

RANCANG BANGUN PENYIRAMAN OTOMATIS UNTUK TANAMAN CABAI MERAH DENGAN MENGGUNAKAN SENSOR KELEMBAPAN TANAH BERBASIS IoT

Fatia Yasmin Hendry¹, Tedy Kusuma^{2,3}, Afritha Amelia³

Teknik Telekomunikasi^{1,3}, Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

Teknik Listrik², Teknik Elektro, Politeknik Negeri Medan

fatiayasminhendry@students.polmed.ac.id¹, tedykusuma@students.polmed.ac.id²,
afrithaamelia@polmed.ac.id³

ABSTRAK

Kelembapan tanah berperan penting dalam pertumbuhan tanaman cabai. Ketidakseimbangan kelembapan akibat penyiraman manual dapat menurunkan kualitas dan hasil panen. Saat ini, banyak petani masih menyiram secara manual, memerlukan waktu, tenaga, dan biaya yang lebih besar. Untuk mengatasi masalah ini, dikembangkan sistem penyiraman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT). Sistem ini mengendalikan pompa air secara otomatis berdasarkan kelembapan tanah, memastikan kondisi ideal untuk pertumbuhan cabai. Aplikasi Blynk memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh secara real-time, menampilkan data kelembapan, suhu, dan status pompa dengan akurat. Solusi ini diharapkan mengurangi gagal panen serta meningkatkan efisiensi penggunaan tenaga, waktu, dan biaya. Komponen utama yang diuji meliputi ESP8266 NodeMCU, sensor DHT11, soil moisture sensor, relai 2 channel, LCD i2c 16x2, mini pump motor DC, dan power supply 5V 3A. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan sensor sangat kecil: 0.01 pada soil moisture sensor dan 0.1 pada DHT11, dengan akurasi tinggi pada pH dan suhu, masing-masing 6.83 dan 30°C. Meskipun terdapat sedikit perbedaan antara pembacaan aplikasi Blynk dan alat ukur, kesalahan masih dalam batas wajar, memastikan keandalan sistem.

Kata Kunci : Sensor, Kelembapan Tanah, Penyiraman Tanaman Cabai Merah, *Internet of Things* (IoT)

PENDAHULUAN

Kelembapan tanah adalah jumlah air yang tersimpan di antara pori-pori tanah di atas permukaan air tanah. Salah satu faktor penting dalam perubahan air dan energi panas antara permukaan dan atmosfer melalui evaporasi dan transpirasi adalah kelembapan tanah yang sangat dinamis. Namun demikian, perlu diingat bahwa tingkat kelembapan tanah yang tinggi dapat menyebabkan kesulitan dalam proses pemanenan hasil pertanian dan perkebunan.

Cabai merah juga dikenal sebagai *Capsicum Annuum*, adalah sayuran yang tidak bisa lepas akan kebutuhan harian kita. Tanaman ini banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan vitamin dan mineral untuk pertumbuhan dan kesehatan. Pembudidayaan tanaman Cabai membutuhkan perhatian khusus karena jika tanaman ini tidak mendapatkan kondisi atau keadaan yang baik maka tanaman ini tidak dapat tumbuh dengan baik, misalnya jika tingkat kelembapan tanah yang tidak sesuai maka tanaman cabai akan lambat berbuah dan bahkan tidak berbuah sama sekali. Tingkat kelembapan tanah yang umumnya ideal bagi tanaman cabai adalah 60% - 70% (Girsang, 2008).

Untuk tanaman cabai pH tanah ideal berkisar antara 5,5 hingga 7,0. Untuk suhu udara yang baik untuk pertumbuhan tanaman cabai merah adalah pada suhu malam di bawah 16°C dan suhu siang hari di atas 32°C dapat menggagalkan pembuahan (Knott dan Deanon, 1970). Tanaman masih disiram secara manual saat ini, yang menyebabkan kerugian waktu dan tenaga. Selain itu, metode manual ini juga mengakibatkan pemborosan air dan menyebabkan tanaman layu karena menerima terlalu banyak air, melebihi kebutuhan yang sebenarnya. Perkembangan teknologi yang pesat saat ini bertujuan untuk mempermudah berbagai aktivitas manusia.

Pada rancang bangun ini akan menggunakan beberapa sensor, termasuk sensor kelembapan dan suhu DHT11, dan *soil moisture sensor*. Relai 2 *channel* digunakan untuk mengendalikan pompa air. Pompa air dihubungkan dengan 5V 3A *power supply switching* digunakan untuk menghidupkan pompa.

Pompa air mengalirkan air yang akan disalurkan hingga sensor kelembapan tanah mendeteksi bahwa tanah telah mencapai tingkat kelembapan yang optimal. Layar LCD digunakan untuk menampilkan nilai sensor seperti kelembapan, dan status pompa air. *Soil analyzer* untuk menganalisis pH tanah, dan suhu tanah. Proyek ini menggunakan papan ESP8266 dan memiliki tombol untuk mengontrol pompa secara manual. Kemudian pada aplikasi *Blynk*, pengguna dapat melihat data *soil moisture sensor*, *temperature*, dan status pompa air.

Internet of Things (IoT)

Internet of Things (IoT) adalah teknologi yang memungkinkan banyak benda berbicara satu sama lain melalui koneksi internet. Dengan terhubung ke internet, pengguna dapat bertukar data, menggunakan kontrol jauh, dan melakukan banyak hal lainnya. Fokus utama IoT adalah untuk mempermudah tugas manusia yang biasanya menghadapi tantangan waktu dan jarak. Sensor adalah komponen pertama IoT, yang berfungsi untuk mengumpulkan data dari lingkungan sekitarnya. Tujuan dari IoT sendiri adalah untuk membuat kegiatan manusia yang biasanya terkendala oleh waktu dan jarak menjadi lebih mudah.

ESP8266 NodeMCU

NodeMCU adalah platform IoT yang bersifat *open source*. Terdiri dari perangkat keras, sistem *on chip* ESP8266 yang dibuat oleh sistem espressif ESP8266, dan *firmware* yang digunakan, yang menggunakan bahasa pemrograman *scripting Lua*. Istilah "NodeMCU" biasanya mengacu pada *firmware* yang digunakan dalam kit pengembangan perangkat keras. NodeMCU mirip dengan board Arduino ESP8266. NodeMCU adalah mikrokontroler yang sudah memiliki modul Wi-Fi Esp8266 di dalamnya, jadi NodeMCU sama seperti Arduino, tetapi kelebihanannya memiliki Wi-Fi.

Sensor DHT 11

Sensor DHT11 adalah termasuk dalam elemen resistif seperti perangkat pengukur suhu seperti NTC, dan berfungsi untuk mensensing suhu dan kelembapan objek. Ini memiliki *output* tegangan analog yang dapat diolah lebih lanjut oleh mikrokontroler. Secara umum, sensor DHT11 memiliki fitur kalibrasi nilai pembacaan suhu dan kelembapan yang cukup akurat. Data kalibrasi disimpan dalam memori program OTP, yang juga dikenal sebagai koefisien kalibrasi. Selain memiliki pin empat kaki, sensor DHT11 juga memiliki *breakout* PCB tiga kaki.

Soil Moisture Sensor

Soil Moisture Sensor adalah sensor yang memiliki kemampuan untuk mendeteksi kelembapan dalam tanah dan membantu memantau tingkat air atau kelembapan dalam tanah di sekitar tanaman. Untuk melewati arus melalui tanah, sensor ini terdiri dari dua *probe*. Selanjutnya, resistansinya dihitung untuk menghitung tingkat kelembapan. Penggunaan modul ini cukup sederhana: sensor dimasukkan ke dalam tanah dan potensiometer diatur untuk mengatur sensitifitasnya. Dengan memadukannya dengan mikrokontroler, sensor ini dapat mendeteksi tingkat kelembapan tanah secara langsung dan menunjukkan banyaknya air di dalam tanah.

Relai 2 Channel

Modul *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik untuk menggerakkan kontaktor untuk memindahkan posisi *ON* ke *OFF* atau sebaliknya dengan menggunakan tenaga listrik. Efek induksi magnet yang dihasilkan oleh kumparan induksi listrik menyebabkan peristiwa tertutup dan terbukanya kontaktor ini. Ini adalah perbedaan paling penting antara *relay* dan sakelar. Ini terjadi saat kontak berpindah dari posisi *ON* ke *OFF*.

Liquid Crystal Display (LCD) 16x2

Gambar berikut menunjukkan modul LCD 16x2, yang dapat menampilkan karakter angka, huruf, dan simbol dengan kualitas yang lebih baik dan dengan konsumsi arus yang rendah. LCD ini terdiri dari bagian penampil karakter, yang berfungsi untuk menampilkan karakter, dan bagian sistem prosesor, yang berbentuk modul dengan mikrokontroler yang terletak di bagian belakang LCD.

Push Button

Dengan sistem kerja tekan *unlock, push button* adalah perangkat/saklar sederhana yang berfungsi untuk menghubungkan atau memutuskan aliran arus listrik. Saat tombol ditekan, saklar bekerja sebagai perangkat penghubung atau pemutus aliran arus listrik, dan saat tombol tidak ditekan (dilepas), maka saklar akan kembali ke kondisi normal.

Mini Pump Motor DC

Mini pump motor DC merupakan jenis pompa kecil yang dirancang untuk beroperasi di bawah air (submersible) dan menggunakan daya listrik searah (DC) dengan tegangan rendah antara 3 - 5 VDC dan mini pump motor DC ini dapat memompa air sebanyak 240 liter per jam (240 L/h). Pompa ini sering digunakan dalam berbagai aplikasi seperti sistem penyiraman otomatis, proyek DIY, akuarium, dan pendingin komputer.

Power Supply Switching 5V 3A

Power supply switching adalah sistem konversi daya yang menggunakan prinsip beralih atau switching untuk mentransfer tegangan listrik yang berpindah dari satu tingkat ke tingkat lainnya. Dengan kata lain, rangkaian ini memiliki kemampuan untuk menghasilkan tegangan yang stabil dan memenuhi persyaratan untuk perangkat elektronik yang terhubung.

Soil Analyzer

Soil analyzer adalah alat instrumen survei tanah 4 in 1 dengan meter *digital* digunakan untuk kelembaban tanah, pH dan suhu dan penguji cahaya dengan baik. Alat ini memiliki 4 informasi paling penting yang dibutuhkan untuk kondisi pertumbuhan semua jenis tanaman *indoor* dan *outdoor* serta *virescence* taman. Ini memiliki *probe* 200mm sensitif dan jendela sensor cahaya memberikan 5 unit hasil pengukuran yang akurat & presisi, pH, kelembaban, sinar matahari, °C & °F (tanah & lingkungan).

Blynk

Blynk adalah sebagai pendukung *Internet of Things (IoT)* dapat diunduh melalui *Google Play Store*. *Blynk* adalah layanan server dengan lingkungan *mobile user* untuk sistem operasi Android dan iOS. *Blynk* dirancang untuk memungkinkan kontrol dan pemantauan *hardware* secara jarak jauh melalui komunikasi data internet, dan merupakan *dashboard digital* yang memiliki fasilitas antarmuka grafis yang dapat digunakan selama proses pembuatan proyek IoT. *Blynk* adalah pilihan yang ideal untuk antarmuka proyek IoT sederhana seperti pemantauan suhu atau pengontrol lampu dari jarak jauh karena kemampuan untuk menyimpan dan menampilkan data secara visual menggunakan angka, warna, dan grafis membuatnya semakin mudah saat memulai proyek di bidang *Internet of Things*.

TINJAUAN PUSTAKA

Penelitian oleh Mahardika (2020) “Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Alat Siram Tanaman Cabai Dengan Sensor Soil Moisture Berbasis IoT menghasilkan integrasi teknologi IoT untuk mengontrol kelembaban tanah di lahan tanaman cabai secara *remote*, menanggapi kebutuhan akan alat tersebut di Indonesia. Pengujian juga dilakukan pada 10 *sample* tanah berbeda, menunjukkan konsistensi pembacaan sensor. Sistem ini memungkinkan pengguna untuk mengontrol kelembaban tanah dari jarak jauh melalui perangkat *basephone*. Implementasi sistem ini telah berhasil, memberikan informasi yang akurat terkait kelembaban tanah dan ketersediaan nutrisi tanaman tanpa pengaruh dari kelembaban tanah. Meskipun demikian, kurang terang tentang dampak positif yang diperoleh seperti peningkatan produktivitas, efisiensi penggunaan air, atau peningkatan kualitas hasil tanaman.

Penelitian oleh Hendriawan, dkk (2023) berjudul “Prototype Sistem Alat Penyiraman Tanaman Cabai Otomatis Berbasis Web Menggunakan Mikrokontroler NodeMCU ESP8266” menghasilkan sistem prototype untuk alat penyiraman tanaman cabai otomatis dengan menggunakan metode *prototype* dan melakukan pengujian komponen. Hasilnya adalah sistem yang memantau kelembaban tanah dan suhu secara otomatis melalui *web server* terhubung dengan NodeMCU ESP8266, serta mengaktifkan penyiraman saat kelembaban tanah rendah. Ini membantu meningkatkan hasil panen dan mengurangi

kerugian akibat kekurangan air. Alat ini juga membutuhkan peningkatan sistem monitoring berbasis *mobile* dan kualitas sensor untuk deteksi kelembaban tanah yang lebih akurat.

Penelitian oleh Priyono, dkk (2023) berjudul “Rancang Bangun Alat Kontrol Tanaman Cabai di Luar Ruang Berbasis *Internet of Things*” menghasilkan rancang sistem yang mendeteksi suhu dan kelembaban tanah serta memberikan notifikasi dan aksi penyiraman otomatis saat terjadi ketidakseimbangan. Alat ini dirancang untuk memberikan solusi otomatis dalam memantau dan mengontrol kondisi tanah di sekitar tanaman cabai, dengan memberikan notifikasi dan melakukan penyiraman otomatis saat terjadi ketidakseimbangan suhu dan kelembaban. Selain itu, peneliti juga mengidentifikasi kebutuhan akan sensor yang lebih akurat dan perbaikan pada sistem notifikasi untuk meningkatkan kinerja alat kontrol tanaman cabai.

Penelitian oleh Hendriawan, dkk (2022) berjudul “Perancangan Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah Berbasis IoT” menghasilkan sensor kelembaban tanah berbasis IoT untuk pengontrolan dan pemantauan alat penyiraman tanaman secara *real-time*, menampilkan status pompa air berdasarkan kondisi sensor. Pengujian dilakukan pada sensor kelembaban tanah, relai 2 *channel*, dan sistem penyiraman otomatis melalui aplikasi *Blynk*, dengan fokus pada pengukuran, analisis, dan kinerja sistem. Namun, rincian lebih lanjut tentang proses pengujian, parameter yang diukur, dan analisis hasilnya perlu diperluas untuk memberikan pemahaman yang lebih mendalam kepada pembaca.

Penelitian oleh Mardalena, dkk (2021) berjudul “Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Cabe Merah Menggunakan Perangkat *Mobile* Berbasis *Internet of Things*” mengembangkan dan merancang sistem untuk melacak dan mengontrol penyiraman tanaman cabe merah melalui perangkat *mobile* berbasis IoT yang mengukur suhu udara dan kelembaban tanah. Hasil rancang bangun ini adalah alat penyiram tanaman cabe merah secara otomatis yang dapat diawasi dan dikendalikan secara otomatis melalui perangkat *mobile* yang telah terunduh aplikasi *Blynk*. Tetapi penelitian menemukan beberapa kendala. Disarankan untuk menggunakan modul WiFi yang lebih stabil dan memiliki banyak pin I/O agar proses pengolahan, pengiriman, dan penerimaan data tidak terganggu saat mengembangkan dan menyempurnakan rancangan alat. Selain itu, pilih mikrokontroler yang memenuhi kebutuhan pin untuk memantau dan mengontrol kelembaban tanah, memastikan tidak ada pin yang berlebihan atau kekurangan.

METODE PENELITIAN

Data yang dikumpulkan dalam penelitian ini berasal dari sensor dan *Blynk* yang sudah diprogram melalui *software* Arduino IDE. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian kuantitatif. Metode yang digunakan untuk mengumpulkan data meliputi:

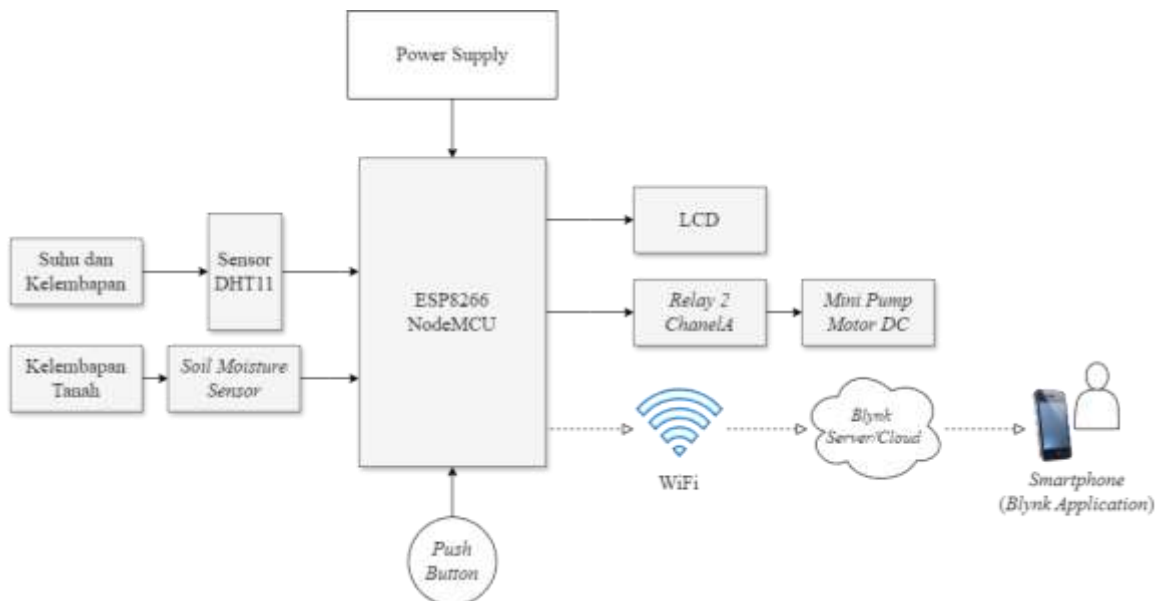
1. Studi Perpustakaan (Literatur)
Mempelajari buku, artikel, dan referensi lainnya tentang sensor untuk mengetahui kondisi kelembaban tanah, mengontrol tanaman menggunakan *blynk* secara *real-time*, dan komponen penyiraman otomatis untuk tanaman cabai merah dengan menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis *Internet of Things* (IoT).
2. Konsultasi
Berkonsultasi dengan dosen pembimbing tentang masalah laporan penelitian.
3. Penjadwalan
Membuat jadwal untuk kegiatan penelitian agar berjalan dengan lancar.
4. Pengumpulan Bahan
Memilih komponen dan perangkat yang dibutuhkan berdasarkan teori dan referensi dari alat tersebut.
5. Perancangan
Merancang alat penyiraman otomatis untuk tanaman cabai merah dengan menggunakan sensor kelembaban tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan aplikasi *blynk* sesuai dengan instruksi yang diberikan pada program yang telah dirancang.
6. Pembuatan

Membuat alat-alat penyiraman otomatis untuk tanaman cabai merah dengan menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan aplikasi *blynk* sesuai dengan hasil rancangan.

7. Pengujian
Menguji alat penyiraman otomatis untuk tanaman cabai merah dengan menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis *Internet of Things* (IoT) yang menggunakan aplikasi *blynk*.
8. Analisis Data
Mengumpulkan, mengolah, dan menganalisis data menggunakan hasil pengujian.
9. Simpulan
Penyusunan Laporan Akhir dan Publikasi Ilmiah.

Perancangan Perangkat Keras

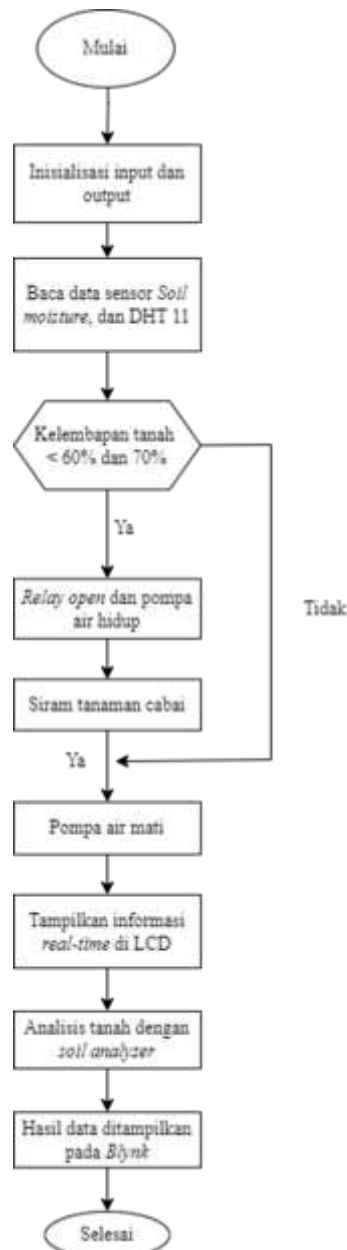
Perancangan perangkat keras dimulai dengan perencanaan suatu sistem, terlebih dahulu dibuat diagram blok. Diagram blok adalah pernyataan hubungan yang berurutan dari satu atau lebih komponen yang memiliki satu kesatuan dan bagaimana setiap blok komponen mempengaruhi setiap blok komponen lainnya. Ini memiliki arti khusus karena memberikan keterangan. Setiap blok dihubungkan dengan satu garis yang menunjukkan arah kerja dari blok tersebut. Ada beberapa blok di diagram blok sistem: blok masukan (*input*), blok pengendali (proses), dan blok keluaran (*output*). Gambar 12 menunjukkan diagram blok secara keseluruhan.



Gambar 1. Diagram Blok Keseluruhan Rancang Bangun

Perancangan Perangkat Lunak

Perancangan perangkat lunak ini dimulai dengan membuat diagram alir yang menunjukkan proses kerja program. Gambar 13 menunjukkan *flowchart* yang menunjukkan langkah-langkah, urutan, dan hubungan dari proses yang terjadi dalam suatu perangkat lunak.



Gambar 2. Flowchart Perancangan Perangkat Lunak

Diagram alir pada gambar menunjukkan proses kerja rancang bangun yang dimulai dengan Inisialisasi, sistem dimulai dengan menginisialisasi operasi *input* dan *output*. Kemudian dilanjutkan dengan mengambil data dari *soil moisture sensor* dan sensor DHT 11, yang mengukur suhu dan kelembaban. Lalu pemeriksaan kelembaban tanah apakah kelembaban tanah di bawah 60%. Jika Dibawah 60% maka *relay* terbuka, dan pompa air menyala dan memulai penyiraman tanaman cabai. Jika Tidak Di Bawah 60% maka pompa air akan mati. Selanjutnya tanah dianalisis menggunakan *soil analyzer*. Kemudian data yang diperoleh disajikan pada aplikasi *Blynk* dan data *real-time* terus ditampilkan di layar LCD.

Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian ini dilakukan di Laboratorium Telekomunikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Pengujian ini melibatkan pengamatan langsung pada sistem yang telah dibuat serta pengamatan terhadap pembacaan alat ukur yang dipasang dan respon yang ditunjukkan. Hasil pengukuran alat ukur yang dipasang dapat disajikan dalam bentuk tabel dan gambar.



Gambar 3. Hasil Rancang Bangun

Platform Penerima Data

Dalam pengujian aplikasi *Blynk*, tampilan layar yang digunakan meliputi dua *gauge* yang ditampilkan dengan *soil moisture sensor* dan temperatur dari DHT11. Terdapat *push button* yaitu dengan *mode auto/manual* dan sistem *switching stop* kontak. Gambar berikut menunjukkan tampilan sistem pemantauan kinerja. dan *switching* dengan menggunakan *Blynk*.



Gambar 4. Tampilan *Blynk*

Akurasi Sensor

Dalam proses pengujian akurasi sensor, dilakukan selama 3 kali pengujian menggunakan dua variable dengan *Blynk* dan alat ukur, *soil moisture sensor*, dan sensor DHT11. Langkah ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar persentase kesalahan dan mengidentifikasi kekurangan sistem. Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 1. Akurasi Soil Moisture Sensor

No.	Pengukuran	<i>Blynk</i>	Kelembapan Sensor	Selisih
1.	(1)	59 %	58 %	1 %
2.	(2)	71 %	70 %	1 %
3.	(3)	94 %	93 %	1 %
	Rata-rata			0,01

Tabel 2. Akurasi DHT11

No.	Pengukuran	<i>Blynk</i>	Temperatur Sensor	Selisih
1.	(1)	29.4 °C	29.3 °C	0.1
2.	(2)	29.3 °C	29.1 °C	0.2
3.	(3)	29.8 °C	29.8 °C	0
	Rata-rata			0.1

Setelah mendapatkan hasil pembacaan sensor pada aplikasi *Blynk* dan alat ukur berbeda dengan *soil moisture sensor* dan sensor DHT11. Maka selanjutnya akan menguji akurasi sensor dengan *soil analyzer* sebagai alat banding, Hasil pengujian tersebut dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 3. Akurasi *Soil Analyzer*

No.	Pengukuran	pH
1.	(1)	6.7
2.	(2)	6.8
3.	(3)	7.0
	Rata-rata	6.83

No.	Pengukuran	Temperatur
1.	(1)	30°C
2.	(2)	29°C
3.	(3)	31°C
	Rata-rata	30°C

Pembahasan

Dalam proses pengukuran, terdapat hasil pembacaan sensor pada aplikasi *Blynk* dan alat ukur berbeda. Tabel dibawah ini menunjukkan hasil pembacaan aplikasi *Blynk* yang menyimpang dari alat ukur, yaitu:

Tabel 4. Selisih pengukuran kelembapan dari *Soil Moisture Sensor*

Kelembapan <i>Soil Moisture Sensor</i>
0,01

Tabel 5. Selisih pengukuran temperatur dari Sensor DHT11

Sensor DHT11 Temperatur
0,1

Dengan *soil analyzer* sebagai alat banding, Tabel dibawah ini menunjukkan hasil pembacaan rata-rata dari alat ukur, yaitu:

Tabel 6. Rata-rata Pengukuran pH dan Temperatur dari *Soil Analyzer*

pH	Temperatur
6.83	30°C

Untuk mengetahui besarnya galat (*error*) pada sistem, nilai penyimpangan tersebut kemudian dimasukkan ke dalam rumus. Namun, sebelum menghitung galat persentase, Anda harus memasukkan data tertinggi ke dalam sistem dan kemudian mengurangi jumlah data yang dihasilkan dari pengukuran.

Tabel 7. Data tertinggi pada sistem

No.	Jenis Komponen	Data Tertinggi (%, °C)
1.	<i>Soil Moisture Sensor</i>	94 %
2.	Sensor DHT11	29.8 °C
3.	<i>Soil Analyzer</i>	7.0 30 °C

Langkah ini dilakukan untuk mendapatkan nilai galat yang sebenarnya. Maka, perhitungannya adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Kelembapan pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 94 \% - 0.01 \\ &= 93 \% \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Temperatur pada Blynk} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 29.8 \text{ }^\circ\text{C} - 0,1 \\ &= 29.7 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{pH pada Soil Analyzer} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 7.0 - 6.83 \\ &= 0.17 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Temperatur pada Soil Analyzer} &= \text{Data tertinggi sistem} - \text{Range Pengukuran} \\ &= 31 \text{ }^\circ\text{C} - 30 \text{ }^\circ\text{C} \\ &= 1 \text{ }^\circ\text{C} \end{aligned}$$

Berdasarkan data di atas, diperoleh persentase kesalahan sebagai berikut:

Kelembapan

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{93 - 94}{94} \times 100 \% \\ &= -0.0106 \times 100 \% \\ &= 1.06 \% \end{aligned}$$

Temperatur

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{29.7 - 29.8}{29.8} \times 100 \% \\ &= -0.0034 \times 100 \% \\ &= 0.34 \% \end{aligned}$$

pH

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{0.17}{7.0} \times 100 \% \\ &= 2.43 \% \end{aligned}$$

Temperatur Soil Analyzer

$$\begin{aligned} \% \text{ Error} &= \frac{1}{31} \times 100 \% \\ &= 3.23 \% \end{aligned}$$

Secara keseluruhan, pengukuran kelembapan Blynk menunjukkan kesalahan yang sangat kecil sebesar 1.06% dan pengukuran temperatur Blynk menunjukkan kesalahan yang hampir dapat diabaikan sebesar 0.34%, yang menunjukkan hasil yang sangat akurat. Pengukuran pH Soil Analyzer menunjukkan kesalahan 2.43%, tetapi masih berada dalam batas wajar, sehingga dapat dianggap cukup akurat.

Untuk hasil pengujian pada LCD 16x2 akan menunjukkan nilai kelembapan dan status pada *mini pump motor* DC yang ditunjukkan pada tabel berikut:

Tabel 8. Hasil pengujian pada LCD 16x2

No.	Nilai Kelembapan	Pump Status	Keterangan
1.	41 %	ON	(kelembapan sangat rendah) dan pompa air akan hidup secara otomatis untuk meningkatkan kelembapan hingga mencapai batas normal tanaman cabai yaitu 60%.
2.	56 %	ON	(Kelembapan masih di bawah rentang ideal) dan pompa air akan hidup secara otomatis hingga mencapai batas kelembapan tanaman cabai.
3.	67 %	OFF	(Kelembapan normal) dan pompa air tidak akan menyala karena sudah mencapai batas normal kelembapan.
4.	70 %	OFF	(Kelembapan normal) dan pompa air tidak akan menyala karena sudah mencapai batas normal kelembapan.
5.	83 %	OFF	(Kelembapan di atas rentang ideal) dan pompa air tidak akan menyala karena sudah melebihi batas normal kelembapan.

6.	94 %	OFF	(Kelembapan sangat tinggi) dan pompa air tidak akan menyala karena sudah melebihi batas normal kelembapan.
----	------	-----	--

Pada tabel diatas dapat kita ketahui bahwa tanaman cabai merah idealnya berada pada kelembapan 60%-70%. Jika kelembapan turun di bawah 60%, pompa air akan otomatis hidup dan berhenti saat kelembapan mencapai 70%.

SIMPULAN

Kesimpulan dari rancang bangun penyiraman otomatis berbasis IoT untuk tanaman cabai menunjukkan bahwa sistem ini mampu menggantikan metode manual yang memakan waktu, tenaga, dan biaya lebih besar. Dengan menggunakan sensor kelembapan tanah, sistem dapat mengontrol pompa air secara otomatis, menjaga kelembapan tanah dalam kondisi optimal (60%-70%) untuk pertumbuhan cabai, serta mengurangi risiko gagal panen. Aplikasi *Blynk* memungkinkan pemantauan dan kontrol jarak jauh secara real-time dengan tingkat akurasi tinggi. Hasil pengujian menunjukkan kesalahan sensor yang sangat kecil, yaitu 0.01 pada soil moisture sensor dan 0.1 pada sensor suhu DHT11, dengan hasil pH 6.83 dan suhu 30°C, memastikan keandalan sistem ini dalam menjaga kondisi tanah optimal untuk pertumbuhan cabai. Saran pengembangan yaitu dengan menambahkan sensor untuk memantau kesehatan tanaman secara lebih menyeluruh, menggunakan baterai berkapasitas lebih tinggi untuk menjaga stabilitas tegangan, serta mempertimbangkan *water pump* dengan tegangan lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Politeknik Negeri Medan melalui Pusat Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (P3M) POLMED yang telah mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Afdhol Rizky Ilham Priyono, A. B. (2023). *Rancang Bangun Alat Kontrol Tanaman Cabai di Luar Ruang Berbasis Internet of Things*. Surabaya: UNTAG SURABAYA REPOSITORY.
- Girsang, Erik Melpin. (2008). *Uji Kerahanan Beberapa Varietas Tanaman Cabai (Capsicum annum L.) terhadap Serangan. Penyakit Antraknosa dengan Pemakaian Mulsa Plastik*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Hendriawan, S. C. (2023). *PROTOTYPE SISTEM ALAT PENYIRAMAN TANAMAN CABAI OTOMATIS BERBASIS WEB MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER NODEMCU ESP8266*. Jakarta: Fakultas Teknologi Informasi, Universitas Budi Luhur.
- Jenni Mardalena, E. (2021). *Rancang Bangun Sistem Penyiram Tanaman Cabe Merah Menggunakan Perangkat Mobile Berbasis Internet of Things*. Padang: VoteTEKNIKA.
- Knott, J.E. and J.R. Deanon. (1970). *Vegetable production in Southeast Asia*. Phillipines: Univ. of Phillipines College of Agricultural College. Los Banos, Laguna, Phillipines. P : 97-133.
- MAHARDIKA, T. (2020). *Desain dan Implementasi Sistem Pemantauan Alat Siram Tanaman Cabai Dengan Sensor Soil Moisture Berbasis IoT*. Bandung: Universitas Telkom, S1 Teknik Telekomunikasi.
- Noverta Effendi, W. R. (2022). *Perancangan sistem penyiraman tanaman otomatis menggunakan sensor kelembapan tanah berbasis IoT*. Riau: Jurnal CoSciTech (Computer Science and Information Technology).