i>	valid
5	Mengaktifkan atau mematikan penyiraman melalui tombol penyiraman	Admin menekan tombol penyiraman manual	<i>Relay</i> pompa air aktif/nonaktif, dan status penyiraman dikirim ke mikrokontroler	Valid
6	Mengaktifkan atau mematikan pengkabutan melalui tombol pengkabutan	Admin menekan tombol pengkabutan manual	<i>Relay</i> pompa kabut aktif/nonaktif, dan status pengkabutan dikirim ke mikrokontroler	Valid
7	Mengedit waktu penyiraman	Admin mengatur jadwal penyiraman otomatis	Jadwal penyiraman diperbarui dan disimpan, sistem mengeksekusi sesuai waktu yang diatur	Valid
8	Mengedit waktu pengkabutan	Admin mengatur jadwal pengkabutan otomatis	Jadwal pengkabutan diperbarui dan disimpan, sistem mengeksekusi sesuai waktu yang diatur	Valid
9	Menyimpan otomatis Riwayat aksi penyiraman atau pengkabutan	Setiap kali penyiraman/pengkabutan aktif, sistem menyimpan data riwayat ke <i>database</i>	Riwayat tercatat otomatis lengkap dengan waktu, jenis aksi, dan metode pemicunya (otomatis/manual)	Valid
10	Menghapus data Riwayat aksi	Admin menghapus salah satu atau semua riwayat	Riwayat terhapus dari tampilan dan database	Valid
11	Menambahkan nomor untuk notifikasi <i>WhatsApp</i>	Admin memasukkan nomor telepon dan menyimpannya	Nomor berhasil disimpan ke database dan ditampilkan dalam daftar penerima notifikasi	Valid
12	Menghapus nomor untuk	Admin menghapus salah satu nomor dari daftar	Nomor tidak lagi muncul dan tidak menerima notifikasi lagi	Valid

	notifikasi <i>WhatsApp</i>			
13	Menampilkan notifikasi <i>WhatsApp</i>	Sistem mendeteksi kondisi pemicu (prediksi siram/kabut, suhu/kelembapan dan mengirimkan notifikasi ke <i>WhatsApp</i>	<i>WhatsApp</i> terkirim ke seluruh nomor yang terdaftar sesuai isi pesan yang telah ditentukan	Valid
14	<i>Logout</i>	Admin menekan tombol <i>logout</i>	Sistem keluar dari sesi dan kembali ke halaman <i>Login</i>	Valid

3. Pengujian *Cross Validation* dan Akurasi Model

Pengujian model dilakukan untuk mengevaluasi tingkat akurasi model *Naive Bayes* dalam memprediksi dua variabel target, yaitu penyiraman dan pengkabutan, berdasarkan data sensor lingkungan yang terdiri dari suhu udara, kelembapan udara, dan tanah. Dataset yang digunakan terdiri dari 202 baris data, masing-masing memiliki lima label, yaitu: Suhu Udara, Kelembapan Udara, Kelembapan Tanah, Penyiraman, dan Pengkabutan.

a. Hasil pengujian *cross validation* penyiraman

Tabel 3. Hasil pengujian *cross validation* penyiraman

<i>Fold</i>	Akurasi
1	1.000
2	0.9512
3	1.000
4	1.000
5	1.000
Rata – rata	0.9902

b. Hasil pengujian *cross validation* pengkabutan

Tabel 4. Hasil pengujian *cross validation* pengkabutan

<i>Fold</i>	Akurasi
1	1.000
2	0.9512
3	1.000
4	1.000
5	1.000
Rata – rata	0.9902

3.4 Pengujian Sensor

a. Sensor kelembapan suhu dan udara

Tabel 5. Pengujian Sensor Kelembapan Suhu dan Udara

No	Waktu	Suhu	Udara
1	2025-07-02T07:58:49+00	24,1°C	82%
2	2025-07-02T08:00:15+00	23,8 °C	84%
3	2025-07-02T09:05:22+00	27,5 °C	72%

4	2025-07-02T10:30:44+00	30,7 °C	65%
5	2025-07-02T11:15:31+00	29,3 °C	68%
6	2025-07-02T12:20:53+00	31,2 °C	63%
7	2025-07-02T13:45:17+00	32,1 °C	61%
8	2025-07-02T15:02:33+00	30,4 °C	66%
9	2025-07-02T17:18:49+00	28,0 °C	71%
10	2025-07-02T19:25:52+00	25,6 °C	78%
11	2025-07-02T21:40:10+00	23,9 °C	85%
12	2025-07-03T00:05:25+00	21,5 °C	91%
13	2025-07-03T05:10:50+00	22,0 °C	88%

b. Sensor Kelembapan Tanah

Tabel 6. Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

No	Kondisi Tanah	Sensor Soil moisture	Alat Ukur
1	Tanah Berpupuk	69%	Basah
2	Tanah Berpasir	32%	Sangat Kering
3	Tanah Biasa (Liat)	61%	Basah
4	Tanah Campur Kopi	72%	Basah
5	Tanah Campur Garam	58%	Basah
6	Tanah Disiram Air Teh	63%	Basah
7	Tanah Disiram Air Sabun	66%	Basah
8	Tanah ditaburkan kapur	55%	Basah
9	Tanah ditaburkan micin	62%	Basah

4. Simpulan dan Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh penulis melalui beberapa tahapan pada bab-bab sebelumnya, maka penulis dapat menyimpulkan bahwa Aplikasi penyiraman dan pengkabutan otomatis berbasis *Internet of Things* (IOT) berhasil dibangun dan diimplementasikan menggunakan mikrokontroler ESP32, yang mampu membaca data dari sensor suhu, kelembapan udara, serta kelembapan tanah secara *real-time*.

Integrasi sistem dengan algoritma *Naive Bayes* berhasil digunakan untuk melakukan prediksi kebutuhan penyiraman dan pengkabutan secara otomatis berdasarkan parameter lingkungan, sehingga dapat membantu menjaga kondisi optimal untuk pertumbuhan tanaman. Disarankan menggunakan jaringan WiFi dengan koneksi internet yang stabil dan cepat, terutama jika sistem akan diterapkan di area perkebunan atau *Greenhouse* yang luas dan jauh dari pusat jaringan, agar komunikasi data antara ESP32 dan server MQTT tetap lancar.

Penggunaan lebih banyak sensor kelembapan tanah, kelembapan udara dan suhu akan meningkatkan akurasi lebih tinggi dan dapat meningkatkan keandalan sistem dalam mengambil

keputusan penyiraman secara otomatis. Sistem keamanan data dapat ditingkatkan dengan menambahkan autentikasi pengguna, enkripsi koneksi MQTT, dan log aktivitas untuk mencegah penyalahgunaan sistem.

Daftar Pustaka

- 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>
- Ayu Made Supartini, I., Komang Gde Sukarsa, I., & Gusti Ayu Made Srinadi, I. (2017). Analisis Diskriminan Pada Klasifikasi Desa Di Kabupaten Tabanan Menggunakan Metode K-Fold Cross Validation. *E-Jurnal Matematika*, 6(2), 106–115.
- Ding, B., Yao, F., Wu, Y., & He, Y. (2012). Improving Flask Implementation Using Hardware Assisted In-VM Isolation. In *IFIP AICT* (Vol. 376).
- Fahmi, A., Fathul Hadi, C., & Yusa, A. M. (2022). Prototype Sistem Monitoring Suhu Dan Kelembapan Udara Pada Tanaman Cabai Berbasis (IOT). *Zetroem*, Vol 04. No 02.
- Hidayat, W., Ardiansyah, M., & Setyanto, A. (2021). Pengaruh Algoritma ADASYN dan SMOTE terhadap Performa Support Vector Machine pada Ketidakseimbangan Dataset Airbnb. *Edumatic: Jurnal Pendidikan Informatika*, 5(1), 11–20.
- 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>
- Nur Ichsanudin, M., Yusuf, M., & Jurusan Rekayasa Sistem Komputer, S. (2022). PENGUJIAN FUNGSIONAL PERANGKAT LUNAK SISTEM INFORMASI PERPUSTAKAAN DENGAN METODE BLACK BOX TESTING BAGI PEMULA. *Jurnal Ilmiah Teknik Dan Ilmu Komputer*, 1(2), 1–8. <https://doi.org/10.55123>
- 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.
- Walid, Moh., & Susanto, A. (2024). Penyiraman Otomatis Menggunakan Arduino Uno pada Tanaman Greenhouse MA. Nurul Khoiroh. *Jurnal Ilmu Komputer Dan Informatika*, 4(1), 11–20. <https://doi.org/10.54082/jiki.121>