

Rekayasa Perangkat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Pada Perkebunan Berbasis IoT

Ikrar Fatur Rachman¹, Hadriansa², Andi Tenri Puji^{3*}

^{1,2,3*}Program Studi Teknik Informatika, STMIK PPKIA Tarakanita Rahmawati, Tarakan, Kalimantan Utara
Email: ¹20.51.039@student.ppkia.ac.id, ²ansar@ppkia.ac.id, ^{3*}tenri@ppkia.ac.id

Abstrak

Penyiraman dan pemupukan pada perkebunan konvensional sebagian besar masih dilakukan secara manual sehingga penggunaan air dan pupuk tidak efisien. Pada penelitian ini penulis mencoba membuat prototipe penyiraman tanaman yang berfungsi untuk menyiram petak tanaman secara otomatis sesuai dengan perintah pengoperasian. Perintah pengoperasian diputuskan berdasarkan dari data terbuka prakiraan cuaca BMKG (Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika) dan data sensor kelembapan tanah. Data prakiraan cuaca akan diperoleh dari data terbuka BMKG dengan format XML dan data prakiraan diolah menjadi variabel. Data kelembapan tanah diperoleh dari sensor, kemudian disimpan ke database MySQL melalui ESP8266. Data kelembapan tanah diperoleh dari sensor, kemudian disimpan ke database MySQL melalui ESP8266. Penyiraman dan pemupukan pada pagi hari dan siang hari dan pemupukan sesuai dengan kala pemupukan per bulan pada pagi hari. Perangkat penyiraman menggunakan ESP8266 sebagai mikrokontroler yang terhubung ke WiFi (Wireless Fidelity) untuk menerima perintah penyiraman ke masing-masing petak. Penggerak perangkat menggunakan dinamo stepper yang dapat bergerak dari petak A hingga petak C atau sesuai dengan perintah yang diberikan. Penyiraman dan pemupukan menggunakan pompa air yang bisa hidup dan mati berdasarkan relai yang dikendalikan oleh mikrokontroler. Perangkat dapat melakukan operasi penyiraman yang diperoleh sesuai dengan data prakiraan cuaca BMKG dan kelembapan tanah pada petak. Dengan penggunaan perangkat, penyiraman petak dapat dilakukan secara optimal sesuai dengan nilai kelembapan optimal untuk jenis tanaman yang berada pada petak tanah. Operasi pemupukan dilakukan perangkat berdasarkan jadwal pemupukan yang dipilih pengguna.

Kata Kunci: Internet of Things, Otomasi, Penyiraman, Pemupukan, Perkebunan.

Engineering of Automatic Plant Irrigation and Fertilization Devices In IoT-Based Plantation

Abstract

Watering and fertilization on conventional plantations are still mostly done manually, making their use inefficient. In this research, the author aims to develop a plant watering prototype that automatically waters plant plots in response to operating commands. Operation orders are decided based on open data from BMKG (Meteorology, Climatology and Geophysics Agency) weather forecasts and soil moisture sensor data. Weather forecast data will be obtained from BMKG open data in XML format, then processed into variables. Soil moisture data is obtained from the sensor and saved to the MySQL database via the ESP8266. Soil moisture data is obtained from the sensor and saved to the MySQL database via the ESP8266. Watering and fertilizing in the morning and afternoon, and fertilizing according to the monthly fertilization period in the morning. The watering device uses an ESP8266 microcontroller connected to a Wi-Fi (Wireless Fidelity) network to receive watering commands for each plot. The device is driven by a stepper motor, which can move from plot A to plot C or according to the command. Watering and fertilizing use a water pump that turns on and off via a relay controlled by a microcontroller. The device can perform watering operations based on the BMKG weather forecast data and soil moisture on the plot. Using the device allows optimal watering to be applied based on the plant's optimal humidity for the plot. Fertilization operations are performed by the device according to the user-selected fertilizer schedule.

Keywords: Automation, Fertilizer, Internet of Things, Plantation, Watering.

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang Tingginya jumlah penduduk Provinsi Kalimantan dengan peningkatan populasi akan meningkatkan kebutuhan pangan masyarakat terutama di Tarakan.

Perkebunan hidroponik memerlukan fasilitas tersendiri sedangkan perkebunan konvensional masih menggunakan penyiraman yang dilakukan secara manual atau menunggu adanya hujan dan mengakibatkan tanah yang kering tanpa

hujan atau terlalu basah karena sering disiram. Maka perlu optimalisasi penyiraman pada perkebunan. Sistem irigasi dan penyiraman tanaman kebun masih didominasi menggunakan penyiraman secara manual, metode penyiraman secara manual yang terlalu banyak dapat mengakibatkan tumbuhnya hama, jamur dan penyakit pada tanaman dan merusak akar tanaman. Sistem pemupukan juga menggunakan metode penyebaran secara manual, pemupukan yang terlalu sering pada tanaman menyebabkan tanaman hangus dan kering. Sistem irigasi dan pemupukan yang efisien penting untuk meningkatkan produktifitas dari perkebunan, penyiraman otomatis yang di-optimalkan untuk tanaman tertentu dan pemberian pupuk secara tepat secara rutin dan optimal sangat penting dalam budidaya perkebunan. Teknologi IoT (Internet of Things) memungkinkan penyiraman dan pemupukan secara otomatis [1] dan optimal meningkat produktivitas dan keefektifan budidaya perkebunan. Dengan menggunakan perangkat IoT berbasis mikrokontroler, pengguna dapat melakukan penyiraman dan pemupukan tanaman secara jarak jauh dengan menggunakan koneksi internet untuk mengoperasikan perangkat dengan koneksi WiFi untuk menghubungkan perangkat dengan Database. Kelembapan setiap petak tanah pada kebun dapat ditampilkan dan mengetahui apakah kelembapan cocok untuk tanaman pada petak. Penyiraman yang optimal akan menggunakan prakiraan cuaca dari BMKG agar penyiraman dilakukan dengan intensitas yang cocok untuk jenis tanaman yang tertanam pada kebun di masing masing petak tanah. Pemupukan kebun secara rutin dan dengan intensitas yang tepat yang didampingi sistem irigasi teratur sesuai dengan kebutuhan tanaman dan kondisi tanah akan meningkatkan kualitas hasil panen perkebunan.

Rekayasa merupakan penerapan kaidah-kaidah ilmu dalam pelaksanaan (seperti perancangan, pembuatan konstruksi, serta pengoperasian kerangka, peralatan, dan sistem yang ekonomis dan efisien) [2].

Penyiraman adalah salah satu perawatan tanaman untuk mempertahankan kadar air tanah sebagai sumber makanan tumbuhan [3].

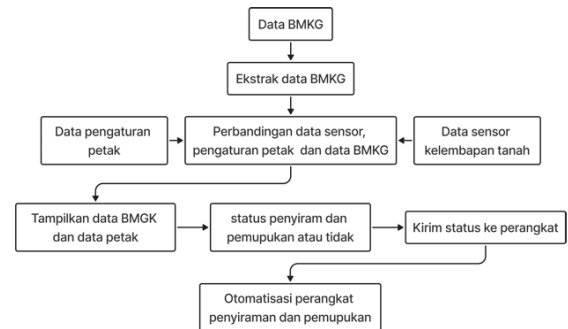
Pemupukan merupakan upaya penambahan unsur hara esensial dari luar baik dalam bentuk kimia dan organik. Tujuan pemupukan yaitu mengoptimalkan pertumbuhan dan produktivitas tanaman, mengurangi persaingan unsur hara dengan gulma dan resisten terhadap hama dan penyakit tanaman [4].

Internet of Things atau dikenal juga dengan singkatan IoT, merupakan sebuah konsep yang bertujuan untuk memperluas manfaat dari konektivitas internet yang tersambung secara terus-menerus yang memungkinkan kita untuk menghubungkan mesin, peralatan, dan benda fisik lainnya dengan sensor jaringan dan aktuator untuk memperoleh data dan mengelola kinerjanya sendiri, sehingga memungkinkan mesin untuk berkolaborasi dan bahkan bertindak berdasarkan informasi baru yang diperoleh secara independen [5] [6].

II. METODOLOGI PENELITIAN

A. Block Diagram BMKG

Blok diagram adalah salah satu diagram proses suatu sistem yang terspesialisasi di dalam aktivitas rekayasa (engineering). Bentuk diagram tersusun dalam sudut pandang high level atau tidak menonjolkan bagian yang terlalu detail pada sistem. Tujuan pembuatannya ialah untuk menunjukkan bagian utama pada saat pembuatan sistem baru maupun perbaikan sistem yang sudah ada. Gambar 1. Blok Diagram Alir.



Gambar 1. Blok Diagram Alir

Pada blok diagram alur utama alat yang dibuat agar mudah memahami rangkaian dan komponen komponen dari alat yang dikerjakan. Berikut blok diagram perangkat penyiraman:

1. Data BMKG. Laman Web PHP akan mengambil data prakiraan cuaca dari data terbuka BMKG yang berformat XML dari website resmi BMKG.
2. Data sensor kelembapan tanah Laman Web mengambil data kelembapan tanah yang tersimpan pada server database. Data nilai kelembapan tanah didapatkan dari perangkat sensor kelembapan tanah.
3. Data pengaturan setting petak Laman web juga mengambil data setting pada setiap petak tanah untuk melakukan pengujian data terhadap parameter penyiraman.
4. Ekstrak data BMKG. Data prakiraan cuaca BMKG yang berformat XML akan diolah menjadi variabel yang dapat digunakan pada perbandingan PHP.
5. Perbandingan data sensor, pengaturan petak dan BMKG. Data BMKG yang diubah menjadi variabel akan dibandingkan dengan data kelembapan tanah dan dari database.
6. Status penyiraman dan pemupukan atau tidak Hasil dari perbandingan yang dilakukan adalah perintah penyiraman dan pemupukan.
7. Kirim data keputusan pengoperasian Perangkat akan menyetujui data perintah yang dikirim oleh server database ke NodeMCU ESP 8266.
8. Otomatisasi perangkat penyiraman dan pemupukan Perangkat akan bekerja sesuai dengan data perintah yang diterima untuk melakukan operasi penyiraman dan pemupukan.

B. Tabel BMKG

Tabel BMKG digunakan untuk menyimpan data variabel hasil dari proses data pengolahan XML dari BMKG pada halaman utama interface. “parameter” digunakan untuk mengetahui apakah diperkirakan hujan atau tidak hujan, “code_cuaca” menampilkan kode cuaca sesuai dengan format BMKG, “suhu” untuk menampilkan suhu, “waktu_data” menampilkan apakah data adalah data pagi, siang atau sore, dan “waktu_ambil_data” untuk mengetahui kapan data prakiraan cuaca terakhir diperoleh dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Struktur Tabel BMKG.

Field	Data Type	Field Size	Key	Keterangan
Id	int	11	*	Id row
parameter	Int	2		Parameter hujan
code_cuaca	Char	15		Code Cuaca berdasarkan BMKG
Suhu	Int	2		Suhu yang diperkirakan
Waktu_data	Varchar	14		Waktu pagi, siang, sore
Waktu ambil data	varvhar	14		Datestamp data

C. Kebutuhan Perangkat

Kebutuhan pada rekayasa sistem otomasi pada akuarium menggunakan IoT ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kebutuhan Perangkat

No.	Nama Komponen	Keterangan
1.	NodeMCU ESP8266	Mikrokontroler
2.	Modul Relai	Mengendalikan arus daya listrik
3.	Driver ULN2004	Driver dinamo stepper
4.	Dinamo Stepper	Penggerak perangkat penyiraman
5.	Pompa 12v	Pompa air dan pupuk
6.	Dc Buck Converter	Penurun tegangan 12vdc ke 5vdc
7.	Breadboard	Rangkaian elektronik
8.	Pcb Matrix	Rapan rangkaian
9.	Sensor Kelembaban	Pengukur kadar air tanah
10.	Sakelar	endstop

D. Skema Perangkat

Skema rangkaian elektronika merupakan rancangan dari model peralatan elektronik yang akan dibangun. Apapun jenis alat yang akan dibuat sebaiknya terlebih dahulu dibuatkan skemanya, karena dengan adanya skema, akan dapat diketahui

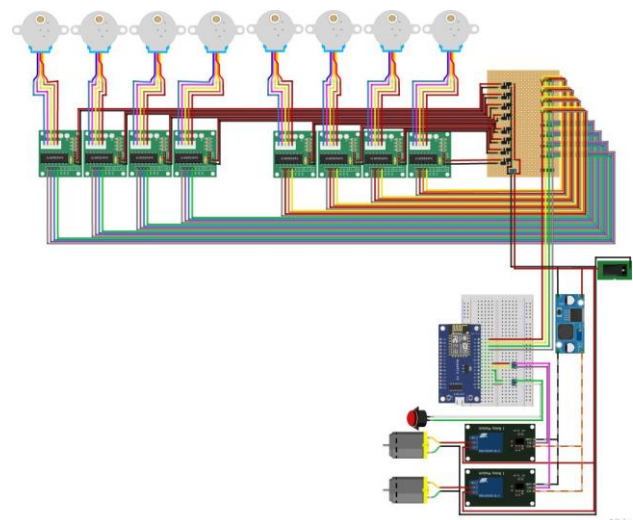
apa saja yang dibutuhkan dan apa saja yang perlu dilakukan untuk membangun alat tersebut.

Pada skema perangkat ada beberapa komponen yang dibutuhkan dalam pembuatan alat tersebut yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rincian Komponen

No.	Nama Komponen	Jumlah	Satuan	Ket
1.	NodeMCU ESP8266	4	Unit	-
2.	Modul Relai	2	Unit	-
3.	Driver ULN2004	8	Unit	-
4.	Dinamo Stepper	8	Unit	-
5.	Pompa 12v	2	Unit	-
6.	Dc Buck Converter	1	Unit	-
7.	Breadboard	1	Unit	-
8.	Pcb Matrix	1	Unit	-
9.	Sensor Kelembaban	3	Unit	-
10.	Sakelar	1	Unit	-

Dari skema kemudian dijadikan patokan apakah bahan-bahan atau komponen pembangunnya dapat disediakan, serta memperkirakan kesanggupan untuk merangkai komponen tersebut menjadi alat yang akan dibangun. Skema perangkat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Skema Perangkat Eletronik

E. PIN Perangkat Utama

Gambar 2 Merupakan skema elektronik dari perangkat utama yang menggambarkan alur dari komponen yang digunakan dan pin yang digunakan pada NodeMCU ESP8266. Dikarenakan dinamo stepper pada perangkat utama memiliki dinamo pada sisi kanan dan kiri maka ada koneksi penghubung paralel ke NodeMCU ESP8266, terdapat koneksi untuk Driver ULN2003 yang menggerakkan

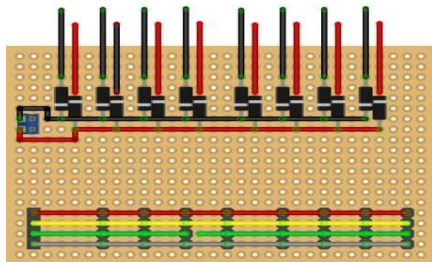
dinamo stepper searah jarum jam dan Driver ULN2008 yang menggerakkan dinama stepper berlawanan arah jarum jam. Pin yang digunakan sebagai Input dan output secara lengkap adalah sebagai berikut sesuai dengan label yang tertulis pada setiap komponen, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Koneksi Pin Perangkat Utama

No.	Komponen	Pin	NodeMCU ESP8622
1.	Relai pompa air	IN	D5
2.	Relai pompa pupuk	IN	D6
3	Saklar endstop	Pin 0	D7
		Pin 1	GND
4.	Driver ULN2003 Searah jarum jam	IN1	D1
		IN2	D2
		IN3	D3
		IN4	D4
5.	Driver ULN2003 Berlawanan arah jarum jam	IN1	D4
		IN2	D3
		IN3	D2
		IN4	D1

F. Skema Diagram Penghubung Paralel

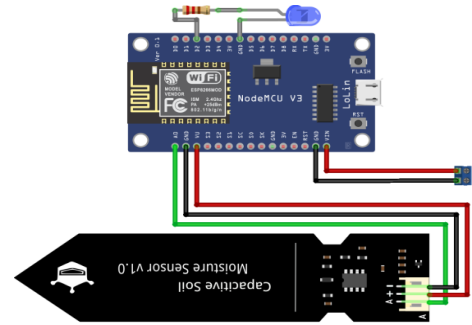
Pada perangkat penyiraman, driver dinamo berjumlah delapan dan memerlukan 32 pin input yang harus digunakan untuk mengontrol dinamo stepper maka diperlukan penghubung paralel untuk membagi empat sinyal output dari NodeMCU ESP8266 menjadi 32. Tegangan 12v diberikan pada setiap driver dinamo dengan penggunaan dioda pada penghubung paralel untuk menjaga driver dari kemungkinan arus balik, dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Skema Diagram Penghubung

G. Skema Diagram Perangkat Sensor Kelembapan Tanah

Penghubung paralel berbentuk seperti Gambar 2 Koneksi paralel sinyal output dipasang konektor dupont untuk dapat menggunakan kabel jumper dari penghubung paralel ke driver dinamo. Input tegangan 12v pada pembagi tegangan menggunakan terminal blok untuk dapat menggunakan kabel yang lebih tebal dan kabel jumper disolder secara langsung pada dioda untuk mengurangi kemungkinan kesalahan pengguna, dapat dilihat pada Gambar 4.

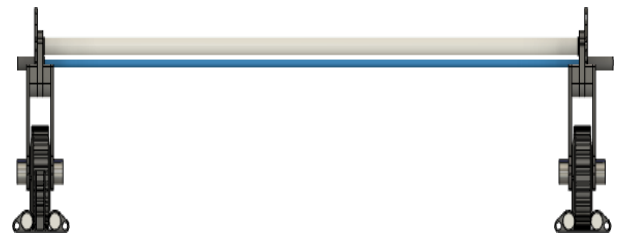


Gambar 4. Skema Diagram Perangkat Sensor Kelembapan Tanah

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Desain Perangkat Penyiraman Tampak Depan

Perangkat penyiraman terdiri dari dua gantry yang menggunakan rel untuk bergerak maju dan mundur, Gantry memiliki dua buah selang air yang digunakan untuk menyalurkan air untuk penyiraman dan pupuk cair untuk pengoprasian pemupukan. Tampilan gantry dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Perangkat Otomasi Pada Akuarium Menggunakan IoT

B. Desain Perangkat Penyiraman Tampak Samping

Dinamo stepper terhubung pada kaki gantry pada bagian luar, hub pada roda akan terhubung kepada shaft dinamo untuk dapat menggerakkan perangkat dan ditengah gantry terdapat selang penyiraman dan pemupukan yang dapat dilihat Gambar 6.



Gambar 6. Tampak Samping Perangkat Sensor Kelembapan

C. Tampak Keseluruhan Perangkat Penyiraman

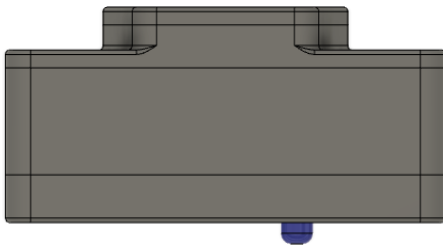
Tampilan keseluruhan dari perangkat penyiraman menampilkan roda penggerak dan rel secara penuh dan saklar endswitch pada perangkat yang digunakan untuk pendeteksi posisi awal dari perangkat dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Tampak Keseluruhan Perangkat Sensor Kelembapan

D. Tampak Atas Sensor

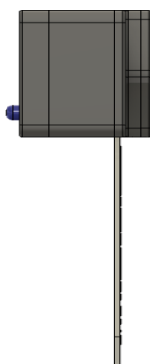
Perangkat sensor terdiri dari sensor kelembapan tanah dan NodeMCu ESP8266 yang berada didalam casing dan satu buah led berwarna biru yang digunakan sebagai indikator kerja perangkat. Tampilan perangkat sensor dapat dilihat seperti Gambar 8.



Gambar 8. Penempatan Sensor Suhu, Sensor pH, dan Sensor Turbidity

E. Tampak Samping Sensor

Led dipasang pada casing dan terhubung dengan NodeMCU ESP8266 di dalam casing dan sensor kelembapan yang digunakan memiliki bagian yang harus ditanam ke tanah untuk membaca kelembapan tanah sehingga sebagian dari sensor berada di luar casing perangkat sensor dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9. Tampak Samping Perangkat Sensor Kelembapan

F. Tampak Depan Sensor

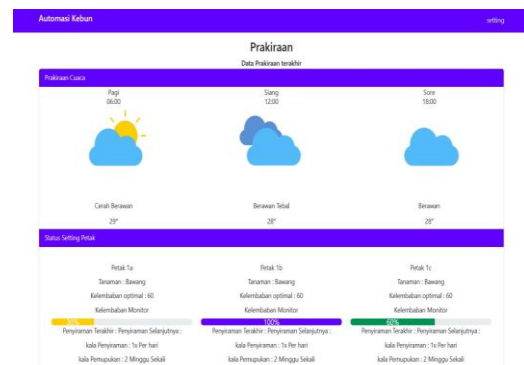
Baut digunakan pada perangkat sensor untuk menutup casis pada bagian depan sehingga NodeMCU ESP8266 akan terlindungi dari air dan pupuk dari perangkat utama dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Tampak Depan Perangkat Sensor Kelembapan

G. Hasil Pengambilan Data BMKG

Halaman utama akan dibuka dan menampilkan prakiraan cuaca sekaligus menjalankan AJAX untuk menyimpan data prakiraan cuaca pada tabel BMKG, dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tampilan Halaman Utama

Pada pada saat halaman utama selesai di-load, seluruh cell akan terisi dengan data dari laman data terbuka BMKG pada kolom dan baris yang sesuai, yang dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Pengambilan Data BMKG

No	Pengujian	Hasil	Keterangan
1	Menggunakan tanggal waktu yang berada pada halaman XML dari BMKG	Cell terisi dengan data yang tertera pada tanggal yang sama	Berhasil
2	Menggunakan tanggal waktu yang tidak berada pada halaman XML dari BMKG	Cell terisi dengan data yang tertera pada tanggal yang terakhir yang memiliki data pagi, siang, dan hari yang lengkap	Berhasil

H. Tampilan Gerak Perangkat

Selanjutnya pengujian perangkat penyiraman dilakukan dengan menjalankan halaman utama interface dan

menunggu waktu pengambil keputusan operasi. Hasil dari percobaan adalah seperti Gambar 12.



Gambar 12. Tampilan Gerak Perangkat Penyiraman

Perangkat penyiraman melakukan operasi penyiraman dan pemupukan sesuai dengan perintah yang diberikan. Perangkat penyiraman bergerak dari tempat awal menuju petak 1a sambil mengaktifkan pompa air dan pompa pupuk, pada akhir petak 1a, perangkat menuju petak 1b tanpa mengaktifkan pompa air dan pompa pupuk, pada akhir dari petak 1b perangkat bergerak menuju petak 1c sambil mengaktifkan pompa air dan pompa pupuk, terlihat pada gambar 12, gerak perangkat berurutan dari atas ke bawah. Dan hasilnya perangkat penyiraman dapat dilihat dari Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Perangkat Penyiraman

No.	Pengujian	Hasil	Ket
1	Uji coba koneksi Wifi	NodeMCU ESP8266 berhasil mengkoneksi perangkat penyiraman ke jaringan Wifi.	Berhasil
2	Uji coba Penyiraman dan Pemupukan Petak 1a	Perangkat bergerak dari tempat awal sampai dengan akhir petak 1a sambil dengan mengoprasikan pompa air dan pompa pupuk. Perangkat kembali pada tempat semula dengan kondisi pompa mati.	Berhasil
3	Uji coba Penyiraman dan Pemupukan Petak 1c	Perangkat bergerak dari tempat awal sampai dengan akhir petak 1a dan 1b tanpa pengoprasian pompa, perangkat lanjut bergerak menuju petak 1c sambil dengan mengoprasikan pompa air dan pompa pupuk. Perangkat kembali pada tempat semula dengan kondisi pompa mati.	Berhasil

4	Uji coba Penyiraman dan Pemupukan Petak 1a, 1b, dan 1c	Perangkat bergerak dari tempat awal sampai dengan akhir petak 1c sambil dengan mengoprasikan pompa air dan pompa pupuk. Perangkat kembali pada tempat semula dengan kondisi pompa mati.	Berhasil
5	Uji coba Penyiraman dan Pemupukan Petak 1b, dan 1c	Perangkat bergerak dari tempat awal sampai dengan akhir petak 1a tanpa pengoprasian pompa. Perangkat lanjut bergerak menuju petak 1c sambil dengan mengoprasikan pompa air dan pompa pupuk. Perangkat kembali pada tempat semula dengan kondisi pompa mati.	Berhasil
6	Uji coba Penyiraman dan Pemupukan Petak 1a, dan Penyiraman tanpa pemupukan pada petak 1b	Perangkat bergerak sepanjang tempat awal sampai dengan akhir petak 1a sambil dengan mengoprasikan pompa air. Perangkat lanjut bergerak menuju petak 1b sambil dengan mengoprasikan pompa air dan pompa pupuk. Perangkat kembali pada tempat semula dengan kondisi pompa mati.	Berhasil

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian ini maka dapat disimpulkan bahwa halaman web utama dapat melakukan pengambilan data prakiraan cuaca BMKG sesuai dengan waktu lokal server database, dan jika prakiraan tidak tersedia maka akan diambil data prakiraan cuaca terakhir yang memiliki prakiraan cuaca pagi, siang, dan malam. Pengoperasian Perangkat utama dapat dilakukan secara otomatis sesuai dengan perintah penyiraman dan pemupukan yang diberi server Database. Database dapat menerima nilai kelembapan tanah dari perangkat sensor kelembapan tanah yang bernilai persentasi nilai analog sensor.

REFERENSI

- [1] M. P. Zatra, R. J. Musridho, and E. Azriadi, "Prototype Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Otomatis Dengan Sistem Pemantauan Berbasis Internet of Things," *J. Inov. Tek. Inform.*, vol. 8, no. 2, pp. 25–32, 2023.
- [2] Kamus B. B. I. (KBBI), "Rekayasa." [Online].

Available: <https://kbbi.web.id/rekayasa>

- [3] H. Y. Saputri, U. Fatimah, S. P. Sitorus, and A. Syahputri, "Implementasi Teknik Counter pada Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Bunga Berbasis Internet of Things (IoT)," *J. Sist. Komput. TGD*, vol. 4, no. 2, pp. 79–87, 2025.
- [4] T. Ningsih, I. O. Yosephine, and S. P. Butar-Butar, "Manajemen Pemupukan Tanaman Menghasilkan Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) di Afdeling I Kebun Tanah Raja PT Bakrie Sumatera Plantations," *Tabela J. Pertan. Berkelanjutan*, vol. 1, no. 2, pp. 61–69, 2023, doi: 10.56211/tabela.v1i2.269.
- [5] Y. Efendi, "Internet Of Things (Iot) Sistem Pengendalian Lampu Menggunakan Raspberry Pi Berbasis Mobile," *J. Ilm. Ilmu Komput.*, vol. 4, no. 2, pp. 21–27, 2018, doi: 10.35329/jiik.v4i2.41.
- [6] M. Muspita, H. Hadriansa, and O. H. Simung, "Rekayasa Sistem Pemilah Sampah Logam dan Non Logam Berbasis IoT," *J. Appl. Microcontroller Auton. Syst.*, vol. 5, no. 1, pp. 19–24, 2025.