

SISTEM PENYIRAMAN DAN PEMUPUKAN OTOMATIS BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) DENGAN PEMANTAUAN ANTARMUKA APLIKASI ANDROID

Wiranto¹, Musyrifah², Muh Fuad Mansyur³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Informatika, Universitas Sulawesi Barat

Jln. Prof. Dr. Baharuddin Lopa, S.H, Banggae – Majene, Indonesia

e-mail: *¹antowiranto47@gmail.com, ²musyrifah@unsulbar.ac.id,

³MuhFuad@unsulbar.ac.id.

Abstract

Technological developments in the field of agriculture are now expanding widely, various modern tools must be owned to assist farmers in cultivating plants. The owners of the chili plants do watering and fertilizing by collecting water or fertilizer and then giving it to the plants one by one. This is not a problem if the plant owner has free time. However, if the plant owner is busy with other things or is having business that makes the plant owner unable to care for the plant, then this becomes a problem because when the plant does not receive sufficient care, the plant will easily wither and die. Seeing the existing problems, this research will design a system that can automatically water and fertilize plants based on IoT with monitoring from an Android application. The design of this system uses an Arduino microcontroller as a controller, the nodeMCU esp2688 wifi module to send data from the sensor to the web server, a soil moisture sensor to determine soil moisture, a real time clock (RTC) for fertilization scheduling and a relay as an automatic switch on the water pump. This system aims to help the activities of farmers who still use physical force to water and fertilize plants. The IoT-based automatic watering and fertilizing system uses the prototype development method, namely by collecting system requirements, building prototyping, evaluating prototyping, coding the system, testing the system, evaluating the system and using the system

Keyword: watering, fertilizing, automatic, IoT, monitoring.

PENDAHULUAN

Faktor utama bagi manusia dalam melakukan aktivitas sehari-hari di tengah perkembangan teknologi saat ini adalah kemudahan serta efisiensi tenaga dan waktu. Hal ini membuat manusia terus berinovasi dalam membuat dan mengembangkan suatu teknologi yang mampu berkolaborasi dengan tujuan utama untuk menghasilkan suatu sistem dengan kualitas yang lebih baik dan aman. Karena dengan teknologi seseorang dapat melakukan suatu pekerjaan dengan lebih mudah dan cepat (Sabilla & Suwito, 2020). Contohnya adalah sistem cerdas yang menggunakan metode Internet of Things (IoT) dan kecerdasan buatan dengan memanfaatkan robot sebagai pengganti tenaga manusia. Pendekatan ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan, mengurangi biaya, serta meningkatkan efektivitas dan efisiensi dalam kegiatan pertanian. (Ghufron, 2018).

Kini, perkembangan teknologi dalam bidang pertanian semakin meluas, menyajikan berbagai macam alat modern yang menjadi kebutuhan penting bagi para petani dalam melakukan kegiatan pembudidayaan tanaman. Adapun penerapan IoT diberbagai sektor seperti pengaplikasian pada bidang Pertanian yang dapat digunakan untuk membantu pengoptimalisasian teknik pertanian yang kini para petani sudah dapat memantau suhu serta kelembaban tanah tanpa perlu repot dan bisa memantaunya dari jauh (Yudhanto & Azis, 2019).

Tanaman sangat berperang penting dalam kehidupan manusia, diantara manfaat tanaman bagi manusia adalah sebagai pembersih udara, obat-obatan dan sumber bahan pangan. Pertumbuhan tanaman tentunya dibutuhkan pupuk untuk membantu memenuhi mineral pada tanah, serta dibutuhkan juga air untuk membantu proses fotosintesis dan digunakan oleh tanaman untuk melarutkan mineral yang diserap oleh akar dari dalam tanah. Penyiraman dan pemupukan secara rutin dapat menjaga dan merawat tanaman agar tumbuh dan berkembang

dengan sehat (Azzaky & Widianoro, 2020). Sebagai contoh tanaman cabai yang merupakan sayuran yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia dan mudah ditemukan di pasaran. Menurut seorang petani sekaligus pegawai dari dinas pertanian Kabupaten Majene, proses penanaman cabai membutuhkan kondisi pengairan yang spesifik untuk menjaga pH tanah tetap optimal pada kisaran antara 5,5 sampai 7 dan kelembaban tanah yang cocok bagi tanaman cabai rawit berkisar antara 50% sampai 70% (Ritonga et al., 2022).

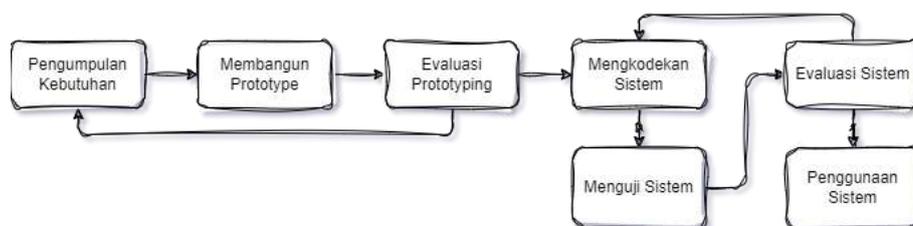
Penyiraman dan pemupukan yang dilakukan oleh para pemilik tanaman cabai yaitu dengan mengumpulkan air atau pupuk dan kemudian diberikan kepada tanaman secara satu-persatu (Nadindra & Chandra, 2022). Hal ini memang tidak menjadi masalah jika pemilik tanaman mempunyai waktu luang. Namun, hal ini menjadi masalah jika pemilik tanaman disibukkan dengan tugas lain atau terlibat dalam bisnis yang menghalangi mereka untuk merawat tanaman karena tanaman yang terbengkalai akan cepat layu dan mati. Karena tanaman biasanya membutuhkan kelembapan yang cukup, penting juga untuk menjaga kelembapan tanah.

Penyiraman tanaman secara manual masih menjadi kelemahan karena dilakukan tanpa mengacu pada batasan penggunaan air (Priyono & Triadyaksa, 2020). Melihat permasalahan yang ada, maka penelitian ini akan merancang sistem yang dapat melakukan penyiraman dan pemupukan tanaman secara otomatis berbasis IoT dengan *monitoring* dari aplikasi android. Dalam perancangan sistem ini menggunakan *mikrocontroller arduino* sebagai pengendali, modul wifi *nodeMCU esp2688* untuk mengirimkan data dari sensor ke *web server*, *soil moisture sensor* untuk mengetahui kelembaban pada tanah, *real time clock (RTC)* untuk penjadwalan pemupukan dan *relay* sebagai saklar otomatis pada pompa air. Sistem ini bertujuan untuk membantu kegiatan petani yang masih menggunakan tenaga fisik untuk melakukan penyiraman dan pemupukan pada tanaman.

METODE PENELITIAN

1. Metode Pengembangan Sistem

Pada sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT menggunakan metode pengembangan *prototype*:



Gambar 1. Prototype model

Sumber : (Windiyasari, 2019)

Adapun tahapan-tahapannya yaitu sebagai berikut:

- Pada fase pengumpulan kebutuhan ini pengguna dan pengembang bekerja sama dalam proses identifikasi format seluruh perangkat, termasuk pengumpulan kebutuhan sistem dan data untuk semua kebutuhan sistem yang akan dikembangkan.
- Membangun prototype yaitu mengembangkan prototype dengan membuat desain sementara yang difokuskan pada presentasi kepada pengguna, seperti menciptakan input dan format output.
- Pengguna mengevaluasi prototype untuk memastikan kesesuaian dengan preferensi mereka. Jika prototype memenuhi harapan pengguna langkah 4 akan dilanjutkan. Namun, jika tidak sesuai prototype akan direvisi dengan mengulang langkah 1, 2, dan 3 guna memastikan bahwa prototype akhir sudah sesuai dengan harapan pengguna.
- Pada tahap mengkodekan sistem ini, sistem yang telah melalui persetujuan prototyping akan diimplementasikan dengan menerjemahkan dan mengubahnya ke dalam bahasa

pemrograman yang sesuai.

- e. Menguji sistem, Sistem perangkat lunak yang telah dibuat akan mengalami tahap pengujian. Tujuan dari tahap ini adalah untuk memastikan bahwa sistem tersebut berfungsi dengan baik melalui serangkaian pengujian. Evaluasi sistem dilakukan untuk mengetahui apakah sistem yang sudah jadi sudah sesuai dengan yang diharapkan. Jika langkah 7 dilakukan, jika tidak ulangi langkah 4 dan 5 Perangkat lunak yang sudah siap jadi akan dievaluasi oleh pelanggan untuk mengetahui apakah sistem sesuai dengan yang diharapkan.
- f. Penggunaan sistem, Setelah perangkat lunak diuji dan mendapatkan persetujuan dari pelanggan, maka perangkat lunak tersebut siap untuk digunakan.

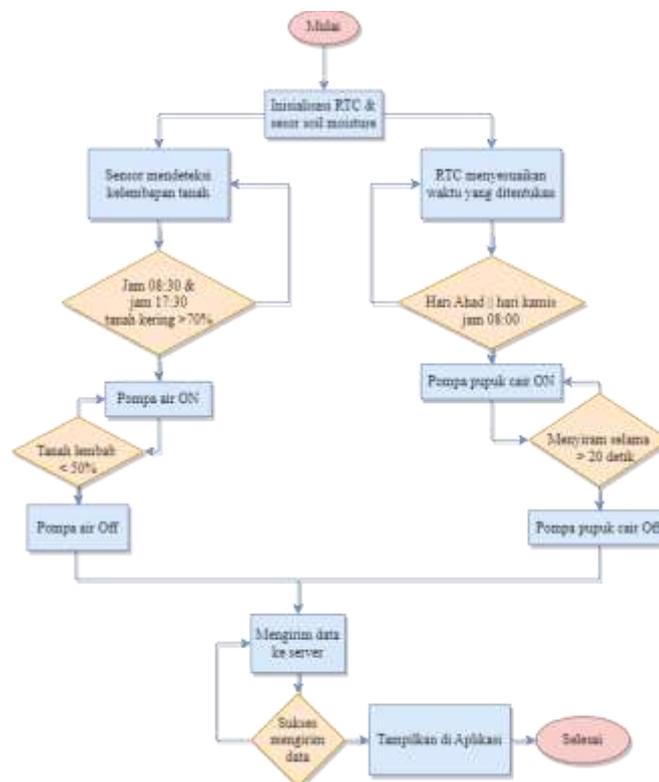
2. Pengumpulan Data

Adapun metode pengumpulan data yang digunakan oleh penulis dalam menyelesaikan masalah adalah sebagai berikut :

- a. Studi pustaka : pengumpulan data dan informasi dengan membaca buku-buku referensi, mencari artikel, jurnal dan e-book di internet yang dapat dijadikan acuan pembahasan yang berhubungan dengan penelitian yang dilakukan.
- b. Observasi : dilakukan dengan mengunjungi dan mengamati secara langsung kondisi dan perawatan tanaman cabai rawit pada lahan pertanian
- c. Wawancara : dalam proses ini dilakukan tanya-jawab secara langsung oleh peneliti dengan petani.

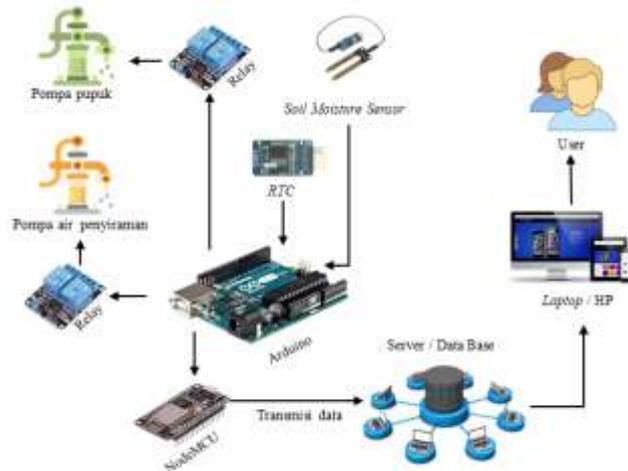
3. Rancangan Sistem Secara Umum

- a. Flowchart sistem : Peneliti selanjutnya membuat logika dan program untuk *arduino* ke *NodeMCU* dalam membaca sensor, mengoperasikan sistem dengan aplikasi *mobile* dan proses yang dibutuhkan lainnya. *Flowchart* sistem penyiraman dan pemupukan tanaman secara otomatis dapat dilihat pada gambar 2 berikut.



Gambar 2. Flowchart sistem penyiraman dan pemupukan tanaman otomatis

- b. Gambaran umum sistem : Dengan menggabungkan semua alat dan bahan menjadi bentuk *prototype* dan melakukan uji coba *prototype*. Setelah semua berjalan dengan benar maka menghubungkan *prototype* dengan sistem monitoring dilakukan.



Gambar 3. Gambaran umum sistem

Dari gambar 3 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- Mikrokontroler arduino akan melakukan inisialisasi terhadap sensor masukan yaitu soil moisture sensor dan real time clock (RTC).
- Hasil dari pembacaan soil moisture sensor akan dikirimkan pada perangkat arduino dan kemudian di proses untuk selanjutnya dilakukan pemberian output pada relay untuk menyalakan pompa air untuk penyiraman tanaman.
- Sistem akan melakukan pemupukan sesuai dengan penjadwalan yang telah diprogram pada RTC.
- Data dari pembacaan soil moisture sensor kemudian akan kirimkan dari perangkat arduino ke modul wi-fi nodeMCU.
- Data yang diterima oleh modul Wi-fi nodeMCU akan dilakukan transmisi data ke server.
- Pada tampilan aplikasi mobile akan menampilkan informasi terkait data yang telah terkirim dari alat ke server.

HASIL DAN PEMBAHASAN

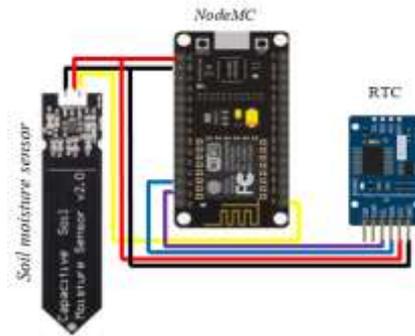
1. Analisis Kebutuhan

Kebutuhan penunjang dalam pembangunan sistem, berikut keperluan sebagai persyaratan pendukung untuk pengembangan sistem ini :

- a. Perangkat Keras (*Hardware*) yang dibutuhkan pada penelitian ini adalah sensor kelembaban tanah yakni soil moisture V2.0, modul wifi NodeMCU, Real Time clock (RTC), relay, pompa air dan komputer / laptop.
- b. Perangkat Lunak (*Software*) yang dibutuhkan pada penelitian ini antara lain: sistem operasi Windows, Arduino IDE. Sedangkan bahasa pemrograman yang digunakan adalah bahasa pemrograman pada arduino.

2. Membangun Prototype

- a. Perangkat input : pada gambar 4 berikut dapat dilihat rangkaian perangkat input.

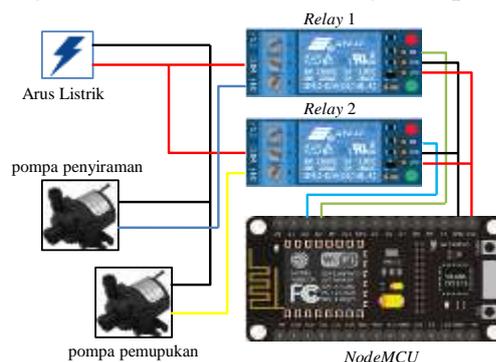


Gambar 4. Rangkaian perangkat input

Berikut penjelasan masing-masing pin yang dihubungkan menggunakan kabel jumper dari gambar 4 :

- *Soil moisture sensor* dihubungkan dengan *nodeMCU* sebagai pemberi nilai masukan berupa hasil pembacaan sensor yang ditancapkan pada tanah untuk membaca tingkat kelembapan pada tanah (Ulun, 2019).
- Modul RTC (*Real Time Clock*) dihubungkan dengan *NodeMCU* untuk memberikan masukan berupa waktu penjadwalan perangkat untuk melakukan penyiraman dan pemupukan secara otomatis (Windyasari, 2019).
- Pin Vcc yang ada pada *soil moisture sensor* terhubung ke tegangan pada pin 3V *NodeMCU*.
- Pin GND *soil moisture sensor* dihubungkan ke pin GND *NodeMCU*.
- Pin AOUT pada *soil moisture sensor* dihubungkan dengan pin A0 yang ada pada *NodeMCU*.
- Pin Vcc RTC terhubung dengan pin 3v pada *NodeMCU*.
- Pin GND RTC terhubung dengan pin GND pada *NodeMCU*.
- Pin SDA yang ada pada RTC dihubungkan dengan pin D2 pada *NodeMCU*.
- Pin SCL yang ada pada RTC dihubungkan dengan pin D1 pada *NodeMCU*.

b. Perangkat Output : Pada gambar 5 Berikut adalah rangkaian pengangkat output.



Gambar 5. Rangkaian perangkat input

Berikut penjelasan masing-masing pin yang dihubungkan menggunakan kabel *jumper* pada gambar 5 diatas :

- *Relay* dua *channel* memiliki 4 sambungan pin, antara lain Vcc (sumber daya positif), IN 1 (*input* 1), IN 2 (*input* 2) dan GND (negatif).
- Pin GND *relay* 1 *channel* dihubungkan ke GND pada *NodeMCU*.
- Pin Int pada *relay* 1 *channel* dihubungkan ke pin D2 pada *NodeMCU*.
- Pin Vcc *relay* 2 *channel* dihubungkan ke tegangan 3V di *NodeMCU*.

- Pin GND *relay 2 chanel* dihubungkan ke GND pada *NodeMCU*.
- Pin IN 1 pada *relay 2 chanel* dihubungkan ke pin D1 pada *NodeMCU*.
- Pin IN 2 pada *relay 2 chanel* dihubungkan ke pin D6 pada *NodeMCU*.

Aplikasi *mobile* sistem dapat menampilkan hasil pembacaan *soil moisture sensor* berupa kondisi tanah, status penyiraman dan status pemupukan yang dikirim dari *nodeMCU* ke *firebase* dan kemudian ditampilkan pada aplikasi *mobile*.

3. Pengkodean Sistem

Proses penyiraman dan pemupukan merupakan proses utama dalam penelitian ini. Gambar 6 merupakan kode program penyiraman.

```
if (sensorValue < minVal) {  
  kondisi = "Lembap";  
  Serial.println(String("Status : Lembap"));  
  rly1Off();  
  penyiraman = "Off";  
}  
else if (sensorValue > minVal && sensorValue < maxVal) {  
  kondisi = "Normal";  
  Serial.println(String("Status : Normal"));  
  if (jam == 8 && menit == 30 || jam == 17 && menit == 30) {  
    rly1On();  
    penyiraman = "On";  
  }  
}  
else {  
  kondisi = "Kering";  
  Serial.println(String("Status : Kering"));  
  if (jam == 8 && menit == 30 || jam == 17 && menit == 30) {  
    rly1On();  
    penyiraman = "On";  
  }  
}
```

Gambar 6. Kode program penyiraman

Proses pemupukan dilakukan pada setiap hari ahad dan kamis pada jam 8.00 pagi. Pada gambar 7 merupakan code program pemupukan

```
if (hari == dataHari[1] && jam == 8 && menit == 00 && detik <= 20) {  
  rly2On ();  
  pemupukan = "On";  
  Serial.println("melakukan pemupukan");  
}  
else if (hari == dataHari[4] && jam == 8 && menit == 00 && detik <= 20) {  
  rly2On ();  
  pemupukan = "On";  
  Serial.println("melakukan pemupukan");  
}  
else {  
  rly2Off ();  
  pemupukan = "Off";  
  Serial.println("pemupukan selesai");  
}
```

Gambar 7. Kode pemrograman pemupukan

Sistem ini menggunakan aplikasi *mobile* untuk memonitoring penyiraman dan pemupukan pada tanaman cabai rawit dengan menampilkan status kelembapan tanah dalam bentuk persen, status penyiraman, serta menampilkan status pemupukan secara *real-time*.



Gambar 8. Tampilan aplikasi mobile

4. Realisasi gambaran prototype

Pada penelitian ini yaitu merancang *prototype* sistem penyiraman dan pemupukan otomatis yang mana sistem ini dapat melakukan pemantauan kelembapan tanah, penyiraman dan pemupukan pada tanama cabai rawit.



Gambar 9. Realisasi gambaran prototype

Sistem terdiri dari tiga bagian yaitu *input*, proses, dan *output*. *Input* dari *prototype* sistem ini adalah *soil moisture sensor* yang berfungsi untuk membaca kelembapan pada tanah dan RTC yang digunakan untuk mengambil data waktu secara *real time*. Tahap proses pada penelitian ini dikerjakan pada modul wifi *nodeMCU*, pada prinsip kerjanya yaitu *nodeMCU* akan menerima masukan dari tahapan *input* yang terdiri dari nilai hasil pembacaan *soil moisture sensor* yang telah ditancapkan pada tanah dan data waktu dari modul RTC. Kemudian *nodeMCU* akan mengirimkan data tersebut ke aplikasi *mobile* yang telah dibangun sebelumnya untuk ditampilkan secara *real time*. Selanjutnya pada tahapan *output* terdapat dua buah *relay* yang masing-masing akan menjalankan pompa air penyiraman apabila sensor mendeteksi tanah dalam kondisi kering pada waktu yang telah ditentukan sebelumnya dan menyalakan pompa pemupukan ketika telah menunjukkan waktu yang telah di set sebelumnya.

5. Kalibrasi Soil Moisture Sensor

Dibutuhkan sampel tanah kering, tanah lembab, dan tanah basah untuk mengkalibrasi sensor kelembapan tanah. Pengukur kelembapan tanah dan sensor kelembapan tanah juga digunakan untuk mengukur kadar air pada tanah. Kemudian, sampel dari beberapa tanah tersebut diukur menggunakan alat ukur kelembapan tanah dan sensor kelembapan tanah.

Cara menghitung *error* yang didapatkan dari perbandingan sensor kelembapan tanah dan *three way meter* dapat dihitung berdasarkan rumus :

$$\% \text{ error} = \left(\frac{\text{Three way meter} - \text{Sensor kelembapan tanah}}{\text{Three way meter}} \right) \times 100 \quad (1)$$

Sumber : (Lolok, 2020)

Tabel 1. hasil kalibrasi sensor

<i>Three Way Meter</i>	<i>Soil Moisture Sensor</i>	<i>Selisih</i>	<i>Error</i>
90%	87%	3%	3,33%
80%	81%	1%	1,25%
70%	70%	0%	0%
60%	59%	1%	1,66%
50%	52%	2%	5%
40%	39%	1%	2,5%
30%	31%	1%	3,33%
20%	21%	1%	5%
10%	10%	0%	0%
Rata-rata			2,452%

6. Pengujian Pompa Pemupukan

Pengujian pompa pemupukan dilakukan dengan menghitung keluaran pupuk dari pompa air yang digunakan. Volume banyak pupuk yang dikeluarkan diukur dengan menggunakan gelas ukur seperti pada gambar 10.



Gambar 10. Gelas ukur

Berikutnya, dilakukan pengujian terhadap keluaran pupuk dari pompa pemupukan yang menggunakan pompa air kecil. Pengujian pompa pemupukan ini diulangi sebanyak 5 kali. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk memastikan bahwa keluaran pupuk sesuai dengan kebutuhan tanaman. Rincian hasil pengujian pompa air pemupukan dapat ditemukan pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengujian pompa pemupukan

Pengujian pemupukan	pompa	100 ml	150 ml	200 ml	250 ml
Pengujian 1		1,25 detik	1,97 detik	2,63 detik	3,33 detik
Pengujian 2		1,35 detik	2,06 detik	2,65 detik	3,40 detik
Pengujian 3		1,36 detik	2,09 detik	2,86 detik	3,28 detik
Pengujian 4		1,38 detik	1,98 detik	2,60 detik	3,35 detik
Pengujian 5		1,16 detik	2,37 detik	2,75 detik	3,30 detik
Rata-rata pengujian		1,3 detik	2,094 detik	2,698 detik	3,332 detik

1.1. Pengujian keseluruhan sistem

Pengujian ini bertujuan untuk mengevaluasi kelayakan dan meminimalkan potensi kegagalan (Siswanto et al., 2020). Pengujian *prototype* ini meliputi pengujian sensor kelembapan tanah, pengujian pompa penyiraman, pengujian pompa pemupukan, serta pengujian pompa utama. Dalam pengujian ini *relay* menerima perintah dari *nodeMCU* sesuai waktu yang telah ditentukan yaitu pada jam 08.30 dan jam 17.30 sore berdasarkan kelembapan tanah. Kondisi lembap ketika mendapat keluaran dengan nilai sensor berkisar antara 0% sampai dengan 49%, kondisi normal ketika nilai sensor berkisar antara 50% sampai dengan 69%, kondisi kering ketika nilai sensor berkisar antara 70% sampai dengan 100%. Hasil pengujian pada menunjukkan bahwa pengukuran kelembapan tanah menggunakan *sensor soil moisture* dapat bekerja dengan baik dan menampilkan informasi nilai kelembapan tanah setelah dilakukan selama satu pekan pengujian dapat dilihat pada tabel 3 sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil pengujian selama satu pekan

Tanggal	Pukul	Kondisi awal	Setelah disiram	Lama penyiraman	Status
07/02/2023	08:30	78%	48%	25 detik	Menyiram
	17:30	84%	49%	27 detik	Menyiram
08/02/2023	08:30	76%	48%	23 detik	Menyiram
	17:30	86%	45%	30 detik	Menyiram
09/02/2023	08:00	71%	49%	20 detik	Memupuk
	08:30	48%	48%	0 detik	Tidak menyiram
10/02/2023	17:30	88%	46%	30 detik	Menyiram
	08:30	78%	43%	27 detik	Menyiram
11/02/2023	17:30	77%	48%	25 detik	Menyiram
	08:30	45%	45%	0 detik	Tidak menyiram
12/02/2023	17:30	60%	60%	0 detik	Tidak menyiram
	08:00	36%	23%	20 detik	Memupuk
13/02/2023	08:30	38%	38%	0 detik	Tidak menyiram
	17:30	52%	52%	0 detik	Tidak menyiram
13/02/2023	08:30	43%	43%	0 detik	Tidak menyiram
	17:30	53%	53%	0 detik	Tidak menyiram

Dari pengujian *prototype* yang dilakukan selama satu pekan maka didapatkan hasil pengamatan yang dapat dilihat pada tabel 3

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dilakukan terhadap sisitem *prototype monitoring* penyiraman dan pemupukan otomatis pada tanaman cabai rawit, maka diperoleh kesimpulan bahwa sistem penyiraman dan pemupukan otomatis pada tanaman cabai rawit berbasis IoT ini telah sesuai seperti rancangan yang telah dibuat serta dapat melakukan penyiraman otomatis ketika hasil pembacaan sensor mendeteksi memenuhi kondisi yang telah ditentukan dan melakukan pemupukan sebanyak dua kali dalam seminggu. Sistem ini dapat digunakan untuk mengetahui informasi kondisi tanah pada tanaman cabai rawit yang dihasilkan adalah kondisi tanah lembap dengan nilai sensor berkisar antara 0% sampai dengan 49%, kondisi tanah normal dengan nilai sensor berkisar antara 50% sampai dengan 69% dan kondisi tanah kering dengan nilai sensor berkisar antara 70% sampai dengan 100%. Pada pengujian *sensor soil moisture* masih terdapat *error* dengan nilai rata-rata sebesar 2,452% dan dari hasil pengujian yang telah dilakukan pengukuran kelembapan tanah dengan menggunakan *sensor soil moisture* dapat mengirimkan dengan baik nilai kelembapan tanah ke *nodeMCU* serta data

sensor telah berhasil terkirim ke server yang divisualisasikan menggunakan aplikasi *mobile* yang telah dibuat.

Tentunya masih banyak kekurangan dalam perancangan sistem penyiraman dan pemupukan otomatis berbasis IoT, sehingga penulis mengajukan saran untuk pengembangan lebih lanjut mengenai penambahan fitur pada sistem ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Azzaky, N., & Widiatoro, A. (2020). *Alat Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino menggunakan Internet Of Things (IOT)*. 2(2), 86–91.
- Ghufron, M. . (2018). Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang, Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan. *Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat 2018*, 1(1), 332–337.
- Lolok, R. (2020). Alat Sensor Soil Tester. *Skripsi Universitas Sanata Darma*, 1–61.
- Nadindra, D. E., & Chandra, J. C. (2022). *Sistem IoT Penyiram Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Dengan Kontrol Telegram*. 5, 104–114.
- Priyono, A., & Triadyaksa, P. (2020). Sistem Penyiram Tanaman Cabai Otomatis Menjaga Kelembaban Tanah Berbasis Esp8266. *Berkala Fisika*, 23(3), 91–100.
- Ritonga, S. A., Syahwin, S., & Haramaini, T. (2022). Penerapan Algoritma Sekuensial pada Penyiraman Tanaman Otomatis Berbasis Arduino Uno R3. *Blend Sains Jurnal Teknik*, 1(1), 62–68. <https://doi.org/10.56211/blendsains.v1i1.96>
- Sabilla, Y. B., & Suwito, D. (2020). Rancang Bangun Alat Penyiram Tanaman Otomatis. *Jrm*, 6(1), 91–99. www.arduino.cc
- Siswanto, S., Nurhadiyan, T., & Junaedi, M. (2020). Prototype Smart Home Dengan Konsep Iot (Internet of Thing) Berbasis Nodemcu Dan Telegram. *Jurnal Sistem Informasi Dan Informatika (Simika)*, 3(1), 85–93. <https://doi.org/10.47080/simika.v3i1.850>
- Ulun, M. ; (2019). *Sensor dan Aktuator Menggunakan Arduino*. Media Nusa Creative (MNC Publishing). <https://books.google.co.id/books?id=WoVOEAAAQBAJ>
- Windyasari, V. S. P. A. B. (2019). *Rancang Bangun Alat Penyiraman Dan Pemupukan Tanaman Secara Otomatis Dengan Sistem Monitoring Berbasis Internet Of Things*.
- Yudhanto, Y., & Azis, A. (2019). *Pengantar Teknologi Internet of Things (IoT)*. UNSPress. <https://books.google.co.id/books?id=IK33DwAAQBAJ>