

# Implementasi Sensor NPK pada Sistem Internet of Things (IoT) untuk Deteksi Pertumbuhan Tanaman Cabai

Rusli<sup>1</sup>, Jufriadi<sup>2</sup>, Jamilah<sup>3</sup>, Nasri, Zulkifli<sup>5\*</sup>

<sup>1,4</sup> Jurusan Teknik Elektro, <sup>2,5</sup> Jurusan Teknik Mesin, <sup>3</sup> Jurusan Teknologi Informasi dan Komputer Politeknik Negeri Lhokseumawe

Jln. B.Aceh Medan Km.280 Buketrata 24301 INDONESIA

rusli@pnl.ac.id

**Abstrak**— Indonesia merupakan negara agraris dengan komoditas cabai (*Capsicum sp.*) yang memiliki nilai ekonomi tinggi. Namun, faktor cuaca tidak menentu, biaya tenaga kerja yang tinggi, serta serangan hama sering menyebabkan gagal panen dan fluktuasi harga. Penelitian ini bertujuan mengembangkan sistem pemantauan dan pengendalian budidaya cabai berbasis IoT yang terintegrasi secara real-time dengan sensor kelembapan, pH, dan modul pengendalian hama, guna meningkatkan efisiensi serta mengurangi intervensi manual. Metode penelitian meliputi analisis kebutuhan mitra, perancangan dan pembangunan prototipe, pengujian laboratorium, serta uji lapangan pada berbagai kondisi cuaca. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem mampu memantau parameter lingkungan secara real-time dan mengaktifkan aktuator secara otomatis berdasarkan nilai ambang yang ditentukan. Dengan Tingkat Kesiapan Teknologi (TKT) level 3, sistem ini menunjukkan potensi meningkatkan efisiensi produksi, mengurangi ketergantungan tenaga kerja, serta mendukung ketahanan pangan melalui penerapan pertanian presisi.

**Kata kunci**— Cabai, Profit, Efisiensi, IoT, Pangan.

**Abstract**— Indonesia is an agrarian country with chili (*Capsicum sp.*) as one of its high economic value commodities. However, unpredictable weather conditions, high labor costs, and pest attacks often cause crop failures and price fluctuations. This study aims to develop an IoT-based chili cultivation monitoring and control system that is integrated in real-time with humidity, pH, and pest control modules to improve efficiency and reduce manual intervention. The research methods include partner needs analysis, prototype design and development, laboratory testing, and field trials under various weather conditions. The test results show that the system can monitor environmental parameters in real-time and automatically activate actuators based on predefined threshold values. With a Technology Readiness Level (TRL) of 3, this system demonstrates the potential to increase production efficiency, reduce labor dependency, and support food security through the application of precision agriculture.

**Keywords**— Chili, Profit, Efficiency, IoT, Food

## I. PENDAHULUAN

### I.1 Latar Belakang

Pemerintah Kota Lhokseumawe mendorong pemanfaatan pekarangan dan lahan kosong untuk memenuhi kebutuhan pangan murah masyarakat, dengan cabai sebagai komoditas utama. Sistem budidaya yang masih konvensional menyebabkan pertumbuhan tidak merata dan hasil panen kurang optimal karena faktor kelembaban, pH tanah, nutrisi, cahaya, curah hujan, dan hama tidak diperhatikan secara terukur [3]. Oleh karena itu, diperlukan penerapan teknologi *Internet of Things* (IoT) menuju pertanian presisi guna meningkatkan efisiensi lahan, air, pupuk, dan pertumbuhan tanaman sehingga keuntungan meningkat. Penelitian ini mendukung prioritas riset nasional dalam ketahanan pangan serta penerapan teknologi tepat guna sebagai bagian dari tridarma Pendidikan [2].

### I.2 Masalah Penelitian

Budidaya cabai masyarakat masih konvensional tanpa memperhatikan faktor kelembaban, pH tanah, nutrisi, cahaya, curah hujan, dan pengendalian hama secara terukur, sehingga pertumbuhan tidak merata dan hasil panen kurang maksimal [1], [3]. Permasalahan lain mencakup penyusutan lahan, isu ketahanan pangan, kebutuhan pertanian berkelanjutan dan organik, serta pemanfaatan energi murah dan terbarukan. Tingginya biaya tenaga kerja juga menurunkan profit. Studi kelayakan menunjukkan usaha budidaya cabai memiliki R/C

ratio 1,56 dan B/C ratio 0,96, yang berarti usaha ini masih menguntungkan tetapi dengan manfaat relatif kecil [6].

### I.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan mengendalikan anomali cuaca, hama, dan kecukupan nutrisi yang menjadi penyebab gagal panen cabai melalui pemantauan serta pengendalian kelembaban tanah, pH, suhu, nutrisi, dan pemberian fungisida berbasis IoT [2], [4], [5]. Sistem dilengkapi energi listrik dari solar cell untuk menekan biaya operasional dan mengurangi ketergantungan tenaga kerja. Hasil penelitian diharapkan menurunkan risiko gagal panen, mendukung ketahanan pangan, serta sejalan dengan prioritas riset nasional dan tridarma pendidikan.

### I.4 Hipotesis Penelitian

Hasil penelitian produk ini sejalan dengan prioritas riset nasional di bidang kemandirian, ketahanan pangan dan energi serta mendukung fokus bidang riset dan restra penelitian Politeknik Negeri Lhokseumawe menyangkut ketahanan pangan dan penerapan teknologi tepat guna dalam memecahkan permasalahan di masyarakat maupun di kampus

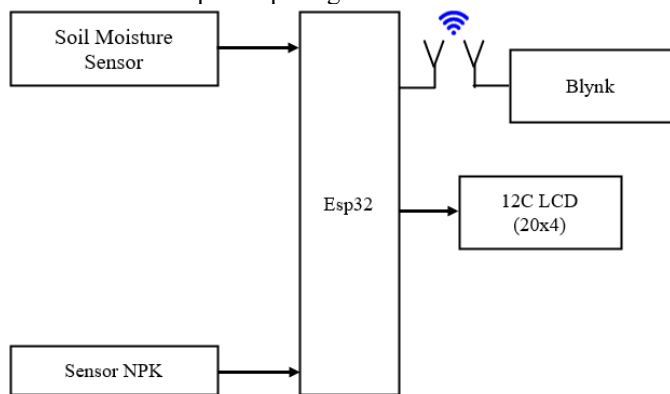
## II. METODOLOGI PENELITIAN

## II.1 Metode Penelitian

Untuk mencapai penelitian, maka kegiatan penelitian dibagi dalam beberapa tahapan. Pembagian tahapan dilakukan untuk memudahkan penyusunan target capaian dalam waktu yang telah ditetapkan. Tahap-tahap pelaksanaan penelitian akan dilaksanakan sebagai berikut:

Tahap pertama, analisis kebutuhan melalui diskusi dengan petani untuk mengidentifikasi permasalahan dan merancang sistem tanam cabai cerdas yang bertujuan menekan risiko gagal panen, meningkatkan produktivitas, serta mengurangi biaya operasional sehingga keuntungan petani dapat meningkat.

Tahap kedua, perancangan dan pembangunan sistem tanam cabai cerdas yang menjadi tahap krusial dalam menentukan keberhasilan penelitian. Rancangan sistem tanam cerdas yang akan dibuat ditampilkan pada gambar 1.



Gambar 1. Perancangan dan Membangun Sistem Tanam Cabai Cerdas

Keterangan blok diagram sebagai berikut:

1. LCD 20x4 I2C digunakan sebagai output.
2. Sensor YL-69 digunakan untuk mengukur kelembaban pada media tanam
3. Sensor NPK digunakan untuk mendeteksi kadar unsur hara pada media tanam.
4. ESP32 digunakan sebagai pengendali dari keseluruhan sistem.
5. LCD berfungsi untuk menampilkan nilai pengukuran sensor.
6. Smartphone digunakan sebagai media monitoring pada aplikasi blynk.

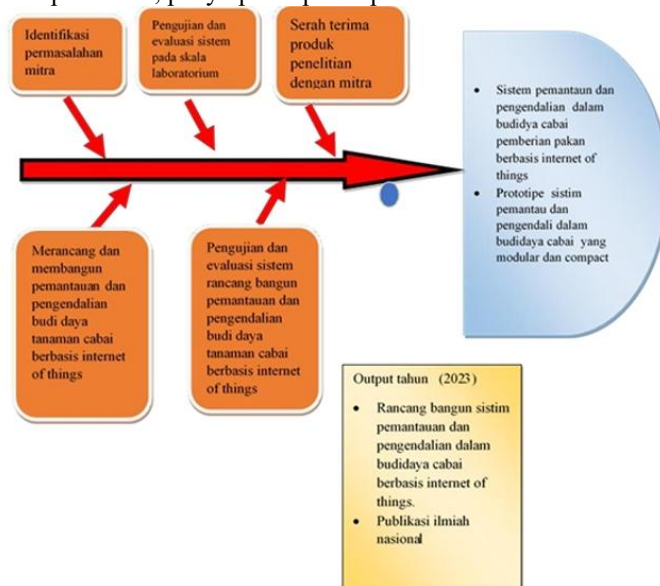
Penelitian ini membuat sistem monitoring tanaman cabai berbasis ESP32 untuk mengoptimalkan penggunaan pestisida. Sistem dipantau secara **realtime** melalui aplikasi Blynk dan dilengkapi sensor kelembaban YL-69, sensor NPK, serta I2C LCD. Penerapan pestisida penting karena cabai rentan terhadap serangan hama seperti kumbang epilachna, aphid, ulat grayak, tungau, thrips, lalat buah, dan kutu putih yang merusak daun hingga keriting.

Tahap ketiga, pengujian sistem dilakukan secara simulasi skala laboratorium menggunakan polybag untuk memastikan sistem berjalan sesuai rencana, meliputi uji sensitivitas dan akurasi sensor, respon kontrol, konektivitas smartphone, pemilihan provider jaringan, format dan jumlah data, kebutuhan bandwidth, serta fungsi alat pendukung. Sebelum pengujian, seluruh sensor dan alat ukur dikalibrasi agar hasil lebih akurat.

Tahap keempat, pengujian sistem dilakukan di lapangan untuk membandingkan hasil dengan kondisi laboratorium serta memastikan perangkat mampu bekerja pada lingkungan ekstrem. Data dikumpulkan dalam berbagai kondisi cuaca untuk menguji multitasking, kestabilan pengiriman data, dan akurasi sensor. Sistem dilengkapi IP Camera agar petani dapat memantau pertumbuhan cabai secara *real-time*. Untuk efisiensi energi, alat menggunakan solar cell dan baterai sebagai sumber daya, sehingga biaya operasional berkurang dan keuntungan petani meningkat.

Tahap kelima, alih teknologi dilakukan melalui pelatihan penggunaan sistem budidaya cabai berbasis IoT agar petani mampu mengoperasikan alat secara mandiri. Produk hasil penelitian juga diserahkan kepada mitra untuk dimanfaatkan dalam pengembangan usaha.

Tahap keenam, penyiapan laporan penelitian dan seminar.



Gambar 2. Bagian penelitian dan indikator luaran

Daftar pustaka disusun dan ditulis berdasarkan sistem nomor sesuai dengan urutan pengutipan. Hanya pustaka yang disitasi pada usulan yang dicantumkan dalam daftar pustaka.

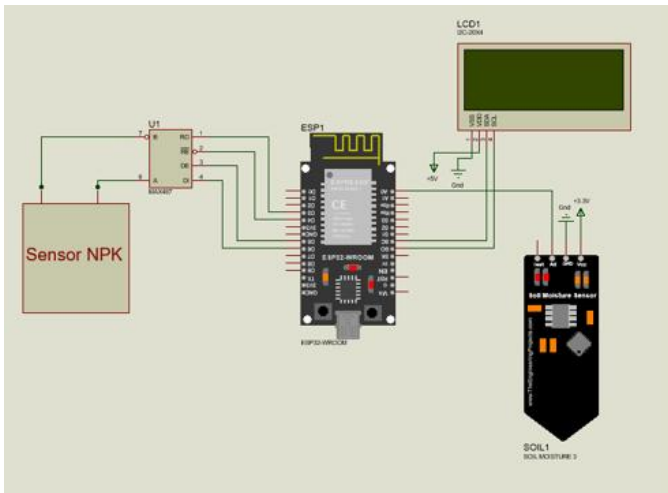
## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

### III.1 Analisa Kebutuhan Kelompok Tani Cabai

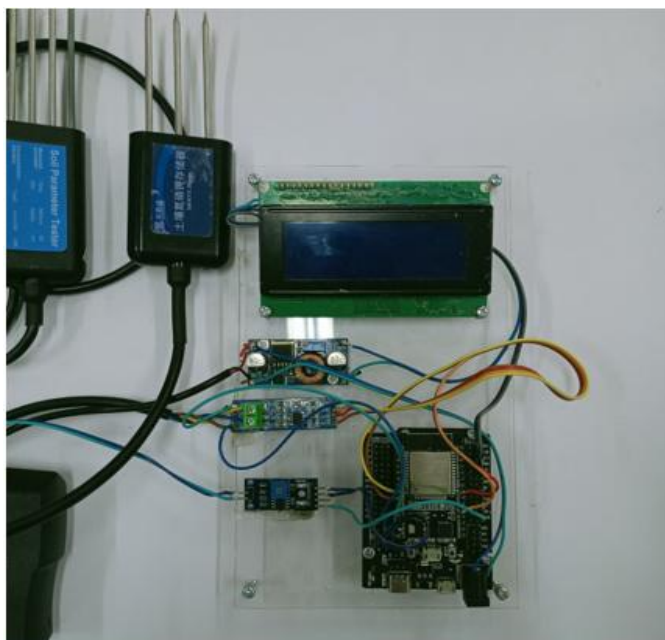
Pemanfaatan teknologi digital dapat memaksimalkan hasil panen tanaman cabai yang selama ini terbilang masih rendah. Dengan semakin berkembangnya teknologi digital berbasis *IoT*, maka para petani cabai mencoba menerapkan teknologi ini pada lahan pertanian mereka, dengan harapan hasil panen cabai mereka akan mengalami peningkatan dan terkelola dengan efisien. Dimana alat ini dapat dimonitor secara langsung melalui perangkat *smartphone*.

### III.2 Perancangan dan Analisis Sistem

Pada penelitian ini telah di rancang sebuah alat pendeteksi unsur hara dan penyakit pada tanaman cabai berbasis ESP32, adapun bentuk perancangan alat pendeteksi ini dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Rancangan Alat Pendeteksi Unsur Hara dan Penyakit pada Tanaman Cabai



Gambar 4. Hasil Rancangan Alat Pendeteksi Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis Internet Of Things (Iot) Berbasis Sensor Npk

Tujuan pengujian ini adalah untuk mengetahui kinerja sistem yang telah dibuat, mengidentifikasi penyebab ketidaksempurnaan alat, serta memperoleh data dari setiap blok rangkaian pada alat “Pendeteksi Pertumbuhan Tanaman Cabai Berbasis IoT dengan Sensor NPK”. Hasil pengujian dijadikan acuan dalam pengambilan kesimpulan untuk penyelesaian proyek. Pengujian ini dilakukan pada tiap-tiap blok rangkaian elektronik yang terdapat pada alat monitoring tanaman cabai, blok yang akan dilakukan pengujian dan di analisa yaitu:

1. Pengukuran tegangan.
2. Pengujian Sensor Soil Moisture Sensor
3. Pengujian NPK
4. Pengujian Keseluruhan Sistem
5. Pengujian Tanah Kompos

### III.3 Pengukuran Tegangan

Pengukuran konsumsi daya dilakukan untuk mengetahui kebutuhan energi pada keseluruhan alat. Prosedur

dilakukandengan menyiapkan rangkaian dan multimeter digital, kemudian menghubungkan catu daya, mengamati keluaran tegangan serta arus, dan mencatat hasil pengukuran ke dalam tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Tegangan dan Arus

No	Sumber	Arus (mA)	Tegangan (Volt)	Daya (Watt)
1.	Mikrokontroler ESP32	8.00	5.00	0.32
2.	Sensor NPK	20.00	5.00	0.1
3.	Soil Moisture Sensor (YI-69)	5.00	3.30	0.16
4.	LCD	30.00	5.00	0.125
5.	RS485	20.00	5.00	0.1

Berdasarkan data Tabel IV.1, dapat dianalisis bahwa konsumsi arus dan tegangan tiap modul berbeda sesuai kebutuhannya. Power supply 12V 4Ah digunakan untuk menyuplai seluruh perangkat. Mikrokontroler ESP32 membutuhkan 5V/8mA, sensor NPK 5V/0,20mA, sensor YL-69 3,3V/5mA, dan LCD 5V/30mA. Perhitungan daya dilakukan dengan rumus  $P = V \times I$ . Jika tegangan atau arus tidak mencukupi, kinerja modul tidak maksimal bahkan bisa tidak berfungsi. Oleh karena itu, pemilihan power supply yang sesuai sangat penting bagi keberhasilan proyek ini.

### III.4 Pengujian Sensor NPK dan Analisa

Berikut ini adalah gambar perbandingan yang ditampilkan pada aplikasi *blinky* sensor.



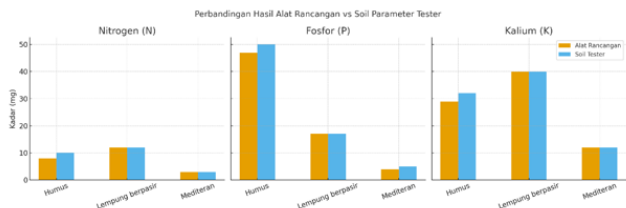
Gambar 5. Perbandingan Alat dengan Soil Parameter Tester

Pengujian sensor sangat penting dilakukan dikarenakan untuk mengetahui perbedaan nilai nitrogen, phosphor dan kalium yang akan diukur pada proyek ini. Berikut merupakan hasil pengujian yang ditunjukkan pada tabel 2.

Tabel 2. Pengujian Sensor NPK

No	Jenis Tanah	Alat Rancangan			Soil Parameter Tester		
		N (mg)	P (mg)	K (mg)	N (mg)	P (mg)	K (mg)
1	Humus	8	47	29	10	50	32
2	Lempung berpasir	12	17	40	12	17	40

3	Meditera	3	4	12	3	5	12
---	----------	---	---	----	---	---	----

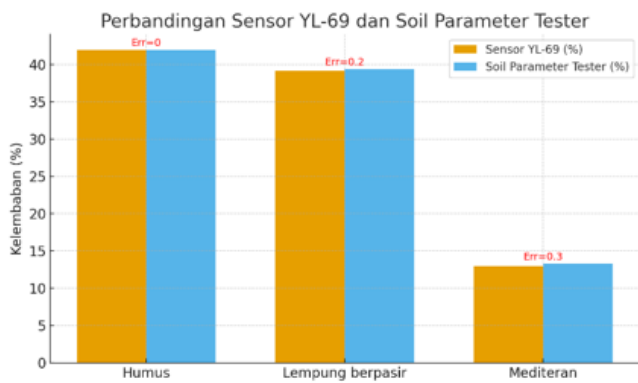


Gambar 6. Grafik hasil pengukuran kadar NPK

Berdasarkan tabel, pengujian sensor NPK pada alat rancangan dibandingkan dengan *soil parameter tester* dilakukan pada tiga jenis tanah: humus, lempung berpasir, dan mediteran. Tanah humus kaya bahan organik, lempung berpasir bersifat gembur dengan drainase baik, sedangkan tanah mediteran berupa tanah liat yang cocok ditanam meski memerlukan drainase lebih optimal. Hasil pengukuran menunjukkan selisih kecil (1–3) yang kemungkinan dipengaruhi perbedaan kalibrasi dan akurasi sensor. Selisih ini hanya terjadi pada beberapa pembacaan, sehingga data tetap dapat dianggap sesuai dengan kandungan asli unsur tanah. Hasil uji sensor kelembaban tanah ditampilkan pada tabel 3.

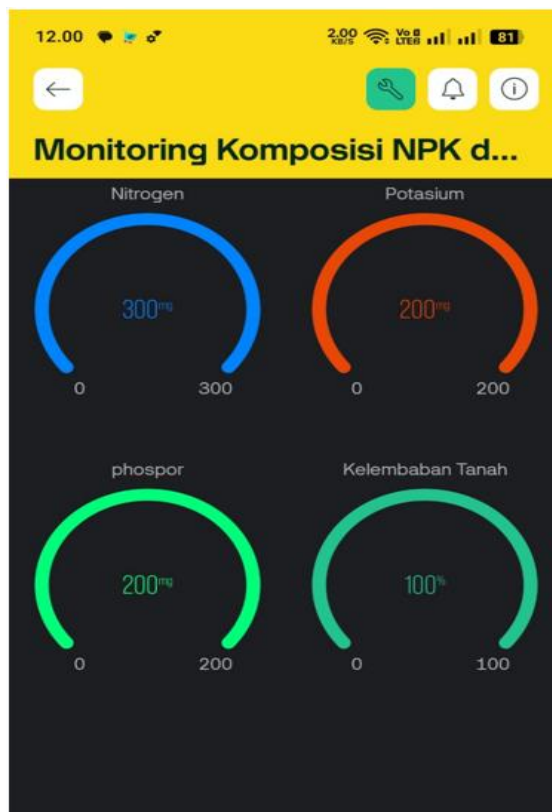
Tabel 3. Pengujian Kelembaban Sensor Soil Moisture

No	Jenis Tanah	Sensor YL-69 (%)	Soil Parameter Tester (%)	Selisih nilai error
1	Humus	42,0	42,0	0
2	Lempung berpasir	39,2	39,4	0,2
3	Meditera	13,0	13,3	0,3



Gambar 7. Grafik hasil perbandingan sensor kelembaban

Berdasarkan hasil pengujian, sensor kelembaban tanah terbukti memiliki akurasi sangat tinggi dibandingkan *soil parameter tester*. Pada tanah humus, hasil pengukuran identik (42,0%), sedangkan pada tanah lempung berpasir dan mediteran hanya terdapat selisih 0,2% dan 0,3%. Rata-rata error sekitar 0,17%, jauh lebih kecil dari toleransi umum sensor kelembaban (2–5%). Hal ini membuktikan bahwa sensor memberikan hasil yang konsisten dan andal pada berbagai jenis tanah. Tampilan hasil pengukuran dapat dilihat pada widget aplikasi Blynk di gambar 8..



Gambar 8. Widget pada *smartphone*

#### IV. KESIMPULAN

##### IV. 1 Kesimpulan

Penelitian ini berhasil merancang sistem monitoring dan pengendalian budidaya cabai berbasis IoT menggunakan ESP32, sensor NPK, sensor kelembapan YL-69, LCD I2C, dan aplikasi Blynk. Hasil pengujian menunjukkan akurasi tinggi dengan rata-rata error kelembapan hanya 0,17%, sehingga data yang dihasilkan dapat diandalkan. Sistem bekerja stabil pada berbagai kondisi tanah dan cuaca, serta didukung oleh sumber energi solar cell yang efektif menekan biaya operasional.

Secara ilmiah, penelitian ini berkontribusi dalam pengembangan penerapan teknologi IoT di sektor pertanian presisi, khususnya untuk pemantauan unsur hara dan kelembapan tanah secara real-time. Potensi penerapan sistem di lapangan sangat besar karena perangkat dirancang modular, hemat energi, dan mudah dioperasikan oleh petani. Dengan demikian, sistem ini dapat meningkatkan efisiensi produksi, menekan risiko gagal panen, serta mendukung ketahanan pangan nasional melalui adopsi teknologi tepat guna.

#### REFERENSI

- [1] Fahmi zikra, koredianto usman, raditiana patmasari, 2021, Deteksi penyakit cabai berdasarkan citra daun menggunakan metode gray level co-occurrence matrix dan support vector machine, prosiding seminar nasional darmajaya, vol.1.no.1, e-ISSN 2598-0238, p-ISSN 2598-0246.
- [2] Adimas Ketut Nalendra, M.Mujiono, 2020, Perancangan IoT (Internet Of Things) pada sistim Irigasi Tanaman cabai, Generation Journal, Vol.4.No.2, e-ISSN 2549, p- ISSN 2380-4952.
- [3] Ajis, Wahyu Harso, 2020, Pengaruh intensitas cahaya matahari dan ketersediaan air terhadap pertumbuhan cabai rawit, Jurnal Biocoelbes, Vol.4.No.1 e-ISSN 2580-5991, p-ISSN 1970-6417.
- [4] Saleh Dwiyatno, Erni krisnaningsih, Dede Ryan Hidayat, Sulistiono, 2022, Smart Agriculture monitoring penyiramana tanaman berbasis

- internet of things, Jurnal Prosisco, Vol.9.No.1 e-ISSN 2406-7733, p-2597-9922.
- [5] Emmalia Adriantantri, Joseph Desy Irawan, 2018, Impementasi IoT pada remote monitoring dan controling green.
- [6] Arifah Astining Cahaya, Rika herawaty,2020, Karakteristik petani dan kelayakan usaha tani cabai besar (*capsicum Annum*) dan cabai rawit (*capicicum Frutenscen*) di sumatra utara, jurnal agricore, vol 5 No. 1, e-ISSN 2615-7411.
- [7] www.BPS.co.id, 2020, produktivitas tanaman cabai
- [8] <https://www.microthings.id/product/soil-temperature-and-humidity-sensor/>. diakses. 20 September 2024.
- [9] <https://darmasakti.com/jual/rs485-soil-npk-ph-ec-temp-humidity-sensor-tester-7-in-1-soil>. diakses. 20 September 2024