

Kebun Pintar dalam Ruang Berbasis Internet of Things

Vicky Ardiansyah¹, Thiang^{1*} and Iwan Handoyo Putro¹

¹ Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra, Jl.Siwalankerto 121-131, Surabaya 60236, Indonesia

*Corresponding Author: thiang@petra.ac.id

Received 2024-01-29; Revised 2024-02-28; Accepted 2024-05-22

Abstract

The concept of smart farming emerged as a sign that technology developments in the agricultural sector are growing rapidly. Home gardening activities have become a trend during the pandemic and are often still done manually. This research aims to create a prototype of an indoor smart garden that is connected via the Blynk application to control and display sensor readings. The plant used as a test was a peppermint plant with a testing period of 4 weeks with 2 different treatments. Based on the results of the overall system testing that has been carried out, the monitoring and control system can work well. The soil moisture sensor is prone to corrosion, so it needs to be replaced every 6-7 days. Peppermint plants, in the second test which were given a set point of soil moisture of 60% and provided light for 23 hours, experienced an increase in plant height, the color of the leaves is green and number of leaves increases when compared to the first test which was given a set point of soil moisture of 50% and provided light for 9 hours.

Keywords: Smart Garden; NodeMCU-32S; Internet of Things; Blynk.

1. Pendahuluan

Teknologi memberikan banyak kemudahan, serta sebagai cara baru dan efektif dalam melakukan aktivitas manusia [1, 2]. Perkembangan teknologi dalam bidang pertanian ditandai dengan masuknya revolusi industri keempat menghasilkan konsep smart farming [3]. Smart farming akan menghubungkan informasi-informasi dari kebun ke petani yang memungkinkan petani untuk mengambil keputusan dengan lebih akurat dan cepat [4,5].

Berkebun di dalam rumah saat ini sudah menjadi trend sejak masa pandemi Covid-19 ini yang memaksa setiap orang untuk tinggal dirumah dengan tujuan untuk memutus rantai penyebaran virus [6]. Banyak keuntungan yang bisa didapatkan ketika berkebun di dalam rumah salah satunya tanaman akan terhindar dari pengaruh cuaca dan iklim yang tidak menentu yang menyebabkan tingkat kesuburan sebagian tanah akan berkurang, hasil panen menurun dan kemungkinan gagal panen [7]. Selain itu dengan berkebun di dalam rumah juga dapat meminimalkan serangan hama serta memiliki potensi dalam meningkatkan ekonomi khususnya dalam bidang pertanian [8]

Sebuah sistem dengan perencanaan yang sangat kompleks [9] sangat dibutuhkan guna mempermudah aktifitas manusia. Apalagi jika sistem tersebut bergerak dengan kontrol yang sangat detail, maka hal ini akan membawa dampak kepada manusia untuk bisa memikirkan sebuah sistem kontrol yang sekiranya dapat membantu meningkatkan efisiensi dan efektifitas baik dari segi waktu dan hasil yang diinginkan [10]. Salah satunya adalah sistem pengontrolan pada tanaman yang secara otomatis menjaga kelembapan tanah [11, 12] dan mengatur intensitas cahaya. Sistem kontrol diperlukan untuk mempermudah proses penyiraman tanaman [13] dan pemberian intensitas cahaya secara otomatis tanpa harus melibatkan manusia secara langsung.

Salah satu sistem berbasis IoT yang sudah menerapkan smart farming dan sudah beredar di pasaran adalah “Herbert” [14], “Herbert” merupakan vertical farm yang dapat diaplikasikan didalam rumah dengan terhubung dengan smartphone. Bila dievaluasi “Herbert” masih memiliki beberapa keterbatasan yaitu masih minimnya fitur kontrol yang dimiliki serta tidak memberikan informasi mengenai parameter pertumbuhan tanaman.

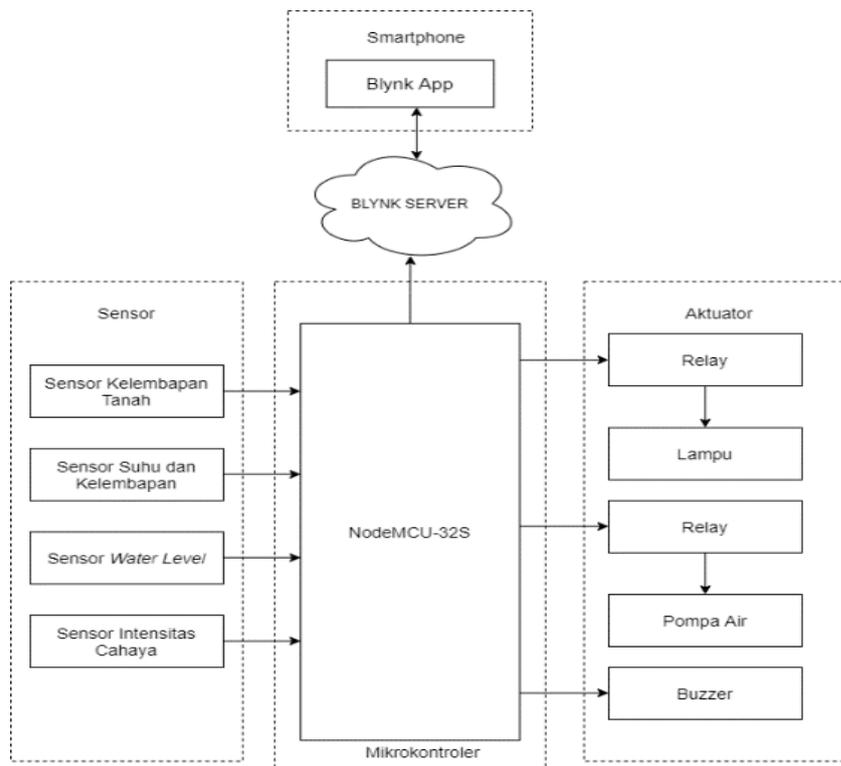
Melihat beberapa permasalahan di atas maka dikembangkan inovasi yang memiliki kemampuan untuk melakukan kontrol dan pengamatan tanaman secara otomatis, melalui sebuah smartphone yang terkoneksi dengan aplikasi berbasis Blynk sehingga kebutuhan tanaman terpenuhi serta meningkatkan efisiensi dan efektifitas dalam berkebun.

Artikel ini akan diorganisir sebagai berikut: pada bab 2 akan dijelaskan tentang metode penelitian berupa desain sistem baik desain sistem tanam, desain perangkat pemantau dan kontrol cahaya, suhu, kelembaban, ketinggian air. Pada bab 3 dipaparkan tentang hasil pengujian dan pembahasan. Terakhir ditutup dengan kesimpulan.

2. Metode penelitian

2.1 Desain Sistem

Desain sistem perangkat kebun pintar terdiri dari desain sistem tanam konvensional, desain perangkat pemantau atau monitoring, desain perangkat kontrol dan cara kerja sistem. Garis besar desain sistem dapat dilihat pada diagram blok pada Gambar 1.



Gambar 1: Diagram blok keseluruhan sistem

Dari Gambar 1 tentang Diagram blok sistem keseluruhan, dapat dilihat sensor, mikrokontroler, aktuator dan IoT platform yang digunakan dalam sistem kebun pintar ini. Sistem ini menggunakan 3 jenis sensor yaitu sensor suhu dan kelembapan udara, sensor intensitas cahaya, dan sensor ketinggian air. Sensor-sensor tersebut dihubungkan

dengan NodeMCU-32S sebagai mikrokontrolernya. Selain membaca data dari sensor-sensor, NodeMCU-32S juga akan menjalankan algoritma kontrol untuk mengontrol kelembapan dan intensitas cahaya. Aktuator yang digunakan pada sistem ini adalah pompa air untuk membasahi tanah dan lampu yang terhubung melalui sebuah relay untuk penyinaran pada tanaman. Seluruh sistem tersebut akan dihubungkan oleh mikrokontroler ke Blynk Server sehingga pengguna dapat melakukan pengamatan dan kontrol melalui Blynk App di smartphone mereka.

2.2 Desain Sistem Tanam Konvensional

Sistem tanam secara konvensional yang digunakan, memiliki ukuran media tanam 51 cm x 15.5 cm x 13.5 cm dengan volume bak penampungan air 4 liter. Pot media tanam akan diletakkan di atas pot yang berfungsi sebagai bak penampungan air dengan ketinggian 8 cm. Pot media tanam dan penampungan air diletakkan pada kerangka kebun pintar berukuran 62 cm x 21 cm x 64 cm. Pada bagian atas kerangka kebun pintar diletakkan sebuah LED Growlight. Gambar 2 memperlihatkan prototipe kebun pintar yang telah didesain.



Gambar 2: Prototipe kebun pintar

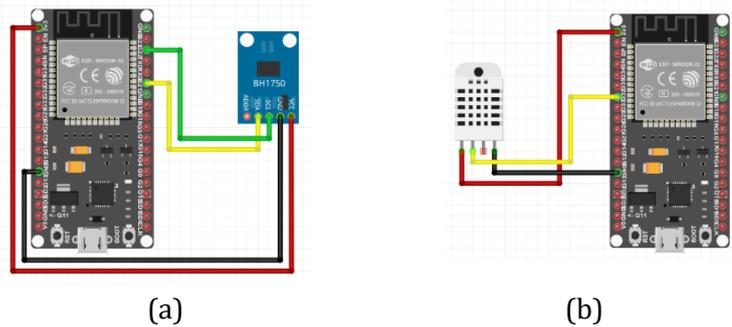
2.3 Desain Perangkat Pemantau/Monitoring

Perangkat pemantau atau monitoring terbagi menjadi sistem pembacaan intensitas cahaya, sistem pembacaan suhu dan kelembapan ruangan serta sistem pembacaan ketinggian air.

1. Rangkaian Pemantauan Cahaya

Rangkaian pemantauan cahaya berfungsi untuk melakukan pemantauan intensitas cahaya yang berada di sekitar lingkungan media tanam. Sensor yang digunakan adalah BH1750. Sensor ini memiliki keluaran sinyal digital dan dengan menggunakan library BH1750, keluaran dari sensor ini dapat dibaca oleh mikrokontroler NodeMCU berupa nilai intensitas cahaya dengan satuan lux. Rangkaian pemantauan cahaya dapat dilihat pada Gambar 3a.

2. Rangkaian Pemantauan Suhu dan Kelembapan Udara

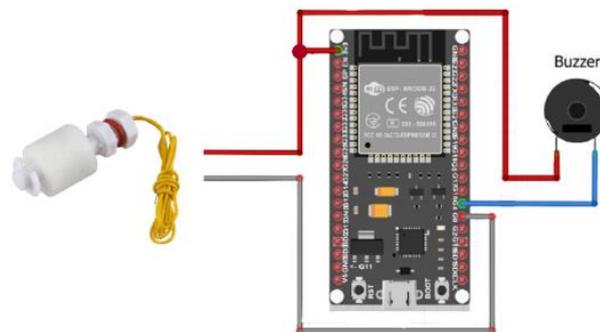


Gambar 3: (a) Rangkaian pemantauan cahaya and (b) Rangkaian pemantauan suhu dan kelembapan

Suhu dan kelembapan ruangan di sekitar tanaman akan dibaca oleh sensor suhu dan kelembapan ruangan DHT22. Sensor DHT22 ini menghasilkan keluaran berupa sinyal digital dan menggunakan library DHT22, sensor ini dapat mengeluarkan nilai suhu dalam satuan celcius dan nilai kelembapan dalam bentuk persen. Pembacaan data dari sensor DHT22 ini dilakukan oleh mikrokontroler NodeMCU yang kemudian juga mengirimkan data tersebut ke Blynk server. Rangkaian pemantauan suhu dan kelembapan ruangan dapat dilihat pada Gambar 3b.

3. Rangkaian Pemantauan Ketinggian Air

Untuk mendeteksi ketinggian air pada bak penampungan digunakan sebuah sakelar pelampung air dimana sakelar penampung air ini akan menghasilkan logic 0 atau 1, yang kemudian dibaca oleh mikrokontroler NodeMCU untuk mentrigger buzzer untuk berbunyi sebagai tanda air sudah perlu ditambah. Rangkaian pemantauan ketinggian air dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4: Rangkaian pemantauan ketinggian air

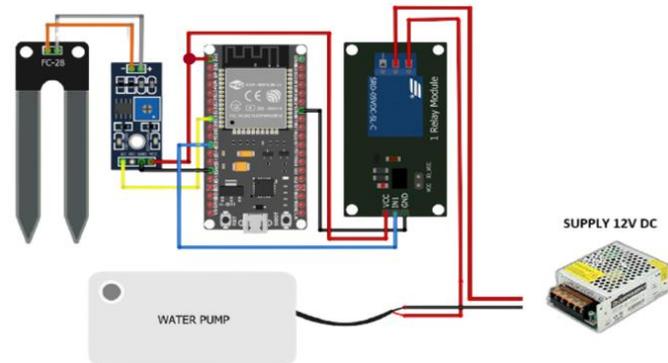
2.4 Desain Perangkat dan Sistem Kontrol

Sistem kontrol pada kebun pintar ini terbagi menjadi sistem kontrol penyiraman otomatis dan sistem kontrol cahaya. Pengguna dapat melakukan kontrol penyiraman otomatis dan penjadwalan pemberian cahaya melalui Blynk App pada smartphone.

1. Sistem Kontrol Penyiraman Otomatis

Sistem kontrol penyiraman otomatis ini bertujuan untuk menjaga kelembapan media tanah tempat tanaman. Gambar 5 menunjukkan rangkaian sistem kontrol penyiraman otomatis. Sistem kontrol yang digunakan pada sistem kontrol penyiraman otomatis adalah sistem kontrol tertutup (Close Loop) dengan algoritma kontrol ON-OFF. Masukan

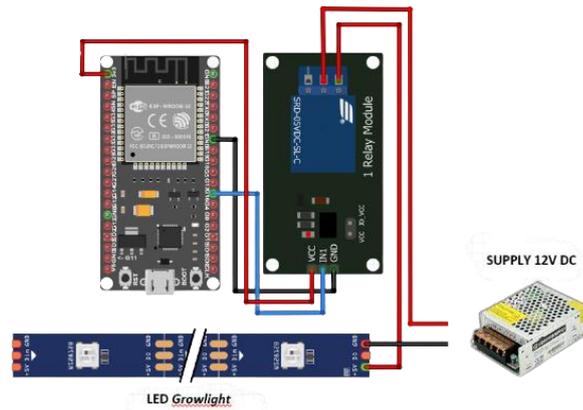
dari sistem kontrol penyiraman otomatis ini adalah sebuah sensor kelembapan tanah FC-28 yang terpasang pada media tanam, sedangkan keluaran dari sistem ini adalah sebuah relay yang terhubung dengan pompa DC 12V.



Gambar 5: Rangkaian sistem kontrol penyiraman otomatis

2. Sistem Kontrol Cahaya

Sistem kontrol yang digunakan pada sistem kontrol cahaya adalah sistem kontrol terbuka (Open Loop). Perangkat kontrol cahaya memanfaatkan fitur Time Input yang tersedia pada aplikasi Blynk sehingga pengguna dapat mengatur penjadwalan pencahayaan. Rangkaian sistem kontrol cahaya dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6: Rangkaian kontrol cahaya

Pengguna dapat mengatur kapan LED Growlight harus menyala dan mati menggunakan fitur Time Input. Mikrokontroler menggunakan Time Library dan terhubung ke Blynk Server untuk memperoleh data RTC. Setelah itu mikrokontroler akan membaca data hari, waktu mulai dan waktu berhenti pada Time Input Widget dan membandingkan data tersebut dengan data RTC yang diperoleh melalui Time Library. Untuk mempermudah melakukan perbandingan, nilai jam, menit dan detik dirubah dalam bentuk detik. Sebelum membandingkan waktu menyala dan mati, mikrokontroler akan membandingkan hari terlebih dahulu. Setelah itu jika RTC menunjukkan waktu menyala yang sama dengan data pada Time Input maka LED Growlight akan menyala, begitupun saat RTC menunjukkan waktu mati yang sama dengan data pada Time Input maka LED Growlight akan mati.

3. Hasil Pengujian dan Analisis

Pengujian sistem secara umum akan dibagi menjadi pengujian pembacaan sensor, pengujian sistem kontrol melalui aplikasi dan pengujian sistem secara keseluruhan.

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang dibuat dapat berjalan dengan baik.

3.1 Pengujian Pembacaan Data Sensor

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah hasil pembacaan sensor dapat bekerja dengan baik sesuai dengan pembacaan alat ukur yang tersedia. Pengujian sensor dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran sensor dengan hasil pengukuran menggunakan alat ukur yang ada.

1. Pengujian Pembacaan Sensor Cahaya

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pembacaan sensor cahaya BH1750 terhadap alat ukur pembacaan intensitas cahaya (lux meter). Pengujian sensor cahaya BH1750 dilakukan dengan membandingkannya dengan aplikasi Lux Light Meter oleh Doggo Apps yang diinstal pada dua smartphone yang berbeda. Smartphone 1 adalah Samsung Galaxy C7 Pro, sedangkan Smartphone 2 adalah Xiaomi Redmi Note 4X. Pengujian ini dilakukan dengan menggunakan cahaya lampu meja belajar LED V-7188 dengan variasi ketinggian lampu. Data hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa rata error terbaik dari sensor cahaya BH1750 adalah 6,86% yang didapat dari membandingkan dengan smartphone 1. Akan tetapi, dikarenakan pengujian dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang menggunakan luxmeter dari smartphone maka angka yang dihasilkan juga tidak dapat menjadi acuan untuk menentukan apakah nilai yang dihasilkan sensor cahaya dapat dikatakan akurat.

Tabel 1: Hasil Pengujian Sensor BH1750

No	Jarak (cm)	BH1750	Smartphone 1	Smartphone 2	Error (%) Smartphone 1	Error (%) Smartphone 2
1	10	996,67	925	940	7,75	6,0
2	15	338,33	333	412	1,60	17,9
3	20	284,17	275	321	3,33	11,5
4	25	115	120	164	4,17	29,9
5	30	90	109	129	17,43	30,2
Rata - rata error (%)					6,86	19,1

2. Pengujian Pembacaan Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui akurasi pembacaan sensor kelembapan tanah terhadap alat ukur soil meter. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan soil meter. Pengujian dilakukan dengan menggunakan media tanam dalam kondisi sedikit lembab dengan variasi kedalaman yang berbeda. Hasil keluaran dari sensor kelembapan tanah dan soil meter berupa persen. Kesalahan pembacaan sensor ditentukan dengan membandingkan nilai pembacaan sensor terhadap soil meter.

Tabel 2: Hasil Pengujian Sensor Kelembapan FC-28

No	Kedalaman Sensor (cm)	FC-28	Soilmeter	Error (%)
1	1	13	15	13,3
2	2	25	30	16,7
3	3	38	45	15,6
4	4	48	50	4,0
Rata-rata error (%)				12,4

Dari Tabel 2 dihasilkan rata-rata kesalahan sebesar 12.4% dengan persen kesalahan paling kecil adalah 4% yaitu pada saat sensor ditanam sedalam 4cm. Sehingga dapat dipastikan bahwa sensor kelembapan tanah FC-28 akan lebih akurat jika ditanamkan pada kedalaman minimal 4 cm (sesuai panjang probe sensor).

3. Pengujian Pembacaan Sensor DHT22

Sensor DHT22 diuji untuk menentukan akurasi terhadap perangkat pembacaan suhu dan kelembapan ruangan komersial. Pengujian dilakukan dengan membandingkan hasil pembacaan sensor dengan alat ukur suhu dan kelembapan ruangan HTC-2 dan Mini Hygrometer. Pengukuran dilakukan dengan mengukur suhu dan kelembapan ruangan pada pagi, siang, sore dan malam. Hasil pengukuran dapat dilihat pada Tabel 3 dan Tabel 4.

Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan bahwa rata-rata kesalahan hasil perbandingan sensor DHT22 dengan HTC-2 lebih besar jika dibandingkan dengan rata-rata kesalahan yang diperoleh dari perbandingan sensor DHT22 dengan mini hygrometer. Hal ini disebabkan karena setiap sensor memiliki tingkat sensitivitas serta keakuratan yang berbeda-beda. Pada pengujian ini juga menunjukkan bahwa semakin rendah suhu maka semakin tinggi kelembapannya, begitu sebaliknya semakin tinggi suhu maka semakin rendah kelembapannya.

Tabel 3: Hasil Pengujian Sensor DHT22 dengan HTC-2

Jam	Sensor		HTC-2		Error - HTC-2	
	Suhu °C	RH (%)	Suhu °C	RH (%)	Suhu °C	RH (%)
19.52	31	79	31.5	64	1.6	23.4
00.00	30	79	31	61	3.2	29.5
07.04	29	84	29.8	60	2.7	40.0
13.02	32	73	31.5	51	1.6	43.1
Rata-rata error (%)					2.3	34.0

Tabel 4: Hasil Pengujian Sensor DHT22 dengan Mini Hygrometer

Jam	Sensor		Mini Hygrometer		Error - Mini Hygrometer	
	Suhu °C	RH (%)	Suhu °C	RH (%)	Suhu °C	RH (%)
19.52	31	79	31.5	74	1.6	6.8
00.00	30	79	30.6	77	2.0	2.6
07.04	29	84	29.6	78	2.0	7.7
13.02	32	73	31.9	64	0.3	14.1
Rata-rata error (%)					1.5	7.8

3.2 Pengujian Sistem Kontrol Melalui Aplikasi

Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem kontrol yang dilakukan melalui sebuah smartphone dapat berjalan dengan baik baik dalam segi program dan dalam segi waktu program mengeksekusi perintah yang diberikan.

1. Pengujian Respon Sistem Kontrol Penyiraman Otomatis

Sistem kontrol penyiraman otomatis akan membandingkan nilai kelembapan tanah yang dihasilkan sensor dengan set point yang pengguna berikan melalui aplikasi Blynk. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program berjalan dengan baik dan mengetahui lama waktu respon sistem terhadap perintah baru yang diberikan melalui

aplikasi Blynk. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan nilai set point yang lebih tinggi dan lebih rendah dibandingkan pembacaan sensor kemudian melihat kondisi pompa dan mengukur jeda waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengeksekusi perintah tersebut.

Tabel 5: Hasil Pengujian Respon Sistem Penyiraman Otomatis

No	Sensor	Set Point	Pompa	Respon Waktu (dtk)	
				Mobile Data	Wifi
1	79	100	On	3.08	2.09
2		0	Off	3.08	1.57
3		100	On	0.66	1.37
4		0	Off	1.58	1.31
5		100	On	2.03	0.89
6		0	Off	1.96	0.72
7		100	On	1.84	1.82
Rata-rata respon waktu				2.03	1.40

Tabel 5 menunjukkan bahwa sistem kontrol penyiraman tanaman melalui aplikasi berfungsi dengan baik, jika nilai set point diatur lebih tinggi dibandingkan nilai sensor maka pompa akan menyala dan sebaliknya jika set point diatur lebih rendah dibandingkan nilai sensor maka pompa akan mati. Dalam Tabel 5 juga diketahui bahwa rata-rata waktu saat terhubung ke wifi cenderung lebih singkat jika dibandingkan dengan menggunakan mobile data.

2. Pengujian Respon Sistem Kontrol Cahaya

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah program pencahayaan berjalan dengan baik dan mengetahui lama waktu respon sistem terhadap perintah baru yang diberikan melalui aplikasi Blynk. Pengujian dilakukan pada pukul 16.30 dengan pengaturan waktu menyala mulai jam 00.01. Pengujian ini dilakukan dengan memberikan pengaturan waktu mati sebelum jam 16.30 dan setelah jam 16.30 melalui aplikasi Blynk, kemudian melihat kondisi lampu dan mengukur jeda waktu yang dibutuhkan sistem untuk mengeksekusi perintah tersebut.

Tabel 6: Hasil Pengujian Respon Sistem Kontrol Cahaya

No	Waktu Nyala	Waktu Pengujian	Waktu Mati	Lampu	Respon Waktu	
					Mobile Data	Wifi
1	00.01	16.30	15.00	Off	1.44	0.4
2			23.00	On	0.59	1.05
3			15.00	Off	0.86	1.05
4			23.00	On	2.89	0.72
5			15.00	Off	1.5	1.25
6			23.00	On	1.138	1,05
7			15.00	Off	1.22	0.53
Rata-rata respon waktu					1.38	0.83

Dari Tabel 6 dapat diketahui bahwa sistem kontrol cahaya dapat berfungsi dengan baik, dimana lampu akan mati saat waktu mati 15.00 dan lampu akan tetap menyala saat

waktu mati 23.00. Dalam Tabel 6 diketahui bahwa rata-rata waktu saat terhubung ke wifi cenderung lebih singkat jika dibandingkan dengan menggunakan mobile data.

3.3 Pengujian Keseluruhan Sistem

Pengujian keseluruhan sistem bertujuan untuk mengetahui apakah sistem otomatis ini dapat menumbuhkan tanaman dengan baik. Pengujian keseluruhan sistem ini dilakukan selama 4 minggu dengan 2 metode yang berbeda dengan menggunakan tanaman mint. Dikarenakan tanaman mint merupakan jenis tanaman herba dan tidak berbuah, pertumbuhan dapat dilihat dari tinggi tanaman, kondisi tanaman dan jumlah daun.

1. Pengujian Pertama

Pengujian pertama dilakukan dengan memberikan set point kelembapan tanah 50% dan pencahayaan selama 9 jam. Pemberian intensitas cahaya dalam pengujian ini diberikan dari jam 06.00 hingga 17.00. Pengambilan data pengujian ini dilakukan setiap 2 hari sekali, dengan melakukan pendataan tinggi tanaman, jumlah daun yang dibagi menjadi kategori kecil ($\leq 1\text{cm}$) dan besar ($> 1\text{cm}$) serta jumlah daun kering. Dalam percobaan pertama ini juga dilakukan pemangkasan pada hari ke-7 dikarenakan tanaman mint menunjukkan kondisi dimana tanaman semakin tumbuh keatas dan banyak daun yang mengering pada ujung pangkal dan beberapa daun membusuk. Pengujian ini dilakukan untuk 3 tanaman yang sama dengan media tanaman berbeda.

Dari hasil pengujian pada Tabel 7, Tabel 8 dan Tabel 9 dapat diketahui bahwa seluruh tanaman mint mengalami tumbuh tinggi dengan baik sebelum dilakukan pemangkasan, namun setelah dilakukan pemangkasan perubahan ketinggian tanaman mint sudah tidak terlalu signifikan. Hal ini dikarenakan setelah pemangkasan tanaman mint akan lebih berfokus pada pembentukan cabang baru sehingga tidak mengalami perubahan tinggi kembali. Selain itu jumlah daun mengalami kenaikan baik sebelum dilakukan pemangkasan hingga 2 hari terakhir sebelum pengujian selesai.

Tabel 7: Pengamatan Tanaman 1 Pengujian Pertama

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering / Busuk	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	15.6	Hijau Tua	126	42	0	1
3	16.5	Hijau Tua	128	42	2	1
5	17.8	Hijau Tua	132	40	1	3
7	13	Hijau Muda	82	5	0	0
9	13.5	Hijau Muda	102	6	2	0
11	13.7	Hijau Muda	117	6	3	0
13	13.7	Hijau Muda	115	3	7	3
15	13.7	Hijau Muda	103	2	11	1

Tabel 8: Pengamatan Tanaman 2 Pengujian Pertama

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering/Busuk	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	15.7	Hijau Tua	142	63	4	2
3	16.5	Hijau Tua	148	65	2	1
5	16.9	Hijau Tua	144	68	3	1
7	11.4	Hijau Muda	96	7	0	0
9	11.5	Hijau Muda	99	12	6	0

11	15.5	Hijau Muda	105	12	10	0
13	11.7	Hijau Muda	106	0	4	12
15	11.9	Hijau Muda	94	0	10	0

Tabel 9: Pengamatan Tanaman 3 Pengujian Pertama

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering/Busuk	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	12.1	Hijau Tua	116	49	2	0
3	13	Hijau Tua	115	49	2	2
5	13.6	Hijau Muda	118	52	4	2
7	14.2	Hijau Muda	29	9	0	0
9	14.3	Hijau Muda	31	11	2	0
11	14.6	Hijau Muda	32	9	4	2
13	14.6	Hijau Muda	35	9	2	0
15	14.7	Hijau Muda	21	4	15	5

Pada hari ke-13 hingga hari ke-15 jumlah daun pada ketiga tanaman mint mengalami penurunan yang cukup drastis. Adanya daun kering dalam pertumbuhan tanaman mint adalah hal yang wajar, dikarenakan tanaman mint merupakan tanaman yang mudah menyebar dan pertumbuhannya berfokus pada ujung batang sehingga daun yang terdapat pada pangkal akan menjadi kering.



Gambar 7: Kondisi tanaman peppermint pengujian pertama

Gambar 7 merupakan kondisi dari seluruh tanaman mint. Melalui gambar tersebut dapat diketahui bahwa tanaman mint mengalami perubahan warna pada daun, dari yang awalnya berwarna hijau tua menjadi hijau muda. Perubahan warna ini mengindikasikan bahwa kandungan klorofil pada daun sangat rendah, efek ini biasanya diakibatkan karena kurangnya sinar matahari sehingga tanaman tidak bisa melakukan fotosintesis secara cukup. Dengan memperhatikan beberapa parameter yang menjadi tolok ukur pertumbuhan tanaman seperti tinggi tanaman, kondisi tanaman dan jumlah daun mengindikasikan bahwa pengujian dengan memberikan nilai set point kelembapan sebesar 50% dan pemberian cahaya selama 9 jam adalah kurang tepat untuk membuktikan keefektifan kebun pintar dalam ruang berbasis iot ini dalam merawat tanaman mint.

2. Pengujian Kedua

Pengujian ini dilakukan dengan menentukan set point kelembapan tanah 60% dan pemberian intensitas cahaya selama 23 jam. Berdasarkan informasi yang didapatkan penulis melalui tanya jawab dengan penjual tanaman, kelembapan yang ideal untuk tanaman mint adalah 60% - 70%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa LED Growlight dapat membantu pertumbuhan tanaman dengan maksimal jika dioperasikan selama 24 jam [15]. Pengujian ini menggunakan 2 tanaman mint baru dan 1 tanaman mint pernah menjadi subjek pengujian pertama untuk mengetahui apakah tanaman tersebut dapat menjadi lebih baik dari sebelumnya. Pengambilan data pengujian ini dilakukan setiap 2 hari sekali, dengan melakukan pendataan tinggi tanaman, jumlah daun yang dibagi menjadi kategori kecil ($\leq 1.5\text{cm}$) dan besar ($> 1.5\text{cm}$) serta jumlah daun yang kering. Hasil pengujian dapat dilihat pada Tabel 10 sampai Tabel 12.

Tabel 10, Tabel 11 dan Tabel 12 menginformasikan bahwa seluruh tanaman mint mengalami tumbuh tinggi dengan baik sampai pada hari akhir pengujian. Jumlah daun kecil dan besar yang ada pada ketiga tanaman mint mengalami peningkatan. Pada pengujian ini tidak ditemukan daun membusuk, sebagian besar daun mint yang mengering ini disebabkan karena munculnya cabang baru yang mendorong daun tersebut untuk kering dan jatuh.

Tabel 10: Pengamatan Tanaman 1 Pengujian Kedua

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	13	Hijau Tua	86	87	0	0
3	13.5	Hijau Tua	91	87	0	0
5	13.5	Hijau Tua	121	81	0	6
7	14.6	Hijau Tua	157	80	0	7
9	15.5	Hijau Tua	171	86	1	3
11	16.7	Hijau Tua	182	88	0	7
13	17	Hijau Tua	198	76	3	8
15	18	Hijau Tua	203	78	4	1

Tabel 11: Pengamatan Tanaman 2 Pengujian Kedua

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	11.3	Hijau Muda	94	0	0	0
3	11.8	Hijau Muda	102	0	0	0
5	12.3	Hijau Muda	112	2	4	0
7	13.2	Hijau Muda	125	9	3	0
9	14.4	Hijau	133	13	0	0
11	15.5	Hijau	148	16	0	0
13	16.2	Hijau	163	25	0	0
15	16.5	Hijau	174	25	0	0

Tabel 12: Pengamatan Tanaman 3 Pengujian Kedua

Hari ke	Tinggi (cm)	Kondisi	Jumlah Daun		Daun Kering	
			Kecil	Besar	Kecil	Besar
1	15.2	Hijau Tua	102	56	0	0
3	15.4	Hijau Tua	107	59	0	1
5	15.4	Hijau Tua	126	61	0	0
7	16.4	Hijau Tua	145	56	0	5
9	17	Hijau Tua	156	61	1	3
11	19	Hijau Tua	178	58	2	4
13	20	Hijau Tua	199	60	5	0
15	20.1	Hijau Tua	211	63	3	1


Gambar 8: Kondisi tanaman peppermint pengujian kedua

Kondisi dari seluruh tanaman mint dari dari awal pengujian hingga akhir pengujian ditunjukkan oleh Gambar 8. Melalui gambar tersebut dapat diketahui bahwa tanaman mint 1 dan 3 yang merupakan tanaman baru tidak mengalami perubahan warna, sedangkan tanaman 2 yang merupakan tanaman hasil pengujian pertama mengalami perubahan warna dari hijau muda menjadi hijau tua. Selain itu warna batang pada tanaman 2 yang sebelumnya berwarna hijau juga mulai tampak berubah warna menjadi merah. Hal lain yang mengindikasikan bahwa tanaman mendapat cahaya matahari yang cukup. Perubahan signifikan yang dialami oleh tanaman 2 mengindikasikan bahwa pengujian dengan memerikan nilai set point kelembapan sebesar 60% dan pemberian cahaya dari jam 00.01 hingga 23.00 adalah sangat tepat untuk membuktikan keefektifan kebun pintar dalam ruang berbasis iot ini dalam merawat tanaman mint.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan bahwa sistem kebun pintar dalam ruang berbasis IoT yang telah dirancang dapat berjalan dengan baik. Hal ini ditunjukkan dengan sistem dapat melakukan pengamatan dan kontrol penyiraman tanaman dan pemberian cahaya dengan baik. Hasil pengujian menunjukkan bahwa tanaman mint yang dipakai sebagai tanaman untuk pengujian,

dapat tumbuh dengan baik pada pengaturan set point kelembapan tanah sebesar 60% dan pemberian intensitas cahaya mulai pukul 00.01 – 23.00. Sensor kelembapan tanah hanya bertahan selama 6-7 hari dikarenakan mudah mengalami korosi karena itu untuk pengembangan selanjutnya digunakan sensor kelembapan lain yang lebih tangguh.

Author contribution

Penulis 1: Implementasi, pengujian dan metodologi, Penulis 2: Literatur review dan diskusi desain system, Penulis 3: Literatur review dan diskusi desain sistem

Funding statement

Penelitian ini tidak menerima hibah dana penelitian dari institusi manapun. Semua biaya ditanggung pribadi oleh penulis.

Acknowledgements

Terima kasih untuk bantuan dari Laboratorium Elektronika, Program Studi Teknik Elektro, Universitas Kristen Petra dalam pelaksanaan penelitian ini.

Competing interest

Penulis menyatakan tidak ada konflik kepentingan selama proses penelitian maupun penulisan

Daftar Pustaka

- [1] K. Affandi, "Rancang bangun smart garden berbasis Internet Of Thing (IoT) dengan bot telegram", *Seminar Nasional Teknologi Informasi Dan Komunikasi*, 2019, pp. 165–169.
- [2] D. Kurniawan, R. J. Putra, A. Bella, M. Ashar and K. Dedes, "Smart Garden with IoT Based Real Time Communication using MQTT Protocol," *2021 7th International Conference on Electrical, Electronics and Information Engineering (ICEEIE)*, Malang, Indonesia, 2021, pp. 1-5, doi: 10.1109/ICEEIE52663.2021.9616869
- [3] G. N. Yuan, G. P. B. Marquez, H. Deng, A. Iu, M. Fabella, R. B. Salonga, F. Ashardiono, J. A. Cartagena, "A review on urban agriculture: technology, socio-economy, and policy", *Heliyon*, vol. 8, no. 11, 2022, e11583, <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e11583>
- [4] J. P. A. Jebamalar, S. Paul, D. P. P. Latha, "Classifying Road Traffic Data Using Data Mining Classification Algorithms: A Comparative Study, *Advances in Big Data and Cloud Computing*", *Proceedings of ICBDC18, Springer Singapore*, 2019, <https://doi.org/10.1007/978-981-13-1882-5>
- [5] A. Z. . Mohd Zaki, F. Yakub, A. N. . Fakhurulrazi, A. . Azizan, A. N. . Harun, and Z. . Abdul Rahim, "Building a Smart Gardening System and Plant Monitoring Using IoT ", *JSuNR*, vol. 2, no. 1, pp. 1–6, Jun. 2021, <https://doi.org/10.30880/jsunr.2021.02.01.001>
- [6] W. Chandra, "Berkebun di pekarangan rumah sendiri, solusi pangan di masa pandemic". *Mongabay.co.id.*, 2020, <https://www.mongabay.co.id/2020/05/09/berkebun-di-pekarangan-rumah-sendiri-solusi-pangan-di-masa-pandemi/>
- [7] "Dampak perubahan iklim. *Lestari Indonesia*". <https://www.lestari-indonesia.org/id/perubahan-iklim/perubahan-iklim-2/>

- [8] M. M. U. Saleheen, M. S. Islam, R. Fahad, M. J. B. Belal and R. Khan, "IoT-Based Smart Agriculture Monitoring System," *2022 IEEE International Conference on Artificial Intelligence in Engineering and Technology (IICAJET)*, Kota Kinabalu, Malaysia, 2022, pp. 1-6, doi: 10.1109/IICAJET55139.2022.9936826
- [9] A. Simo, S. Dzitac, A. Duțu, I. Pandelica, "Smart Agriculture in the Digital Age: Comprehensive IoT-Driven Greenhouse Monitoring System", *International Journal of Computers Communications & Control*, vol. 18, no. 6, pp. 1-13, December, 2023. <https://doi.org/10.15837/ijccc.2023.6.6147>
- [10] A. Sahara, R. H. Saputra, F. Oktafiani, "Sistem smart garden dalam ruang berbasis arduino UNO microcontroller ATmega 328". *PETROGAS: Journal of Energy and Technology*, 2019, Vol. 1 No. 1, 1–12
- [11] M. S. Hadi, P. A. Nugraha, I. M. Wirawan, I. A. E. Zaeni, M. A. Mizar and M. Irvan, "IoT Based Smart Garden Irrigation System," *2020 4th International Conference on Vocational Education and Training (ICOVET)*, Malang, Indonesia, 2020, pp. 361-365, doi: 10.1109/ICOVET50258.2020.9230197
- [12] R. Aarthi, D. Sivakumar, and V. Mariappan. 2023. "Smart Soil Property Analysis Using IoT: A Case Study Implementation in Backyard Gardening". *Procedia Comput. Sci.* 218, pp. 2842–2851, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.01.255>
- [13] R. K. Jain, "Experimental performance of smart IoT-enabled drip irrigation system using and controlled through web-based applications", *Smart Agricultural Technology*, Vol 4, pp. 1-20, August, 2023, <https://doi.org/10.1016/j.atech.2023.100215>
- [14] Herbert – "Grow fresh organic food at home by Ponix Systems". (n.d.). Kickstarter. <https://www.kickstarter.com/projects/1706256286/herbert-grow-fresh-organic-food-at-home>
- [15] S. Yoga, E. A. Kuncoro, F. A. Haskari. "Penggunaan led growlight pada tanaman selada (*Lactuca sativa* L.) dengan nutrient film technique". *Skripsi, Universitas Sriwijaya*, 2019. <https://repository.unsri.ac.id/22483/>