
Implementasi *Smart Watering* Berbasis IoT untuk Penyiraman Anggrek Menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Telegram

Ernando Rizki Dalimunthe¹, Murni Septiani², Styawati², Ghifar Javad H. Aziz¹

¹ UIN Raden Intan Lampung, Jl. H. Endro Suratmin, Sukarama, Kota Bandar Lampung, Lampung

² Universita Teknokrat Indonesia, Jl. Z.A. Pagar Alam, Kedaton, Kota Bandar Lampung, Lampung

¹ ernandorizki@radenintan.ac.id

Abstract

Orchid cultivation requires proper watering management because insufficient or excessive water can reduce plant quality and damage the growing medium. Manual watering is also less effective when plant owners cannot monitor soil moisture regularly. This study evaluates an Internet of Things-based automatic watering system using NodeMCU ESP8266, a capacitive soil moisture sensor, a relay module, a water pump, a 16x2 LCD, and Telegram notification. The research was conducted using a prototype method consisting of communication, quick planning, quick design, prototype construction, and user feedback. System testing was performed on the sensor, pump, LCD, relay, Telegram notification, and the integrated device. The results show that the system can automatically activate the pump when soil moisture is in the dry range of 0%-30% and deactivate the pump when the moisture is above 31%. Telegram notification testing produced a 100% successful delivery rate with an average delivery time of 30 seconds. The pump operated at an average voltage of 11.95 V and an average current of 0.95 A. These results indicate that the proposed system can support orchid watering automation and remote monitoring for small-scale ornamental plant cultivation.

Keywords: Internet of Things, NodeMCU ESP8266, orchid, soil moisture, Telegram

Abstrak

Budidaya anggrek memerlukan pengelolaan penyiraman yang tepat karena kekurangan atau kelebihan air dapat menurunkan kualitas tanaman dan merusak media tanam. Penyiraman manual juga kurang efektif ketika pemilik tanaman tidak dapat memantau kelembaban tanah secara rutin. Penelitian ini mengevaluasi sistem penyiraman otomatis berbasis Internet of Things menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor capacitive soil moisture, modul relay, pompa air, LCD 16x2, dan notifikasi Telegram. Metode yang digunakan adalah prototype yang meliputi komunikasi, perencanaan cepat, perancangan cepat, pembuatan prototype, serta evaluasi dan umpan balik pengguna. Pengujian dilakukan pada sensor, pompa, LCD, relay, Telegram, dan keseluruhan alat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem mampu mengaktifkan pompa secara otomatis ketika kelembaban tanah berada pada rentang kering 0%-30% dan mematikan pompa ketika kelembaban berada di atas 31%. Pengujian Telegram menghasilkan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi sebesar 100% dengan rata-rata waktu pengiriman 30 detik. Pompa bekerja pada rata-rata tegangan 11,95 V dan arus 0,95 A. Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem dapat membantu otomasi penyiraman dan pemantauan jarak jauh pada budidaya anggrek skala kecil.

Kata kunci: Internet of Things, NodeMCU ESP8266, anggrek,, soil moisture, Telegram

1. PENDAHULUAN

Perkembangan teknologi digital mendorong penerapan sistem otomatisasi pada berbagai bidang, termasuk pertanian dan perawatan tanaman hias. Internet of Things (IoT) memungkinkan perangkat fisik seperti sensor, mikrokontroler, aktuator, dan aplikasi pesan saling terhubung melalui internet sehingga pemantauan dan pengendalian dapat dilakukan secara jarak jauh [1]. Penerapan IoT pada penyiraman tanaman menjadi relevan karena kebutuhan air tanaman berbeda sesuai jenis, kondisi media tanam, dan lingkungan tempat tumbuh.

Anggrek merupakan tanaman hias bernilai ekonomi yang memerlukan perhatian khusus dalam proses perawatannya. Tanaman anggrek membutuhkan kelembaban yang cukup untuk mendukung pertumbuhan, tetapi kondisi media tanam yang terlalu basah dapat menyebabkan akar membusuk. Kelembaban relatif yang sesuai untuk tanaman anggrek pada umumnya berada pada kisaran 60%-80%, sementara penyiraman perlu diatur agar tidak menyebabkan genangan atau kelembaban berlebih pada media tanam [2]. Oleh karena itu, sistem yang dapat membaca kondisi kelembaban media tanam dan mengontrol penyiraman secara otomatis diperlukan untuk membantu pemilik tanaman.

Penyiraman manual sering menghadapi kendala berupa keterbatasan waktu, ketidakteraturan jadwal, serta kesulitan menentukan kondisi media tanam secara objektif. Pada kasus budidaya anggrek skala kecil, pemilik tanaman biasanya melakukan penyiraman berdasarkan pengamatan visual. Cara tersebut dapat menyebabkan penyiraman tidak konsisten, terutama ketika pemilik tidak berada di lokasi. Sistem otomatis berbasis sensor dapat menjadi solusi karena keputusan penyiraman didasarkan pada data kelembaban tanah atau media tanam.

Beberapa penelitian terdahulu telah membahas sistem penyiraman tanaman otomatis. Permana dan Kusuma [3] mengembangkan smart watering berbasis IoT untuk mengontrol kelembaban tanah dan suhu pada tanaman anggrek. Marcos dan Muzaki [4] membahas monitoring suhu udara dan kelembaban tanah pada budidaya pepaya. Akbar et al. [5] mengembangkan alat penyiraman tanaman berbasis Telegram berdasarkan kelembaban tanah. Penelitian lain juga menunjukkan bahwa sensor kelembaban tanah dapat digunakan untuk menjaga kadar air dalam tanah secara lebih terkendali [6], [7].

Meskipun penelitian sebelumnya telah menunjukkan manfaat IoT pada penyiraman tanaman, masih diperlukan pengembangan sistem yang sederhana, ekonomis, dan mudah digunakan oleh pemilik tanaman hias skala kecil. Sistem yang menggunakan Telegram memiliki kelebihan karena aplikasi tersebut umum digunakan, mendukung bot, serta memungkinkan notifikasi dikirim langsung kepada pengguna. Dengan integrasi NodeMCU ESP8266, sensor kelembaban tanah, LCD, relay, dan pompa air, sistem penyiraman dapat bekerja otomatis sekaligus memberikan informasi jarak jauh kepada pengguna.

Penelitian ini bertujuan mengevaluasi kinerja sistem penyiraman otomatis berbasis IoT pada tanaman anggrek menggunakan Telegram. Fokus evaluasi meliputi kemampuan sistem membaca kelembaban tanah, menampilkan informasi pada LCD, mengontrol relay dan pompa, serta mengirimkan notifikasi melalui Telegram. Nilai lebih penelitian ini adalah integrasi perangkat keras sederhana dan aplikasi Telegram untuk mendukung penyiraman otomatis berdasarkan ambang kelembaban tanah pada tanaman anggrek.

Kontribusi artikel ini adalah menyajikan hasil evaluasi sistem secara terstruktur berdasarkan pengujian komponen dan pengujian keseluruhan alat. Artikel ini tidak hanya menjelaskan proses pembuatan alat, tetapi juga menekankan performa sistem dari sisi logika aktuasi pompa, keberhasilan notifikasi, dan respons perangkat terhadap perubahan kelembaban tanah. Dengan demikian, hasil penelitian dapat menjadi rujukan bagi pengembangan sistem pertanian cerdas skala kecil yang murah dan mudah direplikasi.

2. METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode prototype karena sistem yang dikembangkan berupa perangkat otomatisasi yang memerlukan perancangan, implementasi, pengujian, dan evaluasi secara bertahap. Model prototype memungkinkan pengembang memahami kebutuhan pengguna, membuat rancangan awal, menguji fungsi sistem, serta melakukan perbaikan berdasarkan hasil evaluasi [8]. Dalam penelitian ini, kebutuhan sistem diperoleh melalui observasi, studi pustaka, dan wawancara dengan pemilik tanaman anggrek.

2.1. Objek dan Lokasi Penelitian

Objek penelitian adalah sistem penyiraman otomatis pada tanaman anggrek bulan. Implementasi dan uji coba sistem dilakukan pada lingkungan pemilik tanaman di Taman Bunga Siska Florist, Bandar Lampung. Sistem dirancang untuk membantu pemilik tanaman mengetahui kondisi kelembaban tanah serta melakukan penyiraman otomatis ketika media tanam berada pada kondisi kering

2.2. Alat dan Bahan

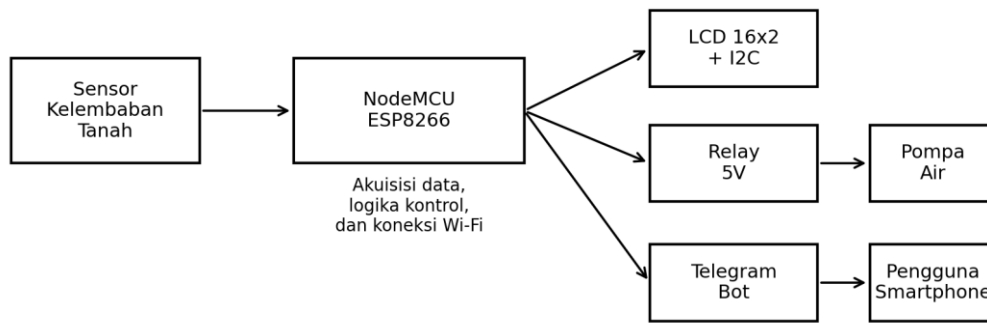
Perangkat keras utama yang digunakan terdiri atas NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler dan modul komunikasi Wi-Fi, sensor capacitive soil moisture sebagai pembaca kelembaban tanah, LCD 16x2 dengan I2C sebagai penampil data lokal, relay 5 V sebagai saklar elektronik, dan pompa air sebagai aktuator penyiraman. Perangkat lunak yang digunakan adalah Arduino IDE untuk pemrograman mikrokontroler dan Telegram Bot API untuk notifikasi kepada pengguna yang dapat diamati pada tabel 1.

Tabel 1. Spesifikasi komponen sistem

No	Komponen	Jumlah	Fungsi
1	NodeMCU ESP8266	1 buah	Pengendali utama dan penghubung Wi-Fi
2	Sensor capacitive soil moisture	1 buah	Membaca kelembaban tanah/media tanam
3	LCD 16x2 dan I2C	1 buah	Menampilkan nilai kelembaban secara lokal
4	Modul relay 5 V 1 channel	1 buah	Mengaktifkan dan mematikan pompa air
5	Pompa air	1 buah	Menyiram tanaman ketika media tanam kering
6	Kabel jumper, kabel USB, terminal listrik	Sesuai kebutuhan	Menghubungkan rangkaian dan catu daya
7	Laptop/smartphone	1 unit	Pemrograman dan pemantauan Telegram

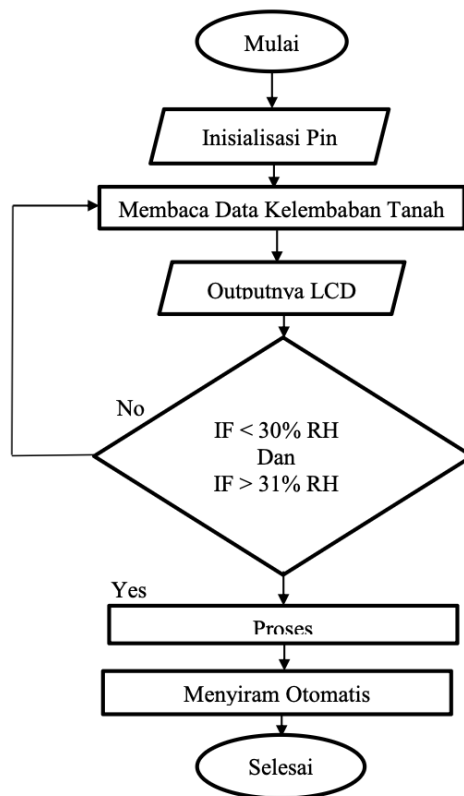
2.2. Rancangan Sistem

Rancangan sistem terdiri atas bagian input, proses, output, dan aktuator. Bagian input berupa sensor kelembaban tanah yang membaca kondisi media tanam. Data sensor diproses oleh NodeMCU ESP8266 untuk menentukan status penyiraman. Bagian output terdiri atas LCD dan Telegram, sedangkan aktuator berupa relay dan pompa air. Arsitektur sistem ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Arsitektur sistem penyiraman otomatis berbasis IoT

Logika kerja sistem menggunakan ambang batas kelembaban tanah. Apabila kelembaban terdeteksi pada rentang 0%-30%, sistem menganggap media tanam berada pada kondisi kering sehingga relay aktif dan pompa menyiram tanaman. Apabila kelembaban berada pada nilai 31% atau lebih, sistem menganggap media tanam cukup basah sehingga pompa tidak aktif. Nilai kelembaban ditampilkan pada LCD dan status sistem dikirimkan melalui Telegram yang semua dapat diamati pada Gambar 2.



Gambar 2. Flowchart logika sistem penyiraman otomatis

Algoritma sistem disusun untuk memastikan pembacaan sensor, tampilan data, pengiriman notifikasi, dan kendali pompa berjalan sesuai urutan, sedangkan untuk pengujian dilakukan untuk memastikan setiap komponen dan keseluruhan sistem bekerja sesuai rancangan. Pengujian sensor dilakukan dengan membaca kondisi media tanam sebelum dan sesudah penyiraman. Pengujian pompa dilakukan dengan mengukur

tegangan dan arus ketika pompa aktif maupun tidak aktif. Pengujian LCD dilakukan dengan mengamati kemampuan tampilan nilai kelembaban. Pengujian Telegram dilakukan dengan mengamati keberhasilan pengiriman notifikasi dan waktu yang dibutuhkan sampai pesan diterima pengguna. Pengujian relay dilakukan untuk memastikan relay mampu mengalihkan kondisi pompa dari mati ke hidup sesuai logika program. Pengujian keseluruhan alat dilakukan dengan menggabungkan seluruh komponen dan memeriksa respons sistem terhadap ambang kelembaban tanah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem penyiraman otomatis dapat bekerja sesuai rancangan. Pembahasan disajikan berdasarkan pengujian sensor kelembaban tanah, pompa air, Telegram, relay, dan pengujian keseluruhan alat. Data pengujian digunakan untuk menilai apakah sistem mampu membaca kondisi media tanam, mengaktifkan penyiraman, dan memberikan informasi kepada pengguna secara jarak jauh.

3.1. Hasil Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Pengujian sensor dilakukan untuk mengetahui perubahan pembacaan nilai kelembaban tanah sebelum dan sesudah penyiraman. Pada kondisi sebelum penyiraman, sistem mendeteksi tanah berada dalam kondisi kering sehingga pompa perlu diaktifkan. Pada pengujian sesudah penyiraman, nilai kelembaban yang terbaca meningkat dan berada pada rentang basah. Hasil pembacaan sesudah penyiraman disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pembacaan kelembaban tanah sesudah penyiraman

Hari ke-	Percobaan 1	Percobaan 2	Percobaan 3	Rata-rata (%)
1	60	50	52	53,67
2	60	50	51	53,67
3	61	52	51	54,67
4	60	50	51	53,67
5	60	52	52	54,67
Rata-rata				54,07

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata kelembaban tanah sesudah penyiraman adalah 54,07%. Nilai ini berada di atas ambang batas 31%, sehingga sistem mengklasifikasikan media tanam sebagai basah dan pompa berada pada kondisi tidak aktif. Hasil ini menunjukkan bahwa sensor mampu membedakan kondisi media tanam kering dan basah berdasarkan perubahan nilai pembacaan setelah proses penyiraman. Dari sisi implementasi, penggunaan sensor kapasitif soil moisture lebih sesuai untuk aplikasi penyiraman dibandingkan sensor resistif karena tidak membutuhkan dua probe logam yang mudah mengalami korosi. Namun, hasil pembacaan sensor tetap perlu dikalibrasi apabila sistem akan digunakan pada jenis media tanam yang berbeda. Media tanam anggrek dapat memiliki struktur berbeda dari tanah biasa, sehingga ambang batas 30% perlu diperlakukan sebagai nilai eksperimen awal, bukan standar mutlak untuk semua kondisi tanaman.

3.2. Hasil Pengujian Pompa Air

Pengujian pompa dilakukan untuk mengetahui kemampuan pompa bekerja ketika menerima perintah dari sistem. Pengujian dilakukan sebanyak lima kali dengan mengamati tegangan dan arus ketika pompa aktif. Hasil pengujian pompa air disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil pengujian pompa air

Percobaan	Tegangan ON (V)	Tegangan OFF (V)	Arus ON (A)	Arus OFF (A)
1	11,95	0	1,00	0
2	11,97	0	0,90	0
3	11,89	0	1,00	0
4	11,96	0	0,90	0
5	11,98	0	0,98	0
Rata-rata	11,95	0	0,95	0

Berdasarkan Tabel 3, pompa bekerja pada rata-rata tegangan 11,95 V dengan arus rata-rata 0,95 A. Nilai tegangan yang tidak tepat 12 V masih dapat diterima karena terdapat toleransi pada keluaran catu daya. Pada kondisi OFF, tegangan dan arus yang terukur bernilai 0 sehingga pompa tidak bekerja. Hasil ini menunjukkan bahwa rangkaian relay dan catu daya mampu mengendalikan pompa sesuai kondisi logika sistem. Kestabilan pompa penting karena aktuator merupakan komponen yang langsung berhubungan dengan proses penyiraman. Jika tegangan terlalu rendah, debit air dapat menurun dan proses penyiraman menjadi tidak optimal. Sebaliknya, jika pompa aktif terlalu lama, media tanam dapat menjadi terlalu basah. Oleh karena itu, penggunaan ambang kelembaban dan pengujian respons pompa menjadi bagian penting dalam evaluasi sistem penyiraman otomatis.

3.3. Hasil Pengujian Telegram dan Relay

Telegram digunakan sebagai media notifikasi agar pengguna dapat mengetahui kondisi sistem secara jarak jauh. Pengujian dilakukan dengan mengamati apakah data berhasil dikirim ke Telegram dan menghitung waktu rata-rata pengiriman. Hasil pengujian Telegram disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil pengujian notifikasi Telegram

Percobaan	Data yang dikirim	Status terkirim	Waktu (s)
1	Menyiram Tanaman	Ya	10
2	Menyiram Tanaman	Ya	20
3	Menyiram Tanaman	Ya	30
4	Menyiram Tanaman	Ya	31
5	Menyiram Tanaman	Ya	32
Tingkat keberhasilan		100%	
Rata-rata waktu pengiriman			30

Tabel 4 menunjukkan bahwa data pengujian pembacaan tabel menunjukkan proses pengiriman data notifikasi dari perangkat keras ke aplikasi telegram. Tingkat keberhasilan pengiriman data adalah 100%, hal ini ditandai dengan terkirimnya seluruh data yang dikirimkan oleh NodeMCU ESP8266. Dari tabel 4 juga dapat dilihat, dari lima kali percobaan didapatkan waktu rata-rata yang dibutuhkan untuk proses kirim oleh NodeMCU ESP8266 sehingga data tersebut diterima di aplikasi telegram dengan tujuan. Waktu rata-rata yang dibutuhkan adalah 30 detik. Waktu terlama yang dibutuhkan adalah sekitar 32 detik, hal ini dikarenakan besarnya pengaruh sinyal wifi yang didapat oleh NodeMCU ESP8266 untuk dapat terkoneksi dengan jaringan internet.

Sedangkan untuk pengujian relay digunakan sebagai saklar elektronik yang menghubungkan logika mikrokontroler dengan pompa air. Hasil pengujian menunjukkan

bahwa relay berada pada kondisi low ketika pompa mati dan high ketika pompa hidup. Hasil pengujian relay disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Hasil pengujian relay

Tegangan <i>input</i>	Tegangan <i>output</i>	Logika	Keterangan
5 V	0,9 V	<i>Low</i>	Pompa mati
5 V	4,95 V	<i>High</i>	Pompa hidup

Tabel 5 menunjukkan bahwa relay dapat bekerja sesuai perintah sistem. Ketika output berada pada logika low, pompa mati. Ketika output berada pada logika high dengan tegangan 4,95 V, pompa hidup. Selisih tegangan terhadap nilai ideal 5 V masih dalam batas toleransi dan tidak mengganggu fungsi relay. Hasil ini membuktikan bahwa relay mampu menjadi penghubung antara keputusan mikrokontroler dan aktuasi pompa.

3.3. Hasil Pengujian Keseluruhan

Pengujian keseluruhan alat dilakukan untuk melihat kesesuaian kerja sistem dari pembacaan sensor sampai pengendalian pompa yang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengujian keseluruhan sistem

Sistem dikatakan berhasil apabila pompa aktif pada kondisi tanah kering dan mati pada kondisi tanah basah. Hasil pengujian keseluruhan alat disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil pengujian keseluruhan alat

Percobaan	Kelembaban pada Telegram	Keterangan tanah	Kondisi pompa
1	0%	Tanah kering	Pompa <i>ON</i>
2	30%	Tanah kering	Pompa <i>ON</i>
3	31%	Tanah basah	Pompa <i>OFF</i>
4	100%	Tanah basah	Pompa <i>OFF</i>

Tabel 6 menunjukkan bahwa sistem bekerja sesuai logika ambang batas. Pada kelembaban 0% dan 30%, sistem mengklasifikasikan tanah sebagai kering sehingga pompa aktif. Pada kelembaban 31% dan 100%, sistem mengklasifikasikan tanah sebagai basah sehingga pompa mati. Hasil ini memperlihatkan bahwa sistem mampu melakukan pengambilan keputusan otomatis berdasarkan nilai sensor. Secara keseluruhan, sistem berhasil memenuhi tujuan utama penelitian, yaitu membantu proses penyiraman anggrek

secara otomatis dan memudahkan pengguna memantau kelembaban tanah. Dibandingkan penyiraman manual, sistem ini memberikan keputusan yang lebih konsisten karena berbasis data sensor. Selain itu, notifikasi Telegram meningkatkan aspek pemantauan jarak jauh sehingga pengguna dapat mengetahui status penyiraman tanpa harus berada di lokasi tanaman.

Kinerja sistem dapat dilihat dari tiga aspek utama, yaitu respons aktuator, keberhasilan komunikasi, dan kesesuaian hasil penyiraman. Respons aktuator ditunjukkan oleh kemampuan relay dan pompa untuk aktif ketika kelembaban berada pada nilai $\leq 30\%$. Keberhasilan komunikasi ditunjukkan oleh notifikasi Telegram yang terkirim 100% pada pengujian. Kesesuaian hasil penyiraman ditunjukkan oleh kenaikan nilai kelembaban sesudah penyiraman dengan rata-rata 54,07%.

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sistem layak digunakan sebagai prototype penyiraman otomatis pada tanaman anggrek. Akan tetapi, masih terdapat beberapa keterbatasan. Pertama, pengujian dilakukan dalam periode terbatas sehingga belum menggambarkan performa jangka panjang. Kedua, sistem belum membandingkan hasil sensor dengan alat ukur kelembaban tanah standar. Ketiga, sistem belum mempertimbangkan variabel lingkungan lain seperti suhu, kelembaban udara, intensitas cahaya, dan waktu penyiraman yang juga memengaruhi kebutuhan air tanaman anggrek. Untuk pengembangan berikutnya, sistem dapat ditingkatkan dengan menambahkan kalibrasi sensor, penyimpanan data historis, pengaturan ambang batas melalui Telegram, serta integrasi sensor suhu dan kelembaban udara. Pengujian juga dapat diperluas dengan membandingkan pertumbuhan tanaman pada metode penyiraman manual dan otomatis. Dengan demikian, penelitian lanjutan tidak hanya mengevaluasi fungsi perangkat, tetapi juga dampaknya terhadap kualitas pertumbuhan tanaman anggrek.

3.4. Pembahasan

Implikasi praktis dari penelitian ini adalah tersedianya sistem penyiraman sederhana yang dapat digunakan oleh pemilik tanaman anggrek untuk mengurangi ketergantungan pada penyiraman manual. Sistem ini dapat mendukung efisiensi waktu karena pemilik tanaman tidak perlu selalu memeriksa kondisi media tanam secara langsung. Informasi yang dikirim melalui Telegram juga dapat membantu pengguna mengambil keputusan ketika terjadi perubahan kondisi kelembaban media tanam.

Dari sisi teknis, sistem ini memperlihatkan bahwa NodeMCU ESP8266 masih memadai untuk aplikasi IoT skala kecil karena mampu membaca sensor, mengendalikan aktuator, menampilkan data lokal, dan mengirimkan notifikasi melalui jaringan Wi-Fi. Penggunaan Telegram juga mengurangi kebutuhan pengembangan aplikasi mobile khusus sehingga sistem lebih mudah direplikasi oleh pengguna pemula. Hal ini sesuai dengan karakteristik teknologi tepat guna yang menekankan kemudahan implementasi dan biaya relatif rendah.

Keterbatasan utama penelitian terletak pada cakupan pengujian yang masih terbatas pada fungsi alat dan belum mengukur pengaruh sistem terhadap pertumbuhan tanaman dalam jangka panjang. Selain itu, data sensor belum divalidasi menggunakan alat ukur kelembaban standar sehingga nilai persentase kelembaban perlu ditafsirkan sebagai hasil pembacaan sistem, bukan sebagai nilai absolut yang berlaku untuk semua media tanam. Kinerja Telegram juga masih bergantung pada kualitas jaringan internet yang tersedia di lokasi.

Rekomendasi pengembangan berikutnya adalah menambahkan fitur kalibrasi sensor, pencatatan data otomatis, pengaturan ambang kelembaban melalui Telegram, dan tampilan dashboard berbasis web atau aplikasi. Pengujian berikutnya juga sebaiknya dilakukan pada beberapa jenis media tanam anggrek dan beberapa kondisi lingkungan. Dengan pengujian yang lebih luas, sistem dapat dikembangkan menjadi perangkat smart farming sederhana untuk tanaman hias dan tanaman pekarangan lain.

Tabel 7. Ringkasan evaluasi kinerja sistem

Parameter	Hasil utama	Interpretasi
Ambang kelembaban	0%-30% pompa ON; >30% pompa OFF	Logika kontrol bekerja sesuai rancangan
Rata-rata kelembaban sesudah penyiraman	54,07%	Media tanam berada pada kondisi basah setelah penyiraman
Notifikasi Telegram	100% berhasil; rata-rata 30 detik	Komunikasi jarak jauh berjalan baik pada jaringan yang tersedia
Pompa air	11,95 V dan 0,95 A saat ON	Aktuator mampu melakukan penyiraman
Relay	Low: pompa mati; High: pompa hidup	Saklar elektronik bekerja sesuai logika sistem

Tabel 7 memperlihatkan bahwa setiap bagian sistem memiliki hasil evaluasi yang mendukung fungsi utama perangkat. Sensor digunakan sebagai dasar pengambilan keputusan, relay dan pompa menjalankan proses penyiraman, sedangkan LCD dan Telegram menyediakan informasi kepada pengguna. Kombinasi komponen tersebut menunjukkan bahwa prototype tidak hanya dapat berfungsi sebagai alat penyiram, tetapi juga sebagai sistem monitoring sederhana.

Dalam konteks artikel teknik dan sistem komputer, hasil ini penting karena menunjukkan keterhubungan antara perangkat keras, perangkat lunak, dan layanan komunikasi berbasis internet. Sistem tidak hanya dinilai dari keberhasilan menyiram tanaman, tetapi juga dari kemampuan integrasi antar-komponen. Oleh karena itu, pembahasan hasil diarahkan pada evaluasi performa sistem, bukan hanya deskripsi perakitan alat.

Berdasarkan keseluruhan pengujian, sistem dapat direkomendasikan sebagai dasar pengembangan perangkat otomasi pertanian skala kecil. Untuk penggunaan yang lebih luas, sistem perlu diuji pada jumlah tanaman yang lebih banyak, durasi pengujian yang lebih panjang, serta kondisi jaringan internet yang berbeda. Pengujian lanjutan tersebut diperlukan agar tingkat keandalan sistem dapat dinilai secara lebih komprehensif.

4. SIMPULAN

Penelitian ini berhasil mengevaluasi sistem penyiraman anggrek otomatis berbasis Internet of Things menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor kelembaban tanah, relay, pompa air, LCD 16x2, dan Telegram. Sistem mampu mengaktifkan pompa pada kondisi tanah kering dengan nilai kelembaban 0%-30% dan mematikan pompa ketika kelembaban berada pada nilai 31%-100%. Pengujian Telegram menunjukkan tingkat keberhasilan pengiriman notifikasi sebesar 100% dengan rata-rata waktu pengiriman 30 detik. Pengujian pompa menunjukkan rata-rata tegangan kerja 11,95 V dan arus 0,95 A. Hasil ini menunjukkan bahwa sistem dapat membantu penyiraman otomatis dan pemantauan jarak jauh pada tanaman anggrek skala kecil. Pengembangan selanjutnya disarankan untuk menambahkan kalibrasi sensor, pengujian jangka panjang, pencatatan data historis, serta sensor lingkungan tambahan agar sistem lebih akurat dan adaptif terhadap kebutuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Megawati and A. Lawi, 2021, "Pengembangan Sistem Teknologi Internet of Things Yang Perlu Dikembangkan Negara Indonesia," *Journal Information Engineering and Educational Technology*, vol. 5, no. 1, pp. 19-26.

- [2] H. Iswanto, 2010, Kiat Mengatasi Permasalahan Praktis, Petunjuk Perawatan Anggrek, AgroMedia Pustaka, Jakarta.
- [3] F. A. Permana and B. A. Kusuma, 2023, "Implementasi Smart Watering Untuk Mengontrol Kelembaban Tanah dan Suhu Pada Tanaman Anggrek Berbasis Internet of Thing," Universitas Amikom Purwokerto.
- [4] H. Marcos and H. Muzaki, 2022, "Monitoring Suhu Udara dan Kelembaban Tanah Pada Budidaya Tanaman Pepaya," Jurnal JTST, vol. 3, no. 2.
- [5] M. Akbar, A. Surahman, and Styawati, 2022, "Alat Penyiraman Tanaman Bunga Keladi Barret Merah Berbasis Internet of Things Berdasarkan Kelembaban Tanah Menggunakan Telegram," Jurnal JTIKOM, Universitas Teknokrat Indonesia.
- [6] W. N. Alimyaningtias and Syaddam, 2022, "Penerapan IoT Untuk Optimalisasi Penjagaan Kadar Air Dalam Tanah," Jurnal JTST, Universitas Teknokrat Indonesia.
- [7] N. Nurdiana and Perawati, 2021, "Monitoring Kelembaban Tanah Pada Penyiram Tanaman Otomatis," Jurnal TEKNO, vol. 18, no. 1.
- [8] D. Purnomo, 2017, "Model Prototyping Pada Pengembangan Sistem Informasi," Jurnal Informatika Merdeka Pasuruan, vol. 2, no. 2, pp. 54-61.
- [9] A. B. Setyawan, M. Hannats, and G. E. Setyawan, 2018, "Sistem Monitoring Kelembaban Tanah, Kelembaban Udara, dan Suhu Pada Lahan Pertanian Menggunakan Protokol MQTT," Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer, vol. 2, no. 12, pp. 7502-7508.
- [10] R. R. Prabowo, Kusnadi, and R. T. Subagio, 2020, "Sistem Monitoring dan Pemberian Pakan Otomatis Pada Budidaya Ikan Menggunakan Wemos Dengan Konsep Internet of Things," Jurnal Digit, vol. 10, no. 2, p. 185.
- [11] S. Samsugi and Wajiran, 2020, "IoT: Emergency Button Sebagai Pengaman Untuk Menghindari Perampasan Sepeda Motor," Jurnal Teknoinfo, vol. 14, no. 2, p. 99.
- [12] A. Surahman, B. Aditama, and M. Bakri, 2021, "Sistem Pakan Ayam Otomatis Berbasis Internet of Things," JTST, vol. 2, no. 1, pp. 13-20.
- [13] D. A. O. Turang, 2015, "Pengembangan Sistem Relay Pengendalian dan Penghematan Pemakaian Lampu," Seminar Nasional Informatika, pp. 75-85.
- [14] G. Mardika and R. Kartadie, 2019, "Mengatur Kelembaban Tanah Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah YL-69 Berbasis Arduino Pada Media Tanam Pohon Gaharu," JOEICT, vol. 3, no. 2, pp. 130-140.