

Sistem Fertigasi Tetes Otomatis untuk Tanaman Carolina Reaper Berbasis Mikrokontroller

Buana Seta¹, Agus Riyanto², Nanda Rusyda Saufa³

^{1,2,3} Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Sistem Elektronika Jurusan Teknik Elektro, Politeknik Negeri Pontianak, Pontianak

e-mail: buanaseta3@gmail.com, Ariyanto228@gmail.com, saufanandaelka@gmail.com

ABSTRACT

Carolina Reaper peppers, known for their extreme spiciness reaching up to 2,200,000 Scoville Heat Units, require meticulous cultivation methods for optimal results. This study emphasizes the importance of proper fertilization and irrigation. An automatic drip fertigation system is introduced to address issues such as inconsistent watering and nutrient imbalances. The system uses waterproof ultrasonic sensors, soil moisture sensors, an RTC (Real-Time Clock), and a DHT22 temperature sensor, monitored through Internet of Things (IoT) technology. An Arduino Uno controls the timing, soil moisture, greenhouse temperature, and fertilizer liquid levels. A solenoid valve, operated by a relay, automatically dispenses fertilizer and water as needed. The implementation of this system enhances the efficiency of water and fertilizer use, ensures consistency in irrigation, and simplifies plant monitoring. This technology has the potential to improve crop yield and quality of Carolina Reaper peppers, while reducing labor costs and resource usage in modern agricultural practices.

Keywords : *Carolina Reaper peppers, Automatic drip fertigation system, Internet of Things (IoT), Arduino Uno, Efficiency of water and fertilizer usage.*

ABSTRAK

Cabai Carolina Reaper, terkenal dengan kepedasannya ekstrem hingga 2.200.000 Scoville Heat Units, memerlukan metode budidaya yang teliti untuk hasil optimal. Penelitian ini menekankan pentingnya pemupukan dan pengairan yang tepat. Sistem fertigasi tetes otomatis diperkenalkan untuk mengatasi masalah seperti penyiraman tidak konsisten dan ketidakseimbangan nutrisi. Sistem ini menggunakan sensor ultrasonik tahan air, sensor kelembaban tanah, RTC, dan sensor suhu DHT22, dipantau melalui teknologi Internet of Things (IoT). Arduino Uno mengontrol waktu, kelembaban tanah, suhu rumah kaca, dan ketinggian cairan pupuk. Katup solenoid dioperasikan relay untuk memberikan pupuk dan air secara otomatis. Implementasi sistem ini meningkatkan efisiensi penggunaan air dan pupuk, memastikan konsistensi dalam penyiraman, dan mempermudah pemantauan tanaman. Teknologi ini berpotensi meningkatkan hasil panen dan kualitas cabai Carolina Reaper, sambil mengurangi biaya tenaga kerja dan penggunaan sumber daya dalam praktik pertanian modern.

Kata kunci : *Cabai Carolina Reaper, sistem fertigasi tetes otomatis, Internet of Things (IoT), Arduino Uno, efisiensi penggunaan air dan pupuk.*

1. PENDAHULUAN

Cabai Carolina Reaper, dikenal sebagai cabai terpedas di dunia, memiliki buah kecil dengan karakteristik permukaan kulit bergelombang serta rasa dan aroma yang kompleks. Dengan tingkat kepedasan mencapai 1.400.000 hingga 2.200.000 Scoville Heat Units, Penanaman tradisional cabai sering

menghadapi tantangan seperti kendali iklim yang terbatas, kerentanan terhadap hama dan penyakit, serta produksi musiman yang tidak konsisten. Pemupukan adalah pemberian bahan yang dimaksudkan untuk menambah hara tanaman pada tanah. Sedangkan irigasi adalah pemberian air pada tanah untuk keperluan penyediaan cairan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman. Kemudian

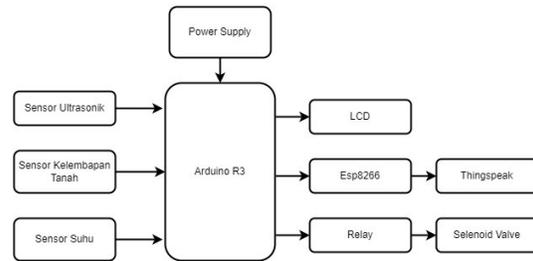
dikenal dengan fertigasi merupakan pemberian air dan pupuk secara bersamaan sebagai larutan hara.[1] Sistem fertigasi tetes otomatis ini memberikan solusi untuk masalah seperti penyiraman yang tidak konsisten dan ketidakseimbangan nutrisi, serta menghemat waktu dan tenaga kerja manusia. Dengan pemantauan yang akurat dan penggunaan teknologi berbasis mikrokontroler dan IoT, sistem ini diharapkan dapat meningkatkan efisiensi dan produktivitas dalam pembudidayaan tanaman Carolina Reaper. Penelitian ini bertujuan untuk merancang dan membangun sistem fertigasi tetes otomatis yang dapat membantu para pembudidaya dalam mengelola dan memantau kondisi tanaman secara lebih efektif.

Beberapa permasalahan yang dibahas dalam penelitian ini adalah :

- Bagaimana cara merancang sistem fertigasi otomatis untuk tanaman cabai *Carolina Reaper*?
- Bagaimana menentukan waktu pemupukan yang sesuai dengan pemberian yang sudah ditentukan secara otomatis?
- Bagaimana sistem *monitoring* yang efektif untuk memantau kelembaban tanah tanaman cabai *Carolina Reaper*?

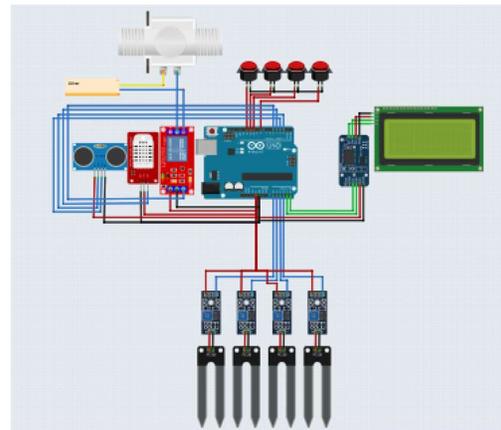
2. METODE

Dalam penelitian ini, metode yang digunakan untuk merancang dan membangun sistem fertigasi tetes otomatis berbasis mikrokontroler dan IoT untuk tanaman cabai Carolina Reaper melibatkan beberapa tahap utama. Pertama, dilakukan pemilihan komponen yang sesuai, termasuk mikrokontroler Arduino Uno R3, sensor kelembaban tanah, dan aktuator pompa air. Selanjutnya, desain sistem dibuat dengan mempertimbangkan integrasi antara komponen elektronik dan kebutuhan spesifik tanaman cabai Carolina Reaper. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam Arduino uno, sensor ultrasonik, DHT22, RTC, sensor kelembaban tanah, esp 8266, solenoid valve, dan bahan berupa tanaman cabai carolina reaper, pupuk cair, rapid root.



Gambar 1. Diagram Blok Rancangan Sistem Fertigasi Tetes Otomatis

Pada Gambar 1 yaitu komponen utama yang digunakan untuk keseluruhan sistem kontrol dan monitoring pada sistem fertigasi tetes ini, pada bagian input melibatkan sensor ultrasonik, sensor suhu, dan juga sensor *Soil Moisture* . Komponen-komponen ini akan mengirim data pada arduino uno sehingga akan memutuskan tindakan pada output, LCD yang akan menampilkan data yang diterima, data tersebut juga akan dimonitor dengan *thingspeak* melalu web yang tersedia, kemudian *Relay* akan mentrigger untuk mengendalikan *Solenoid Valve* agar terbuka.

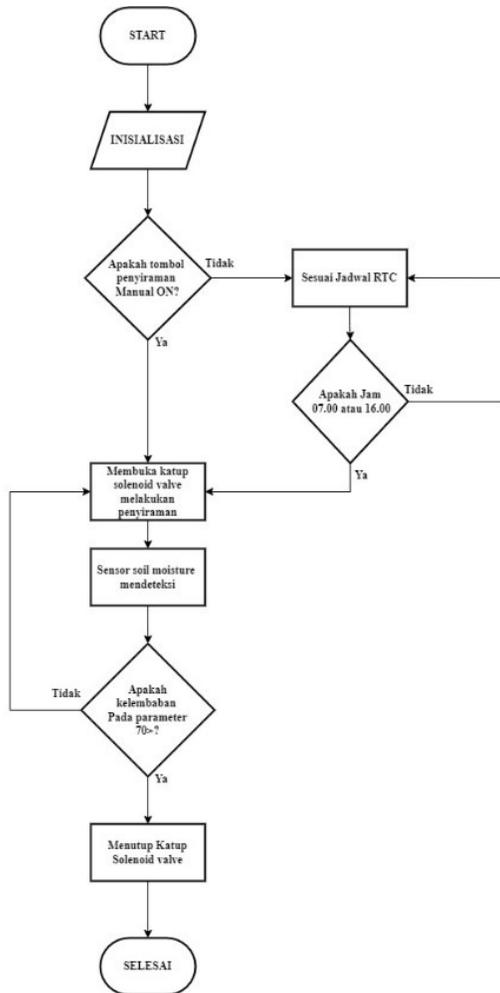


Gambar 2. Skema Rangkaian Sistem Fertigasi Tetes

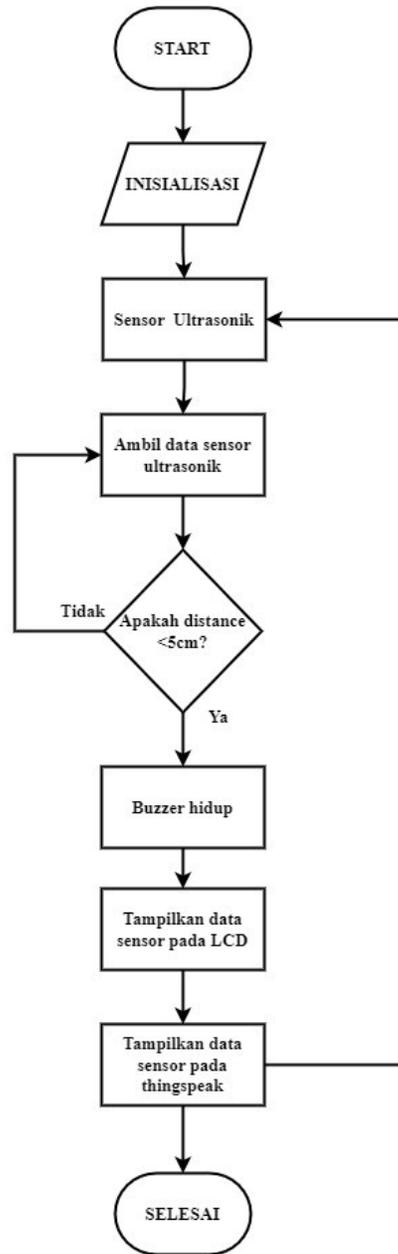
Pada gambar 2 adalah skema rangkaian fertigasi tetes otomatis yang digunakan. Warna-warna kabel menunjukkan fungsi-fungsi yang berbeda yaitu :

- VCC = Merah
- GND = Hitam
- 220v = Kuning
- Input = Biru
- Output = Hijau

Pada gambar 3 *flowchart* menampilkan pada penjadwalan waktu RTC untuk membuka katup *Solenoid Valve* pada jam 7 pagi dan 4 sore, ketika melakukan penyiraman diluar jadwal maka dengan menekan tombol manual untuk di luar jadwal penyiraman. Sensor kelembaban tanah mendeteksi apakah kelembaban sudah sesuai pada ketentuan. *flowchart* pada sensor suhu DHT22 membaca suhu pada dalam mini *Greenhouse* pada pembacaan data suhu terbaca maka akan diambil data lalu jika suhu diatas 30°C maka kipas akan menyala kemudian ditampilkan pada LCD dan juga *thingspeak*.



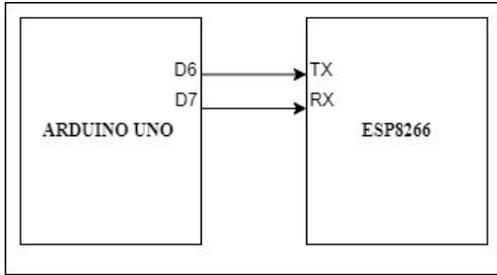
Gambar 3. *Flowchart* RTC, sensor soil, dan sensor suhu



Gambar 4. *Flowchart* Sensor Ultrasonik pada Tangki

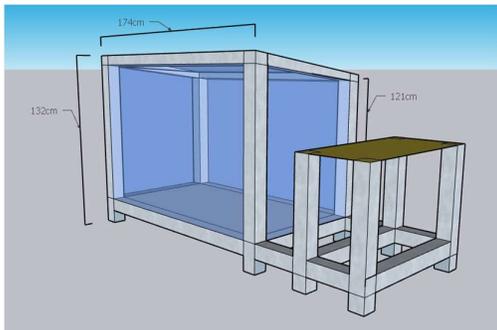
Gambar 4 adalah *flowchart* pada sensor ultrasonik dalam membaca ketinggian pada pupuk cair dalam tangki, mengambil

data sensor ultrasonik kemudian ditampilkan pada LCD,



Gambar 5. Blok Diagram Serial Komunikasi

Proses terhubungnya Arduino dan ESP8266 melalui Pin-pin RX dan TX ditunjukkan pada gambar 5. Jika di Arduino mengirim maka bisa D6 dan D7, jika dari ESP8266 maka bisa melalui RX yang dihubungkan ke TX Arduino dan TX ESP dihubungkan ke RX Arduino, maka akhir proses ini protokol Serial Komunikasi bisa diproses lebih lanjut.



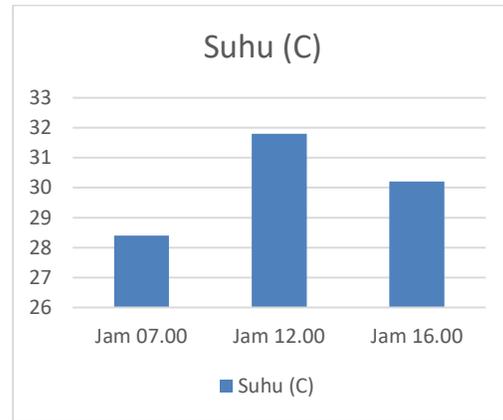
Gambar 6. Ukuran *Greenhouse*



Gambar 7. *Greenhouse* Tampak Dalam

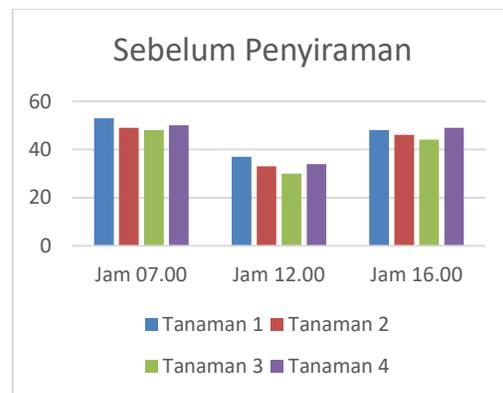
Gambar 6 dan 7 menunjukkan *Greenhouse* yang berukuran tinggi depan 132 cm, lebar 134 cm, tinggi belakang 121 cm, panjang 174 cm. Dengan demikian *Greenhouse* dapat mencakup hingga 4 tanaman *Carolina Reaper*. Dengan jarak setiap tanaman 70 cm.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN



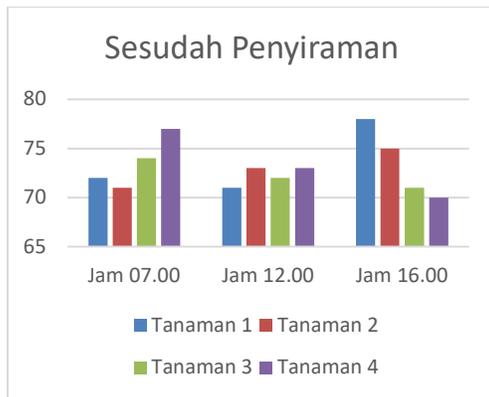
Gambar 8 Grafik Suhu

Hasil dari pembacaan sensor suhu dapat dilihat pada gambar 8. Pada jam 07.00 pagi dengan suhu 28.5°C dengan kondisi cuaca yang cerah, di siang hari pada jam 12.00 mendapatkan hasil dari pembacaan sensor dengan suhu 31.8°C jika hasil pembacaan sensor mendapati suhu yang lebih dari 35°C maka kipas akan aktif, pada jam 16.00 mendapatkan hasil pembacaan sensor 30.2°C pada hasil pembacaan ini dalam kondisi optimal pada suhu *Greenhouse*.



Gambar 9. Grafik Pembacaan Sensor Sebelum Penyiraman

Gambar 9 menunjukkan kondisi kelembaban tanah pada saat sebelum penyiraman untuk ke empat tanaman pada jam 07.00 pagi tanah dalam kondisi **kering** pada parameter rata-rata 48% sampai 52%, pada jam 12.00 siang tanah dalam kondisi **sangat kering** dengan parameter rata-rata 30% sampai 37%, pada jam 16.00 sore tanah dalam kondisi **kering** 43% sampai 49%.



Gambar 10 Grafik Pembacaan Sensor Sesudah Penyiraman

Gambar 10 memperlihatkan kondisi kelembaban tanah pada saat setelah penyiraman untuk ke empat tanaman pada jam 07.00 pagi tanah dalam kondisi **lembab** pada parameter rata-rata 71% sampai 77%, pada jam 12.00 siang tanah dalam kondisi **lembab** dengan parameter rata-rata 71% sampai 73%, pada jam 16.00 sore tanah dalam kondisi **lembab** 70% sampai 78%.

Setelah dilakukan scalling atau pengujian terhadap sensor kelembaban tanah ADC (*Analog Digital Converter*) $5v = 1023$. Pada nilai kelembaban 70% = 700 ADC dan 300 ADC untuk 30% tingkat kelembaban tanah. Berikut penjelasan:

1. Nilai 300 menunjukkan kelembaban tanah yang cukup rendah. Tegangan keluaran dari sensor pada titik ini akan menunjukkan tingkat kelembaban tanah yang lebih rendah daripada kondisi yang ideal untuk tanaman.
2. Nilai 700 menunjukkan kelembaban tanah yang relatif lebih tinggi, tetapi masih dalam kisaran yang dapat diterima untuk pertumbuhan tanaman.

Tabel 1 Pengujian *sensor* Soil Moisture

NO	Kondisi Sensor Kelembaban Tanah	Sensor Nilai ADC	Nilai Persentase
1	Sangat Kering	0-305.9	0-30%
2	Kering	305.9-511.5	31-50%
3	Normal / Lembab	521.5-716.1	51-70%
4	Basah	726.1-910.7	71-90%
5	Sangat Basah	920.7-1023.0	91-100%

Tabel 1 memperlihatkan hasil pengujian sensor kelembaban tanah terhadap berbagai kondisi kelembaban tanah yang diamati oleh sensor, bersama dengan rentang nilai ADC yang terkait persentase kelembaban tanah yang sesuai dengan setiap kondisi.

Sangat Kering: Rentang nilai ADC dari 0 hingga 305.9 menunjukkan kondisi tanah yang sangat kering. Ini biasanya terjadi ketika tanah benar-benar kekurangan air dan memerlukan irigasi atau penyiraman tambahan. Persentase kelembaban tanah dalam rentang ini berada antara 0 hingga 30%.

Kering: Rentang nilai ADC dari 305.9 hingga 511.5 menunjukkan kondisi tanah yang kering. Meskipun tidak seburuk saat sangat kering, tanah masih membutuhkan penyiraman untuk menjaga kelembabannya. Persentase kelembaban tanah dalam rentang ini berada antara 31 hingga 50%.

Normal / Lembab: Rentang nilai ADC dari 521.5 hingga 716.1 menunjukkan kondisi tanah yang normal atau lembab. Ini adalah kondisi ideal di mana tanah memiliki kelembaban yang cukup untuk mendukung pertumbuhan tanaman tanpa risiko kelebihan air. Persentase kelembaban tanah dalam rentang ini diperkirakan berada antara 51 hingga 70%.

Basah: Rentang nilai ADC dari 726.1 hingga 910.7 menunjukkan kondisi tanah yang basah. Ini terjadi ketika tanah memiliki kelebihan air, yang bisa menjadi masalah karena dapat mengakibatkan akumulasi air di sekitar akar tanaman dan memicu kondisi pembusukan. Persentase kelembaban tanah dalam rentang ini diperkirakan berada antara 71 hingga 90%.

Sangat Basah: Rentang nilai ADC dari 920.7 hingga 1023.0 menunjukkan kondisi tanah yang sangat basah. Ini adalah kondisi yang

tidak diinginkan di mana tanah tergenang air secara berlebihan, yang dapat menghambat pertumbuhan tanaman dan bahkan menyebabkan kebusukan akar. Persentase kelembaban tanah dalam rentang ini diperkirakan berada antara 91 hingga 100% Pengiriman data dari setiap sensor dengan menggunakan ESP8266 dengan menggunakan komponen ini dapat mengirim data yang diterima dari arduino lalu ke ESP8266 berupa serial komunikasi kemudian dikirim pada *thingspeak* memudahkan untuk memonitoring sistem fertigasi.



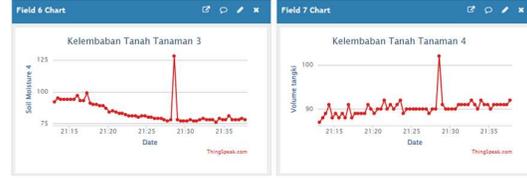
Gambar 11. Hasil data dari Sensor Dht22 dan Ultrasonik

Gambar 11 menunjukkan hasil dari data pengukuran sensor DHT22 dan Ultrasonik yang ditampilkan pada platform *thingspeak* secara *real-time*. Data dari suhu *Greenhouse* di angka 28.7°C, dan data dari ketinggian air pupuk yang ada pada tangki 55cm.



Gambar 12. Hasil Data dari Sensor *Soil Moisture* 1 dan 2

Gambar 12 menunjukkan hasil pengukuran dari sensor *Soil Moisture* 1 dan 2 untuk kelembaban tanah pada *thingspeak*, tanaman 1 menunjukkan kelembaban 100% ini termasuk parameter kelembaban sangat lembab. Untuk kelembaban tanah pada tanaman 2 menunjukkan kelembaban 77% ini termasuk kelembaban parameter lembab.



Gambar 13. Hasil Data dari Sensor *Soil Moisture* 3 dan 4

Gambar 13 memperlihatkan dari pengukuran sensor *Soil Moisture* 1 dan 2 pada *thingspeak*, untuk kelembaban tanah pada tanaman 3 menunjukkan kelembaban 76% ini termasuk kelembaban parameter lembab. Untuk kelembaban tanah pada tanaman 4 menunjukkan kelembaban 91% ini termasuk kelembaban parameter sangat lembab.

Proses ini melakukan pengujian terhadap sensor dan membandingkan nilai yang di dapat pada sensor dengan pengukuran konvensional menggunakan termometer digital merk HTC-1 Termometer

Tabel 2 Perbandingan pada Suhu

Waktu	Cuaca	Pengukuran Sensor	Pengukuran Konvensional
07.00	Cerah	29.1°C	29.6°C
12.00	Mendung	30.8 °C	30.3°C
16.00	Hujan Gerimis	30°C	28.9°C

Pada Tabel 2 pada perbandingan pengukuran yang di dapat pada data sensor DHT22 dan data pada pengukuran konvensional, pengukuran ini di ambil pada hari Senin. Penjelasan sebagai Berikut: Pada pukul 07.00 dalam kondisi cuaca cerah, sensor suhu digital mencatat suhu sebesar 29.1°C, sedangkan pengukuran dengan termometer konvensional mencatat suhu sedikit lebih tinggi, yaitu 29.6°C. Perbedaan ini disebabkan oleh faktor-faktor seperti posisi sensor dan termometer, paparan langsung terhadap sinar matahari.

Pada pukul 12.00 dalam kondisi mendung, sensor suhu digital mencatat suhu sebesar 30.8°C, sedangkan pengukuran dengan termometer konvensional mencatat suhu sebesar 30.3°C. Meskipun mendung, sensor suhu menunjukkan suhu yang sedikit lebih tinggi dibandingkan pengukuran konvensional. Hal ini bisa disebabkan oleh variasi dalam sensitivitas atau presisi masing-masing perangkat.

Pada pukul 16.00 dalam kondisi hujan gerimis, sensor suhu digital mencatat suhu sebesar 30°C, sedangkan pengukuran dengan termometer konvensional mencatat suhu sebesar 28.9°C. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan pengaruh hujan terhadap perangkat.

Tabel 3 Perbandingan pada Kelembaban Tanah

Waktu	Pengukuran Sensor	Pengukuran Konvensional
07.00	48-52%	51-59%
12.00	30-37%,	37-41%
16.00	43-49%.	67-75%

Pada Tabel 3 perbandingan pengukuran yang diperoleh pada data sensor *Capasitive Soil Moisture* dan data pada pengukuran konvensional menggunakan alat ukur kelembaban tanah merk, pengukuran ini di ambil pada hari senin. Penjelasan sebagai Berikut:

Pada pukul 07.00, sensor kelembaban tanah menunjukkan rentang kelembaban antara 48 hingga 52%, sedangkan pengukuran konvensional menunjukkan rentang yang sedikit lebih tinggi, yaitu antara 51 hingga 59%. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi alami dalam kelembaban tanah di area yang diukur.

Pada pukul 12.00, sensor kelembaban tanah menunjukkan rentang kelembaban antara 30 hingga 37%, sedangkan pengukuran konvensional menunjukkan rentang yang sedikit lebih tinggi, yaitu antara 37 hingga 41%. Perbedaan ini bisa disebabkan oleh cuaca dari lingkungan sekitar tanaman.

Pada pukul 16.00, sensor kelembaban tanah menunjukkan rentang kelembaban antara 43 hingga 49%, sedangkan pengukuran

konvensional menunjukkan rentang yang jauh lebih tinggi, yaitu antara 67 hingga 75%. Perbedaan ini cukup signifikan disebabkan oleh faktor lingkungan, seperti kondisi tanah pengukuran atau adanya gangguan pada perangkat pengukuran konvensional.

4. Kesimpulan dan Saran

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Sistem Fertigasi tetes otomatis diterapkan pada pembudidayaan tanaman cabai *Carolina Reaper* dapat berfungsi dengan baik, diperoleh pembacaan data yang mendekati dengan alat ukur standar yang digunakan pada pengukuran suhu.
2. Penggunaan teknologi IoT menggunakan platform *thingspeak* dapat menampilkan hasil dari data sensor suhu, sensor kelembaban tanah, dan juga sensor ultrasonik untuk pembacaan persediaan pupuk dengan delay rata-rata 25 detik.

Beberapa saran yang dapat dipertimbangkan untuk perbaikan sistem ini antara lain :

1. Menggunakan sensor ultrasonic waterproof untuk bagian pengukuran volume persediaan pupuk cair agar tahan terhadap uap air di dalam tangki.
2. Menggunakan buzzer sebagai pengingat ketika persediaan pupuk cair menipis dan menambahkan fan pada *Greenhouse* guna untuk membantu menurunkan suhu ketika suhu dalam *greenhouse* tinggi.
3. Menggunakan *mini pump* bila proses penetasan dengan gravitasi tidak memberikan hasil yang baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Fajar, A., Abdullah, S. H., & Priyati, A. P. (2018). Rancang bangun dan uji kinerja sistem kontrol fertigasi dengan irigasi tetes. *Jurnal Agrotek Ummat*, 5(1), 19-29.
- [2] Ziaulhaq, W., & Amalia, D. R. (2022). Pelaksanaan Budidaya Cabai Rawit sebagai Kebutuhan Pangan Masyarakat. *Indonesian Journal of Agriculture and Environmental Analytics*, 1(1), 27–36.
- [3] Dwicahyo, A., Widodo, H. A., & Nugraha,

- A. T. (2021). Purwarupa *Monitoring* Fresh Water Tank pada Kapal Berbasis Mikrokontroler. *Elektriase: Jurnal Sains dan Teknologi Elektro*, 11(01), 12-19..
- [4] Pasimpangan, I. G. A. N. P., Widia, I. W., Wijaya, I. M. A. S., & Budisanjaya, I. P. G. (2021). Rancang Bangun Sistem Pemantau Dan Pengendali Iklim Mikro *Greenhouse* Berbasis Android. *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 10(1), 45.