

Pemanfaatan *Internet of Things* untuk Monitoring dan Otomatisasi Perawatan Tanaman Mawar secara Terjadwal

Binti Murtaziqoh¹, Miftahul Huda²

^{1,2}Prodi Ilmu Komputer, Universitas Putra Bangsa

E-mail: ^{1*}murtaziqohbinti@gmail.com, ²huda@universitasputrabangsa.ac.id

Abstrak

Sistem monitoring otomatis untuk penyiraman dan pemupukan terjadwal pada tanaman mawar dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi *Internet of Things* (IoT) guna mendukung perawatan tanaman yang cerdas dan efisien. Mikrokontroler ESP8266 digunakan sebagai pusat kendali yang terintegrasi dengan sensor kelembapan tanah (Soil Moisture Sensor) untuk mendeteksi kadar air dalam media tanam, serta modul Real Time Clock (RTC) untuk mengatur jadwal pemupukan secara otomatis. Sistem ini dilengkapi dengan layar LCD yang menampilkan informasi mengenai kelembapan tanah, suhu lingkungan, status pompa, dan waktu pemupukan. Seluruh data dapat dipantau secara real-time melalui platform Arduino IoT Cloud menggunakan perangkat smartphone. Sebagai indikator, buzzer digunakan untuk memberikan notifikasi saat pompa pemupukan aktif maupun tidak aktif. Sistem ini dirancang untuk membantu pengguna yang memiliki keterbatasan waktu dalam merawat tanaman, sehingga kebutuhan air dan nutrisi tanaman tetap terjaga secara rutin. Pengembangan sistem dilakukan dengan pendekatan metode prototyping, kemudian dilakukan pengujian menggunakan teknik blackbox dan user acceptance testing (UAT). Hasil dari pengujian tersebut menunjukkan bahwa semua fitur utama berfungsi sebagaimana yang diharapkan, tampilan antarmuka mudah dipahami oleh pengguna, dan sistem menunjukkan performa yang cukup stabil. Oleh karena itu, sistem ini menjadi solusi efektif dan praktis dalam merawat tanaman mawar secara otomatis, sesuai jadwal, serta dapat dipantau dari lokasi yang jauh.

Kata kunci — *Internet of Things, Monitoring Otomatis, ESP8266, Arduino*

1. PENDAHULUAN

Tanaman mawar (*Rosa hybrida*) dikenal sebagai tanaman hias bernilai ekonomi tinggi di Indonesia yang membutuhkan perawatan rutin berupa penyiraman dan pemupukan untuk menghasilkan pertumbuhan dan bunga yang optimal [1]; [2]. Kurangnya konsistensi dalam merawat tanaman, khususnya dalam hal penyiraman dan pemberian pupuk, dapat mengakibatkan tanaman mawar mengalami kekurangan air dan nutrisi, yang berujung pada layunya tanaman bahkan kematian sebelum mencapai fase berbunga. Kondisi ini umum terjadi pada individu yang memiliki keterbatasan waktu untuk melakukan perawatan secara teratur, terutama akibat padatnya jadwal kerja atau aktivitas harian lainnya.

Menurut [3] perawatan tanaman mawar yang baik memerlukan benih unggul dan keseimbangan pemenuhan kebutuhan air serta unsur hara. Ketersediaan air yang cukup dapat menyuburkan tanah dan mendukung pertumbuhan tanaman, namun kelebihan air berisiko menyebabkan pembusukan akar [4], dan [5], frekuensi pemberian pupuk turut memengaruhi tingkat penyerapan unsur hara oleh tanaman. Oleh karena itu, penting untuk menjaga keseimbangan antara penyiraman dan pemupukan sesuai kebutuhan agar pertumbuhan tanaman mawar tetap optimal dan sehat. Kelembapan tanah pada tanaman mawar ideal berkisar 70–80%

dengan suhu lingkungan optimal 18–26°C [3]. Pupuk NPK Mutiara berperan penting dalam menjaga keseimbangan unsur hara, dan pada tanaman mawar dalam polybag dianjurkan diberikan sebanyak 7 gram setiap 2 minggu sekali [6]

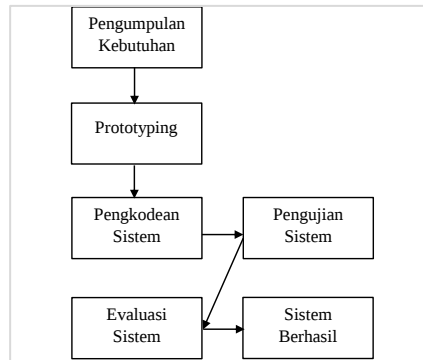
Teknologi modern berkembang pesat, mendorong manusia untuk terus berinovasi dan berpikir kreatif demi meningkatkan produktivitas dan memberikan manfaat nyata bagi masyarakat [7], [8]. Penerapan teknologi *Internet of Things* pada bidang perkebunan menjadi salah satu bentuk inovasi, di mana perangkat elektronik dapat terhubung dan berinteraksi melalui internet untuk memantau kondisi tanaman secara langsung [9]. Dukungan internet sebagai jaringan komunikasi global [10], perangkat *Internet of Things* memiliki kemampuan untuk saling bertukar data, sehingga proses penyiraman dan pemupukan dapat berlangsung secara otomatis dan menyesuaikan dengan kebutuhan tanaman. Sistem monitoring berbasis IoT yang terhubung dengan platform seperti *Arduino IoT Cloud* memungkinkan pemilik tanaman mawar untuk memantau kondisi tanaman melalui perangkat *smartphone*, sekaligus mendapatkan informasi yang tepat mengenai kebutuhan air dan waktu pemupukan secara berkala. [11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa teknologi *Internet of Things* efektif untuk otomatisasi perkebunan skala kecil. [12] mengembangkan sistem pemantauan kelembapan dan pemupukan menggunakan *Arduino IoT Cloud*, tetapi belum dilengkapi penjadwalan yang presisi. [13], belum mengintegrasikan pemupukan berbasis waktu, sementara [14] tidak menggunakan *Real Time Clock*. [15] hanya fokus pada penyiraman, dan [16] membuat sistem kompleks yang tidak spesifik untuk tanaman mawar dalam satu pot. Oleh karena itu, penelitian ini merancang sistem khusus untuk tanaman mawar dalam satu pot, dengan penyiraman otomatis dan pembaruan fitur penjadwalan pemupukan menggunakan *Real Time Clock* dengan integrasi *Arduino IoT Cloud* agar dapat dipantau secara *real-time* melalui *smartphone* dalam skala rumah tangga.

Penelitian ini mengembangkan sistem monitoring untuk penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal yang difokuskan pada tanaman mawar, dengan pendekatan yang sederhana namun terintegrasi secara efektif. *Mikrokontroler ESP8266* berfungsi sebagai pusat kendali, mengoordinasikan data dari sensor kelembapan tanah (*Soil Moisture Sensor*) dan modul *Real Time Clock (RTC)* yang mengatur jadwal pemupukan secara rutin. Sistem ini terkoneksi dengan *Arduino IoT Cloud*, memungkinkan pengguna memantau kondisi tanaman secara *real-time* melalui *smartphone*. Inovasi dari penelitian ini terletak pada integrasi mekanisme pemupukan berbasis waktu menggunakan *RTC* serta desain sistem yang praktis dan mudah diterapkan di lingkungan rumah tangga.

2. METODE PENELITIAN

Metode *prototype* merupakan metode pengembangan sistem yang dilakukan dengan membangun model awal dari sistem, yang kemudian diuji dan disempurnakan secara bertahap hingga diperoleh sistem akhir yang sesuai dengan kebutuhan pengguna [17]. Metode ini dipilih dalam penelitian ini karena memungkinkan pengembangan secara bertahap, sesuai dengan karakteristik sistem berbasis *Internet of Things* yang memerlukan pengujian fungsi dan antarmuka secara berulang [18]. Pendekatan ini mendukung efisiensi waktu dan biaya, mengurangi potensi kesalahpahaman, serta membantu meningkatkan akurasi desain dan kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna. Berikut penjelasan secara rinci terkait tahapan metode *prototype* yang digambarkan pada Gambar 1, yaitu sebagai berikut:



Gambar 1 Tahapan *Prototype*
Sumber: [19]

1. Pengumpulan Kebutuhan

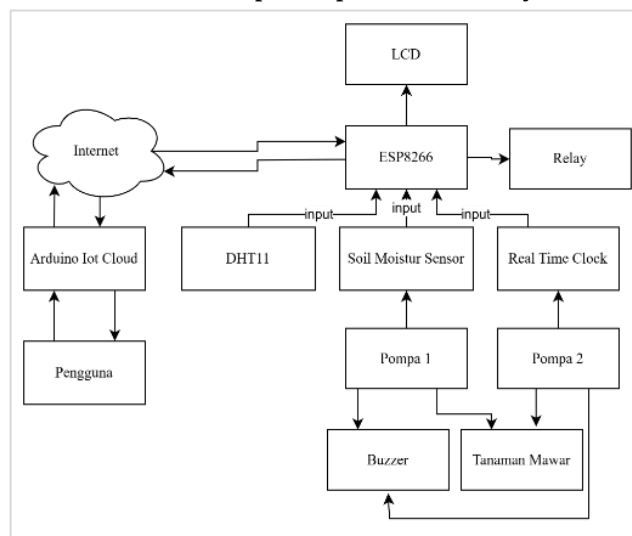
Pengumpulan kebutuhan merupakan tahap awal untuk mengidentifikasi fitur dan spesifikasi teknis berdasarkan studi literatur dan observasi. Rancangan awal mencakup penyiraman otomatis saat kelembapan $<70\%$ dan pemupukan terjadwal setiap 2 minggu sekali. Hasil ini menjadi dasar perancangan sistem otomatis berbasis *Internet of Things* yang dapat dipantau jarak jauh, dengan *prototype* diuji pada satu pot tanaman mawar.

2. Prototyping

Perancangan dilakukan berdasarkan kebutuhan yang telah ditentukan untuk menetapkan *input* dan *output* secara jelas, memastikan integrasi perangkat keras dan lunak berjalan baik, serta menghindari perubahan besar sebelum sistem diterapkan.

a. Rancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

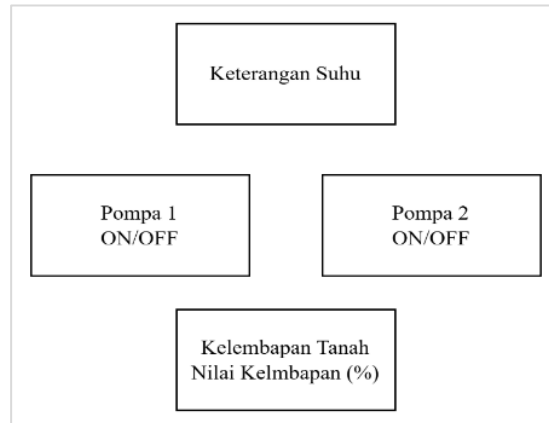
Desain perangkat keras berbasis Internet of Things untuk sistem penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal pada tanaman mawar mencakup integrasi beberapa komponen, yaitu *mikrokontroler ESP8266* sebagai unit kendali utama, sensor kelembapan tanah (*Soil Moisture Sensor*) untuk mendeteksi tingkat air dalam tanah, modul *Real Time Clock* untuk mengatur jadwal pemupukan, sensor *DHT11* guna memantau suhu dan kelembapan udara, modul *relay* untuk mengendalikan kerja pompa, serta *buzzer* yang berfungsi sebagai indikator sistem. Semua komponen disusun rapi di atas *PCB* dengan penyolderan agar berfungsi otomatis sesuai kebutuhan. Desain hardware ditampilkan pada Gambar 2 yaitu sebagai berikut:



Gambar 2 Blok Diagram Sistem

b. Rancangan Perangkat Lunak (*Software*)

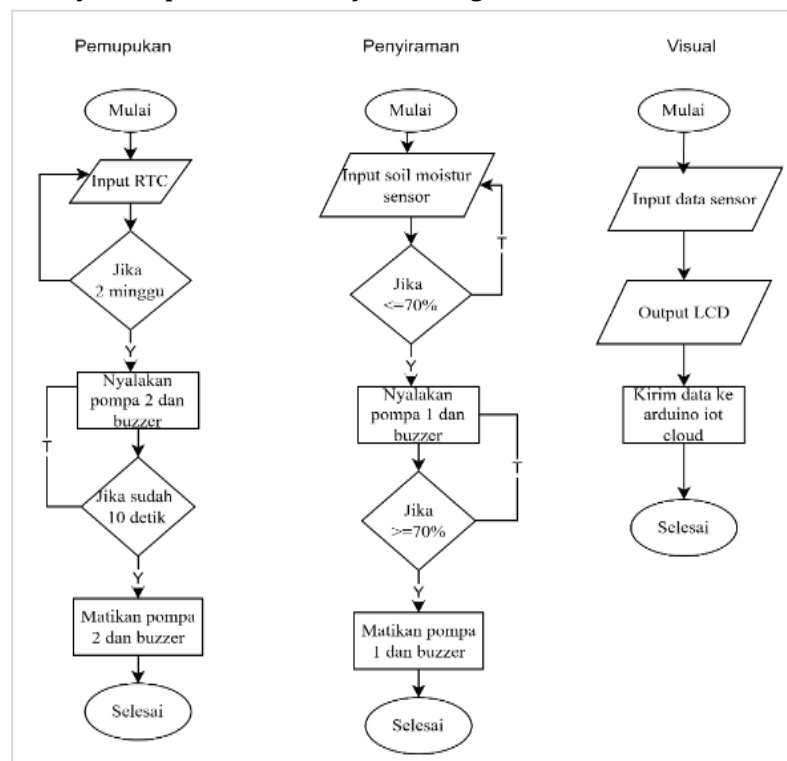
Rancangan perangkat lunak pada *Arduino IoT Cloud* digunakan untuk memantau sistem penyiraman dan pemupukan tanaman mawar secara *real-time*. Dashboard menampilkan suhu, kelembapan tanah, dan status pompa 1 dan 2 dalam bentuk ikon *ON/OFF*. Melalui tampilan ini, pengguna dapat memantau kondisi lingkungan serta aktivitas penyiraman dan pemupukan otomatis sesuai jadwal. Desain *software* ditampilkan pada Gambar 3, yaitu sebagai berikut:



Gambar 3 Rancangan Antar Muka *Arduino IoT Cloud*

c. Alur Kerja Sistem

Tiga proses utama yaitu pemupukan setiap dua minggu sekali, penyiraman saat kelembapan tanah $\leq 70\%$, dan pemantauan data sensor secara *real-time*. Pompa dan *buzzer* menyala otomatis saat proses berlangsung, lalu mati setelah kondisi terpenuhi. Data ditampilkan di *LCD* dan dikirim ke *Arduino IoT Cloud*. Proses kerja sistem ditunjukkan pada Gambar 4 yaitu sebagai berikut:



Gambar 4 *Flowchart* Alur Kerja Sistem

3. Pengkodean Sistem

Pengkodean sistem dilakukan menggunakan *Arduino IDE* menggunakan bahasa C++ untuk membaca data sensor, mengatur jadwal penyiraman dan pemupukan, serta mengaktifkan pompa secara otomatis. Setiap fungsi diuji dan diperbaiki jika ditemukan kesalahan sebelum implementasi penuh.

4. Pengujian Sistem

Sistem diuji guna memastikan kinerjanya sesuai dengan spesifikasi yang telah ditentukan. Pengujian menggunakan metode *Blackbox Testing* dilakukan dengan cara mengevaluasi output yang dihasilkan dari input tertentu tanpa memeriksa kode program secara langsung [20]. Fokus pengujian meliputi pembacaan kelembapan tanah, penjadwalan pemupukan, tampilan data pada *dashboard*, indikator status sistem, serta bunyi *buzzer* sebagai penanda aktivitas pompa.

5. Evaluasi Sistem

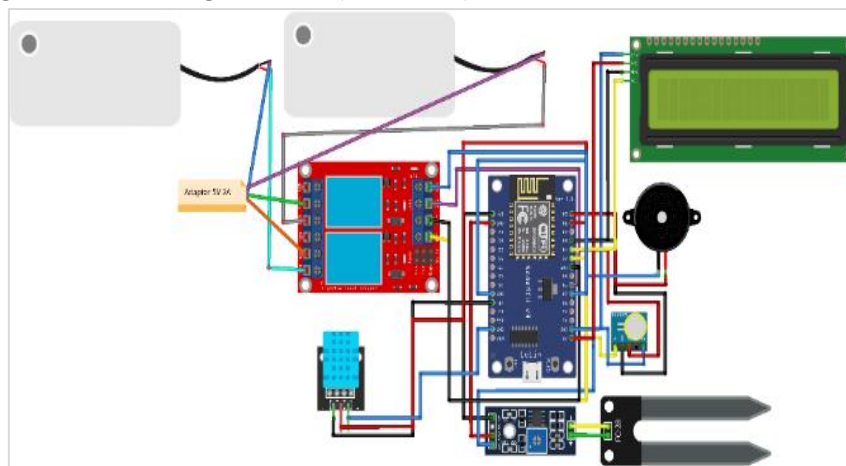
Evaluasi sistem merupakan tahap akhir untuk menilai kesesuaian sistem dengan kebutuhan pengguna melalui metode *User Acceptance Testing* [21]. Aspek yang dinilai meliputi kemudahan penggunaan, akurasi sensor, ketepatan pemupukan, tampilan, notifikasi, kestabilan, dan kepuasan pengguna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Gambaran Umum Sistem

Teknologi *Internet of Things* dimanfaatkan dalam pengembangan sistem monitoring penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal pada tanaman mawar, melalui integrasi *ESP8266*, sensor kelembapan tanah, modul *Real Time Clock*, dan *Arduino IoT Cloud*. *Soil Moisture Sensor* mendeteksi kadar air tanah, memicu pompa 1 menyala otomatis saat nilai di bawah 70% dan berhenti saat kelembapan tanah cukup. Penjadwalan pemupukan dilakukan otomatis setiap dua minggu sekali menggunakan *Real Time Clock*, dengan pompa 2 menyala 7 detik untuk menyalurkan 7 gram pupuk. *Buzzer* memberikan notifikasi saat pompa akan aktif atau nonaktif, sedangkan *LCD 16x2* menampilkan status sistem secara langsung, seperti “P1: ON, P2: OFF, K=65%, S=29°C”. Pemantauan jarak jauh dilakukan melalui *Arduino IoT Cloud* yang menampilkan grafik suhu, kelembapan tanah dalam persen, dan status pompa dalam antarmuka dashboard interaktif.

2. Perancangan Sistem Perangkat Keras (*Hardware*)



Gambar 5 Rangkaian *Hardware*

Rangkaian sistem berbasis *Internet of Things* untuk penyiraman dan pemupukan otomatis yang dikontrol oleh *NodeMCU ESP8266* ditampilkan pada Gambar 5. Sistem dilengkapi *Soil Moisture Sensor*, *DHT11*, modul *Real Time Clock*, *LCD 16x2 I2C*, serta modul *relay 2 channel* untuk mengontrol pompa. *Buzzer* dan *push button* digunakan sebagai indikator dan *input* manual. Rangkaian divisualisasikan menggunakan aplikasi *Fritzing*.

3. Perancangan Sistem Perangkat Lunak (*Software*)
 - a. Pembuatan *Things*

Cloud Variables			ADD
Name ↓	Last Value	Last Update	
☐ kelembapanTanah int kelembapanTanah;	81	23 Jun 2025 20:40:52	
☐ Pompa1 CloudSwitch pompa1;	false	23 Jun 2025 20:34:35	○ ▲
☐ pompa2 CloudSwitch pompa2;	false	23 Jun 2025 20:36:31	○ ▲
☐ suhu CloudTemperatureSensor suhu;	29.6	23 Jun 2025 20:40:52	○ ▲

Gambar 6 *Things* Penyiraman dan Pemupukan

Konfigurasi *Things* di *Arduino IoT Cloud* menghubungkan *ESP8266* dengan parameter kelembapan tanah, suhu, pompa 1, dan pompa 2. Gambar 6 menunjukkan pengaturan sistem berdasarkan variabel-variabel tersebut.

4. Implementasi Sistem
 - a. Hasil alat

Prototype sistem *Internet of Things* untuk penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal ditampilkan dengan perangkat utama dalam kotak hitam, dilengkapi *LCD 16x2* yang menampilkan suhu, kelembapan tanah, dan status pompa. Sistem mendapat daya dari *adaptor* dan bekerja otomatis sesuai data sensor dan jadwal terprogram. Berikut rangkaian alat sistem penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal:



Gambar 7 Hasil Alat

- b. Dashboard *Arduino IoT Cloud*

Tampilan dashboard *Arduino IoT Cloud* pada *smartphone* memuat grafik suhu *real-time*, status pompa 1 dan 2, serta kelembapan tanah (%), sehingga memudahkan pemantauan jarak jauh melalui perangkat seluler. Berikut tampilan *dashboard* pada *Arduino Iot Cloud* sistem penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal:



Gambar 8 Dashboard Arduino IoT Cloud

5. Pengujian Sistem
a. Uji *Blackbox Testing*

Tabel 1 Uji *Blackbox Testing* oleh Ahli Sistem

No.	Fitur yang Diuji	Skenario Pengujian	Input/ Trigger	Output yang Diharapkan	Hasil Berhasil/ Tidak Berhasil
1.	Penyiraman Otomatis	Tanah kering <70%	Nilai kelembapan	Pompa air otomatis menyala	Berhasil
		Tanah lembap >70%	Nilai kelembapan	Pompa air otomatis mati atau berhenti menyiram	Berhasil
2.	Pemupukan Terjadwal	Waktu pemupukan sesuai jadwal <i>Ral Time Clock</i>	Waktu = jadwal <i>Ral Time Clock</i>	Pompa pupuk menyala selama 7 detik setiap 2 minggu sekali	Berhasil
3.	Pemantauan Jarak Jauh	<i>Dashboard</i> menampilkan data kelembaban tanah	Sensor membaca nilai kelembaban	Nilai kelembaban tampil real-time di <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Berhasil
		Status pompa tampil di <i>dashboard</i>	Pompa aktif atau nonaktif	Indikator status pompa (ON/OFF) tampil sesuai kondisi sebenarnya	Berhasil
		<i>Dashboard</i> menampilkan data suhu lingkungan	Sensor suhu membaca nilai	Nilai suhu tampil <i>real-time</i> di <i>dashboard Arduino IoT Cloud</i>	Berhasil

4.	Tampilan Informasi Sistem	Sistem aktif dalam kondisi normal	Sistem berjalan stabil	LCD menampilkan status seperti "K=85%, S=29"	Berhasil
5.	Output Tambahan - Buzzer	Pompa akan menyala	Sensor/ <i>Real Time Clock</i> memicu pompa	<i>Buzzer</i> berbunyi sebagai tanda pompa akan menyala	Berhasil
		Pompa akan mati	Waktu/kelembapan tercapai	<i>Buzzer</i> berbunyi sebagai tanda pompa akan mati	Berhasil

Hasil pengujian *blackbox testing* oleh dua ahli sistem menunjukkan bahwa seluruh fitur utama, seperti penyiraman otomatis berdasarkan kelembapan tanah, pemupukan terjadwal menggunakan *Real Time Clock*, pemantauan jarak jauh melalui *Arduino IoT Cloud*, tampilan informasi di *LCD*, dan notifikasi *buzzer*, telah berjalan sesuai skenario dan menghasilkan *output* yang diharapkan. Hasil pengujian menyimpulkan bahwa sistem berfungsi dengan baik, optimal, dan stabil dari sisi fungsionalitas, meskipun masih terdapat sedikit *delay* saat koneksi internet tidak stabil.

b. Hasil Pengujian *User Acceptance Testing*

Tabel 2 Uji User Acceptance Testing oleh Pengguna

No.	Aspek yang Diuji	Pertanyaan Uji	Skala Penilaian	Hasil Mudah/ Tidak Mudah
1.	Kemudahan Penggunaan	Apakah anda merasa mudah mengoperasikan sistem penyiraman otomatis?	Mudah-Tidak Mudah	Mudah
2.	Keakuratan Sensor	Apakah informasi kelembapan tanah yang ditampilkan sudah sesuai kondisi nyata?	Sesuai - Tidak Sesuai	Sesuai
3.	Ketepatan Jadwal Pemupukan	Apakah jadwal pemupukan sesuai dengan waktu yang ditentukan?	Tepat - Tidak Tepat	Tepat
4.	Kejelasan Tampilan di <i>Dashboard</i>	Apakah tampilan pada <i>Arduino IoT Cloud</i> mudah dipahami?	Jelas - Tidak Jelas	Jelas
5.	<i>Feedback Visual</i> dan <i>Buzzer</i>	Apakah notifikasi <i>buzzer</i> dan indikator sistem membantu anda dalam memantau?	Membantu - Tidak Membantu	Membantu
6.	Keandalan Sistem	Apakah sistem berjalan stabil tanpa gangguan selama pengujian?	Andal - Tidak Andal	Andal
7.	Kepuasan Umum Pengguna	Secara keseluruhan, apakah anda puas dengan kinerja sistem ini?	Puas - Tidak Puas	Puas

Hasil pengujian dari lima pengguna menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal mudah digunakan, bahkan oleh pengguna tanpa latar belakang teknis. Sensor kelembapan dinilai cukup akurat dan responsif terhadap kondisi

tanah, pemupukan berlangsung tepat waktu selama pengujian, serta tampilan *dashboard Arduino IoT Cloud* dianggap jelas dan informatif meskipun kadang memerlukan *refresh* saat koneksi internet lemah. Notifikasi melalui *buzzer* dan indikator visual dinilai membantu dalam pemantauan, dan sistem berjalan cukup stabil meskipun sesekali mengalami keterlambatan respons akibat gangguan koneksi. Secara keseluruhan, seluruh pengguna merasa puas dan menilai sistem ini efektif, praktis, dan mampu mengurangi beban perawatan tanaman.

c. Data Kuantitatif Hasil Pengujian Sistem

Tabel 3 Data Kuantitatif Pengujian Sistem

No.	Paremeter yang Diukur	Hasil Pengujian	Keterangan
1.	Rata-rata kelembapan tanah terjaga	70%-78%	Pompa aktif ketika <70%, lalu berhenti setelah naik >70% dan kelembapan stabil dalam rentang optimal (70–80%)
2.	Penghematan air	± 25% lebih hemat dibanding penyiraman manual	Dihitung berdasarkan perbandingan volume penggunaan air antara sistem otomatis dan penyiraman manual
3.	Akurasi jadwal pemupukan	98% sesuai jadwal, dengan <i>delay</i> ±3 detik	Menggunakan <i>Real Time Clock</i>
4.	Stabilisasi sistem	95% beroperasi normal tanpa gangguan	Sesekali terjadi <i>delay</i> akibat koneksi internet

Berdasarkan Tabel 3, hasil pengujian kuantitatif dilakukan untuk mengetahui performa sistem secara lebih detail, meliputi kelembapan tanah yang berhasil dijaga, efisiensi penggunaan air, akurasi jadwal pemupukan, serta tingkat stabilitas sistem.

d. Perbandingan Penelitian Terdahulu dengan Penelitian Ini

Sejumlah penelitian sebelumnya telah membahas penerapan *Internet of Things* pada sistem penyiraman dan pemupukan tanaman. Masing-masing penelitian memiliki fokus yang berbeda sesuai objek kajiannya. Ringkasan perbandingan antara penelitian terdahulu dan penelitian ini ditampilkan pada Tabel 4, yaitu sebagai berikut:

Tabel 4 Perbandingan Penelitian Terdahulu

No.	Peneliti & Tahun	Fokus Penelitian	Keterangan	Kontribusi Penelitian ini
1.	Stefwa Rifa et al. (2024)	Monitoring kelembapan & pemupukan <i>IoT</i>	Penjadwalan pemupukan belum presisi	Menambahkan <i>RTC</i> untuk pemupukan terjadwal
2.	Widodo et al. (2024)	Penyiraman & pemupukan jagung berbasis <i>IoT</i>	Fokus pada jagung, belum spesifik ke tanaman mawar	Fokus pada mawar dengan pemupukan berbasis waktu
3.	Arafat et al. (2021)	Monitoring kelembapan & pemberian pupuk cair	Belum menggunakan <i>RTC</i> sebagai penjadwal	Menggunakan <i>RTC</i> untuk presisi jadwal
4.	Wardhana et al. (2023)	Penyiraman otomatis cabai berbasis <i>IoT</i>	Hanya membahas penyiraman, belum ada pemupukan	Menambahkan fitur pemupukan otomatis

5.	Christian et al. (2025)	IoT untuk lahan cabai	Sistem berskala luas, belum difokuskan pada mawar dalam pot	Sistem sederhana, fokus pada mawar skala rumah tangga
----	-------------------------	-----------------------	---	---

Hasil perbandingan pada Tabel 4 menunjukkan bahwa penelitian terdahulu telah berkontribusi penting dalam mengembangkan otomatisasi berbasis IoT, meskipun sebagian masih terbatas pada jenis tanaman tertentu atau belum memanfaatkan penjadwalan berbasis RTC. Penelitian ini melengkapi kajian yang ada dengan menghadirkan sistem otomatisasi sederhana yang terintegrasi RTC dan difokuskan pada perawatan tanaman mawar dalam pot pada skala rumah tangga.

4. KESIMPULAN

Hasil perancangan dan pengujian membuktikan bahwa sistem monitoring penyiraman otomatis dan pemupukan terjadwal untuk tanaman mawar berbasis *Internet of Things* telah berhasil dikembangkan melalui integrasi *mikrokontroler ESP8266*, sensor kelembapan tanah, modul *Real Time Clock*, serta pemanfaatan *platform Arduino IoT Cloud*. Sistem mampu melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis berdasarkan tingkat kelembapan tanah dan waktu yang telah dijadwalkan, serta menampilkan informasi kondisi lingkungan melalui LCD. Selain itu, sistem dapat dipantau secara real-time melalui *smartphone*, memberikan kemudahan bagi pengguna dalam mengelola tanaman secara efisien. Kelebihan dari sistem ini adalah kemampuannya dalam bekerja secara otomatis dan *real-time*, memberikan notifikasi dan pemantauan jarak jauh, serta mendapat respons positif dari pengguna dalam uji coba. Namun, sistem masih memiliki kekurangan berupa adanya *delay* dalam proses respon data, yang dapat mempengaruhi keakuratan waktu penyiraman atau pemupukan pada kondisi tertentu. Kedepannya, sistem ini dapat dikembangkan lebih lanjut dengan menambahkan fitur notifikasi berbasis aplikasi *mobile*, integrasi dengan panel surya untuk efisiensi energi, serta kemampuan pengolahan data historis untuk analisis pertumbuhan tanaman secara lebih mendalam.

5. SARAN

Pengembangan sistem ke depan disarankan agar dilakukan optimalisasi pada proses pengiriman dan penerimaan data untuk mengurangi delay, sehingga sistem dapat merespons perubahan kondisi lingkungan dengan lebih cepat dan akurat. Pengembangan fitur notifikasi melalui aplikasi *mobile* atau email juga perlu dipertimbangkan agar pengguna dapat memperoleh informasi secara real-time terkait aktivitas penyiraman dan pemupukan. Selain itu, penambahan sensor-sensor lain seperti sensor suhu dan intensitas cahaya dapat meningkatkan cakupan pemantauan terhadap kondisi tanaman secara menyeluruh. Terakhir, pengujian lebih lanjut terhadap berbagai jenis tanaman dan kondisi tanah diperlukan untuk memastikan fleksibilitas dan keandalan sistem dalam berbagai skenario penggunaan di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. F. Tanjung, S. Namiroh, T. Wardana, and S. M. Sari, "Pengaruh Pemberian NaCl Terhadap Reproduksi dan Pertumbuhan Pada Tanaman Mawar (*Rosa hybrida*)," *Biosfer: Jurnal Biologi dan Pendidikan Biologi*, vol. 7, no. 2, 2022.
- [2] A. Muzaki, S. Wahyuni, and N. R. Hanik, "Identifikasi jenis hama dan penyakit yang sering menyerang tumbuhan bunga mawar (*rosa hybrida* l.) Di Daerah Manyaran," *Florea: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, vol. 8, no. 1, p. 52, 2021.
- [3] F. R. Cahyatama, E. Sulistio, and G. Al Azhar, "Sistem Kendali Dan Monitoring Garden Pada Budidaya Tanaman Mawar Berbasis IOT," *Kohesi: Jurnal Sains dan Teknologi*, vol. 3, no. 3, pp. 36–46, 2024.

- [4] N. Effendi, D. Handoko, F. Azim, and F. Farida, "Rancangan sistem monitoring kelembapan tanah pembibitan kelapa sawit berbasis internet of things," *Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology)*, vol. 5, no. 2, pp. 358–366, 2024.
- [5] D. Shofa, D. T. Dewi, I. M. Faris, I. F. Baharudin, H. Mitasari, and A. Satito, "Rancang Bangun Mesin Pemberi Pupuk Cair Otomatis Hemat Daya Berbasis Iot untuk Budidaya Tanaman Organik," *Jurnal Rekayasa Mesin*, vol. 16, no. 1, pp. 109–115, 2021.
- [6] H. Nasution and A. Saad, "Penyuluhan Peningkatan Kualitas Bunga Mawar dengan Pupuk NPK Mutiara dan Polybag di Kelompok PKK Pakuan Baru Kota Jambi," *Studium: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, vol. 2, no. 3, pp. 83–88, 2023.
- [7] M. R. Fachri, "Rancang Bangun Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Arduino Dan Sensor Moisture Sebagai Pengukur Kelembaban Tanah Untuk Tanaman Cabai," *Prosiding Konferensi Nasional Social & Engineering Polmed (KONSEP)*, vol. 3, no. 1, pp. 849–854, 2022.
- [8] F. Firmansyah, B. Wibisana, H. P. Yusuf, M. Ziad Iqbal, and R. S. Abqari, "Pertanian Cerdas Berbasis Internet of Things untuk Meningkatkan Produktivitas Tanaman Hidroponik," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara (JPMN)*, vol. 4, no. 2, pp. 80–85, Aug. 2024, doi: 10.35870/jpmn.v4i2.3084.
- [9] S. Dwiyatno, E. Krisnaningsih, and D. R. Hidayat, "S Smart Agriculture Monitoring Penyiraman Tanaman Berbasis Internet Of Things," *PROSISKO: Jurnal Pengembangan Riset Dan Observasi Sistem Komputer*, vol. 9, no. 1, pp. 38–43, 2022.
- [10] A. Febriyani and M. Martanto, "Rancang Bangun Aplikasi Penjualan Kebutuhan Pokok Berbasis Web Pada Toko Khansaa," *JATI (Jurnal Mahasiswa Teknik Informatika)*, vol. 7, no. 1, pp. 510–515, 2023.
- [11] P. Jebane, P. Anusuya, M. Suganya, S. Meena, and M. Diana, "IoT based health monitoring and analysing system using Thingspeak Cloud & Arduino," *Int. J. Trendy Res. Eng. Technol*, vol. 5, pp. 1–6, 2021.
- [12] F. Stefwa Rifa, R. Dimas Arifta, N. Akbar Rozaq Rais, and S. Rokhmah, "Rancang Bangun Teknologi Internet of Things (IoT) Dalam Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Pemupukan Tanaman Terjadwal 1*," 2024.
- [13] S. Widodo, L. D. Samsumar, Z. Zaenudin, and M. M. Efendi, "Membangun Prototype Sistem Penyiraman Dan Pemupukan Pada Tananam Jagung Berbasis Iot Di Desa Kadindi," *Journal of Computer Science and Information Technology*, vol. 2, no. 1, pp. 51–60, 2024.
- [14] A. Arafat, S. Ratna, W. Wagino, and I. Ibrahim, "Perancangan dan pengujian alat untuk monitoring kelembaban tanah dan pemberian pupuk cair pada tanaman cabai berbasis internet of Things," *Technologia: Jurnal Ilmiah*, vol. 12, no. 4, pp. 286–291, 2021.
- [15] A. S. Wardhana, A. K. Dewi, H. F. Airlangga, N. A. S. Septiani, and J. U. Ravy, "Mesin Penyiraman Otomatis pada Tanaman Cabai dengan Modul Nodemcu ESP8266 Berbasis Internet of Things (IoT)," in *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)*, 2023, pp. 160–169.
- [16] E. Christian, S. Geges, P. B. A. A. Putra, and R. Alyura, "Sistem Iot Berbasis Arduino Cloud Untuk Monitoring Dan Kontrol Lahan Pertanian Cabai," *Technologia : Jurnal Ilmiah*, vol. 16, no. 1, p. 86, Jan. 2025, doi: 10.31602/tji.v16i1.17029.
- [17] D. Yusuf and D. B. Srisulistiowati, "Sistem Pendukung Keputusan Pembelian Kendaraan Operasional Menggunakan Metode Ahp," *JSI (Jurnal sistem Informasi) Universitas Suryadarma*, vol. 8, no. 1, pp. 173–182, 2021.
- [18] W. R. Renata, D. Danuri, and J. Jaroji, "Penerapan QR Code Untuk Sistem Absen Mahasiswa Politeknik Negeri Bengkalis Menggunakan Metode Prototype," in *Seminar Nasional Industri dan Teknologi*, 2021, pp. 302–313.
- [19] N. R. Dewi, R. S. Hartati, and Y. Divayana, "Penerapan Metode Prototype dalam Perancangan Sistem Informasi Penerimaan Karyawan Berbasis Website pada Berlian Agency," *Maj. Ilm. Teknol. Elektro*, vol. 20, no. 1, p. 147, 2021.
- [20] N. M. D. Febriyanti, A. A. K. O. Sudana, and I. N. Piarsa, "Implementasi black box testing pada sistem informasi manajemen dosen," *Jurnal Ilmiah Teknologi Dan Komputer*, vol. 2, no. 3, pp. 535–544, 2021.
- [21] M. A. Chamida, A. Susanto, and A. Latubessy, "Analisa User Acceptance Testing Terhadap Sistem Informasi Pengelolaan Bedah Rumah Di Dinas Perumahan Rakyat Dan Kawasan Permukiman Kabupaten Jepara," *Indonesian Journal of Technology, Informatics and Science (IJTIS)*, vol. 3, no. 1, pp. 36–41, 2021.