

RANCANG BANGUN SISTEM MONITORING KUALITAS TANAH UNTUK TANAMAN CABAI BERBASIS IOT (INTERNET OF THINGS)

Wiliam Ifa Susuek Anselmus Talli, Joseph Dedy Irawan, Fransiscus Xaverius Ariwibisono

Program Studi Teknik Informatika S1, Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Nasional Malang, Jalan Raya Karanglo km 2 Malang, Indonesia
1918103@scholar.itn.ac.id

ABSTRAK

Pertanian memiliki peran penting dalam perekonomian Indonesia, dan tanaman cabai menjadi tanaman hortikultura yang bernilai ekonomis. Kualitas kelembaban tanah dan pH tanah yang ideal, dengan kisaran pH antara 5,5 hingga 7, diperlukan untuk meningkatkan hasil produksi cabai. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan sistem monitoring berbasis Internet of Things (IoT) yang memudahkan pemantauan dan pengukuran kualitas tanah tanaman cabai, dengan memperhatikan tingkat kelembaban tanah, pH tanah, dan suhu. Sistem monitoring ini dibangun menggunakan modul NodeMCU ESP8266, Arduino Uno, serta sensor pH, soil moisture, dan DHT11. Data yang dihasilkan disimpan dalam database dan ditampilkan pada website monitoring, dengan notifikasi yang dikirimkan melalui Telegram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Sistem Monitoring kualitas tanah untuk tanaman cabai dapat secara akurat mengukur kadar pH tanah dan kelembaban tanah, sehingga membantu petani cabai dalam menentukan kualitas tanah yang sesuai dan mengetahui kapan waktu yang tepat untuk melakukan penyiraman dan pemberian pupuk.

Kata kunci : Cabai, Monitoring, Sensor ph tanah ,soil moisture,dht11,IoT.

1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang perekonomiannya bergantung atau ditopang oleh sektor pertanian. Dikarenakan sebagian besar penduduk Indonesia bekerja di bidang pertanian. Kementerian Koordinator Bidang Perekonomian Republik Indonesia mencatat pada tahun 2021 sektor pertanian tumbuh sebesar 1,84% dan berkontribusi terhadap perekonomian nasional sebesar 13,28%. Kemudian pada tahun 2022, walaupun tidak seperti tahun sebelumnya sektor pertanian menunjukkan konsistensi dengan pertumbuhan positif 1,37% dan berkontribusi 12,98% terhadap perekonomian nasional([1]

Cabai salah satu tanaman yang dibudidayakan oleh petani di Indonesia. Cabai merupakan tanaman hortikultura yang bernilai ekonomis tinggi dari bahan nabati lainnya. Selain digunakan sebagai bahan baku, Olahan pangan, cabai juga dapat digunakan sebagai bahan baku obat tradisional dan bahan kosmetik. Penanaman tanaman cabai mulai diperhatikan sejak penyiapan lahan, karena akan mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman, salah satu parameter yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman cabai yaitu tanah[2].Faktor yang dapat mempengaruhi tanaman cabai antara lain suhu, kelembaban tanah, dan pH tanah. Suhu yang cocok untuk menanam cabai adalah 25-27°C pada siang hari dan 18-20°C pada malam hari. Kadar air tanah untuk tanaman cabai berkisar antara 60-80%. Kelembapan yang tinggi membuat tanaman mudah terserang penyakit[3].Dan untuk kadar ph tanah tanaman cabai yaitu 5,5-6,8[4].

Dengan berkembangnya teknologi di era modern, pertanian sudah memanfaatkan alat sensor dilahan budidaya untuk untuk mengukur kualitas tanah. didalam studi ini menjelaskan bagaimana data deteksi

akan diproses dan disimpan di cloud dan dari data cloud akan dikirim ke petani terdaftar melalui pH satu atau perangkat mereka dalam bentuk yang dapat dipahami oleh pengguna. Selain itu, jika pH tanah rendah, aplikasi akan memberikan saran pestisida yang digunakan untuk memperbaiki tanaman. Hal ini akan sangat membantu para petani dalam meningkatkan pertanian [5].Penerapan alat monitoring untuk tanaman tomat dan cabai dengan menggunakan sensor ph dan sensor kelembapan dapat mendeteksi ph tanah, kelembapan dan dapat membantu petani melakukan penyiraman secara otomatis. Untuk membantu kesuburan pembibitan pada tanaman cabai diterapkannya teknologi dalam monitoring dengan memanfaatkan sensor soild dan sensor suhu hasil yang di dapatkan dari sensor tersebut akan di kirimkan kedalam aplikasi Blynk Android untuk menampilkan nilai dari kelembaban tanah sesuai dengan PH [6]

Akibat dari kualitas tanah yang tidak ideal menyebabkan cabai kesulitan dalam pertumbuhan. Maka dari itu untuk menyelesaikan permasalahan perlu adanya Sistem Monitoring berbasis IoT, yang memudahkan dalam memantau dan mengukur kualitas tanah tanaman cabai.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini mengambil judul “Rancang Bangun Sistem Monitoring Kualitas Tanah untuk Tanaman Cabai berbasis Internet Of Things”. Kelebihan dari sistem ini dengan yang sudah ada adalah sistem dapat di monitoring lewat website dan melalui telegram sebagai notifikasi kepada petani. Dengan adanya penelitian ini diharapkan alat ini mampu membantu para petani cabai dalam monitoring tanaman cabai dan menentukan kualitas tanah yang akan ditanami tanaman cabai.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Pendahuluan

Merujuk penelitian[7]yang berjudul “Monitoring kualitas tanah lahan pertanian Desa Sidorejo menggunakan sensor pH tanah dan Internet of Things” penelitian ini bertujuan untuk membantu para petani dan Dinas Pertanian memantau lahan pertanian dari jarak jauh dan pemberian komposisi pupuk yang sesuai . Pada penelitian ini menghasilkan bahwa sensor pH tanah memiliki akurasi 97,65% dan dapat digunakan sebagai pengganti dari alat ukur konvensional.

Menurut penelitian[8] yang dilakukan berjudul “Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Tanah Sawah Dengan Parameter Suhu Dan Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things (Iot)”, hasilnya menunjukkan bahwa tanah sawah alat monitoring berfungsi dengan baik, nilai suhu tanah dan kelembaban tanah dapat ditampilkan secara akurat di website maupun di smartphone.

Menurut penelitian [9]dengan judul “Rancang Bangun Alat Pengukur pH Tanah Menggunakan Sensor pH Meter Modul V1.1 SEN0161 Berbasis Arduino Uno”. Pada penelitian ini bertujuan membuat alat untuk mengukur pH Tanah. Nilai akurasi yang didapat oleh alat tersebut 97,98% dan bekerja dengan sangat baik.

2.2. Internet Of Things (IoT)

IoT (*Internet of Things*) didefinisikan kemampuan perangkat yang dapat berkomunikasi, terhubung, dan bertukar data melalui Internet. *Internet of things* adalah teknologi yang memungkinkan adanya kontrol, komunikasi, kerja sama dengan berbagai perangkat keras, data di jaringan internet. Sehingga *Internet Of Things* dapat diartikan sebagai penghubung hal-hal yang tidak dioperasikan oleh manusia (benda) ke Internet. Cara kerja Sensor-sensor yang terhubung dengan perangkat mikrokontroler yang sudah terhubung dengan internet berfungsi untuk membaca data dari lingkungannya. Data tersebut kemudian disimpan pada cloud-server dan dianalisis oleh sistem untuk diambil keputusan. Selanjutnya, data tersebut ditampilkan kepada pengguna melalui aplikasi monitoring berupa website atau aplikasi mobile yang digunakan untuk mengontrol sistem .

2.3. Cabai

Cabai, dikenal sebagai lombok, adalah tanaman semak yang berasal dari keluarga Solanaceae. Asalnya dari benua Amerika, khususnya daerah Peru, cabai telah menyebar ke berbagai negara di Amerika, Eropa, dan Asia, termasuk Indonesia. Cabai memiliki nilai ekonomis yang tinggi sebagai komoditas hortikultura. Masyarakat umumnya menggunakan cabai sebagai bumbu dalam masakan sehari-hari, dan cabai juga digunakan sebagai bahan baku dalam industri makanan dan farmasi[10]. Tanaman cabai memiliki toleransi sedang terhadap tingkat keasaman tanah dan dapat tumbuh dengan baik dalam kisaran pH tanah

antara 5,5 hingga 6,8. Suhu udara yang ideal untuk pertumbuhan cabai merah adalah sekitar 25-27 °C pada siang hari dan 18-20 °C pada malam hari. Ada dua cabai yang tumbuh dan ditanam di Indonesia yaitu

1. Cabai Merah Besar (*Capsicum annum L*)

Buah cabai besar memiliki panjang berkisar antara 6 hingga 10 cm, dengan diameter sekitar 0,7 hingga 1,3 cm. Di Indonesia, cabai besar terbagi menjadi dua kelompok utama, yakni cabai merah besar dan cabai merah keriting. Cabai merah besar memiliki permukaan yang halus dan mengkilap, serta memiliki rasa pedas yang khas. Sementara itu, cabai merah keriting memiliki bentuk yang lebih ramping dan cita rasa yang sangat pedas.

Cabai merah umumnya dapat tumbuh baik di dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian mencapai +2.000 meter di atas permukaan laut. Pertumbuhannya mengharapkan iklim yang tidak terlalu dingin dan tidak terlalu lembap.. Cabai merah memiliki ciri-ciri sebagai berikut:

1. Bentuk buahnya besar, panjang, dan meruncing.
 2. Buah yang masih muda berwarna hijau, sementara buah yang matang berwarna merah.
 3. Kulit buahnya agak tipis.
 4. Terdapat banyak biji di dalamnya dan rasanya agak pedas.
- #### 2. Cabai Kecil atau Cabai Rawit (*Capsicum frutescens*)

Cabai rawit adalah anggota dari famili terong-terongan yang termasuk dalam tanaman semusim atau berumur pendek. Tanaman ini memiliki ciri khas sebagai perdu dengan batang kayu, cabang-cabang yang tumbuh dengan tegak. Cabai rawit dapat tumbuh di berbagai habitat, baik dataran tinggi maupun dataran rendah. Selain itu, buah cabai rawit juga memiliki kandungan zat-zat gizi yang cukup lengkap, termasuk lemak, protein, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, B1, B2, C, serta senyawa-senyawa penting seperti *capsaicin*, *flavanoid*, *oleoresin*, dan minyak atsiri. Kandungan ini membuat cabai rawit memiliki nilai gizi yang signifikan dan berpotensi memberikan manfaat kesehatan.[11].

2.4. Sensor Ph Tanah

Sensor pH tanah adalah alat pendeteksi tingkat keasaman atau kebasaaan tanah. Rentang pengukuran pH yang dapat diukur oleh sensor ini berkisar antara 3,5 hingga 15. Sensor ini beroperasi dengan tegangan 5 volt DC dan memiliki jangkauan pengukuran sekitar 6 cm dari ujung sensor ke dalam tanah. Sensor pH memiliki dua kabel, yaitu kabel hitam sebagai output ground dan kabel putih sebagai output. Sensor ini dapat langsung dihubungkan ke pin analog pada mikrokontroler tanpa perlu menggunakan modul penguat tambahan[12]. Cara kerja sensor pH melibatkan penanaman sensor ke dalam tanah, di mana elektroda pada sensor merespons terhadap ion-ion seperti ion hidrogen (H+) dan ion hidroksida (OH-).

Reaksi elektrokimia terjadi antara elektroda dan ion-ion ini, menghasilkan potensial listrik yang sebanding dengan tingkat pH tanah

2.5. Sensor Soil Moisture

Sensor kelembaban tanah merupakan sensor yang dapat mengukur kadar air dan kadar air pada media tanam. Secara umum prinsip pengoperasian sensor ini adalah kedua pelat diberi daya. Elektron menjauh ketika kedua pelat bersentuhan dengan media konduktif. Arus mengalir dari anoda ke katoda, menimbulkan beda potensial. Pergerakan elektron digunakan untuk mendeteksi ada tidaknya air dalam media tanam. Sensor kelembaban tanah memerlukan mikrokontroler Arduino untuk mengubah besaran analog menjadi besaran digital.[13]

2.6. Sensor DHT11

Sensor DHT11 adalah modul sensor yang mendeteksi suhu dan kelembaban. Modul sensor ini termasuk ke dalam elemen perangkat resistive seperti alat pengukur suhu NTC. Cara kerja sensor dht11 dengan mengukur perubahan resistansi yang disebabkan oleh suhu dan kelembaban, kemudian mengirimkan data sinyal digital yang terdiri dari pulsa tinggi dan pulsa rendah ke mikrokontroler yang mewakili nilai suhu dan kelembaban[14]

2.7. NodeMCU ESP8266

NodeMCU adalah papan Elektronik berdasarkan chip ESP8266 memiliki kemampuan untuk melakukan suatu fungsi Mikrokontroler dan koneksi internet (akses internet nirkabel). Terdapat beberapa pin Input Output dapat dikembangkan menjadi sebuah aplikasi pemantauan dan pengendalian proyek Internet of Thing. NodeMCU ESP8266 dapat diprogram dengan kompilernya Arduino. Bentuk fisik dari NodeMCU ESP 8266 dengan konektor USB (mini USB) itu akan membuatnya lebih mudah pemrograman. [15]

2.8. MySQL

MySQL merupakan DBMS (Database Management System) yang menggunakan perintah SQL (Structured Query Language), yang banyak digunakan dalam pembuatan aplikasi berbasis web. MySQL memiliki fungsi untuk mengolah dan membuat database dari sisi server yang memuat berbagai informasi dengan menggunakan Bahasa SQL [16]

2.9. PHP

PHP, singkatan dari Hypertext Preprocessor, merupakan bahasa pemrograman berbasis skrip yang digunakan untuk mengolah data dan mengirimkannya ke web browser dalam bentuk kode HTML. PHP adalah bahasa server-side yang terintegrasi dengan HTML untuk menciptakan halaman web yang dinamis. Salah satu peran utama PHP adalah menerima, memproses, dan menampilkan data pada sebuah situs web. Data yang diterima diproses oleh

program server basis data dan hasilnya ditampilkan di layar web browser[17]

2.10. Telegram

Telegram adalah aplikasi pesan instan berbasis cloud yang berfokus pada kecepatan dan keamanan. Aplikasi ini didesain untuk mempermudah pengguna dalam saling berkiriman pesan teks, audio, video, gambar, dan stiker dengan tingkat keamanan yang tinggi. [18]. Telegram juga memiliki fungsi untuk mendukung bot, yaitu program yang dapat berinteraksi dengan pengguna melalui pesan. Bot dapat digunakan untuk melakukan berbagai tugas seperti memberikan informasi, memeriksa cuaca, mengelola tugas, dan lainnya[19]

3. METODE PENELITIAN

3.1. Kebutuhan Fungsional

Pada rancang bangun sistem monitoring kualitas tanah tanaman cabai dengan berbasis Internet of things setidaknya memiliki analisis kebutuhan fungsional yaitu :

1. Menggunakan website sebagai sarana monitoring
2. Sistem dapat memonitoring parameter-parameter penting dalam kualitas tanah pada tanaman cabai seperti Ph tanah, Kelembaban tanah dan Suhu udara kemudian datanya ditampilkan di website Monitoring
3. Sistem dilengkapi dengan kemampuan untuk menghasilkan notifikasi apabila alat tidak terkoneksi ke internet selama 24 jam
4. Sistem dilengkapi dengan kemampuan untuk menghasilkan notifikasi dan peringatan ketika parameter-parameter kritis dalam kualitas tanah melebihi ambang batas yang ditetapkan.
5. Kadar ph tanah ideal untuk tanaman cabai 5,5-6,8 ph dan Kadar air tanah untuk tanaman cabai berkisar antara 60-80%.
6. Cabai yang digunakan dalam penelitian ini jenis cabai rawit (*Capsicum frutescens*). Cabai rawit memiliki ciri-ciri berupa buah yang berwarna hijau tua hingga hijau kebiruan. Daun cabai rawit biasanya memiliki permukaan bagian bawah yang berwarna hijau, hijau muda, atau hijau pucat. Struktur permukaan daun ada yang halus dan ada yang berkerut-kerut. Panjang daun cabai berkisar antara 3 hingga 11 cm, dengan lebar antara 1 hingga 5 cm.

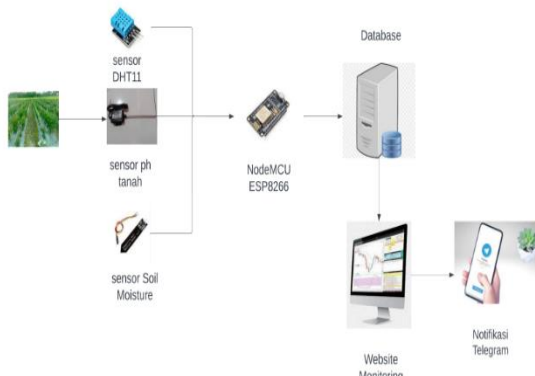
3.2. Kebutuhan Non-Fungsional

Analisis Kebutuhan Non-Fungsional pada rancang bangun sistem monitoring kualitas tanah tanaman cabai dengan berbasis Internet of things, seperti :

1. Sistem memiliki tampilan yang mudah dipahami dan informatif.
2. Sistem dapat melakukan monitoring.
3. Sistem hanya dapat berjalan jika ada koneksi Internet.
4. Sistem dapat memberikan notifikasi melalui telegram

3.3. Diagram Blok Sistem

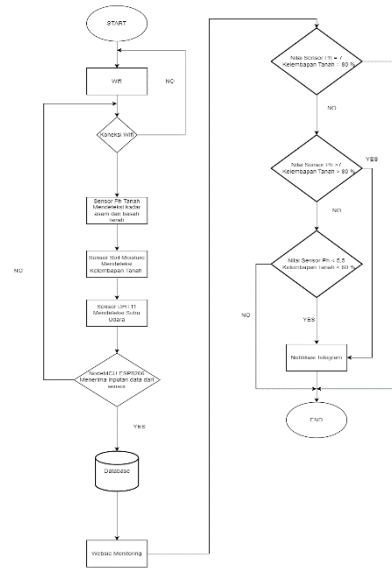
Pada rancang sistem monitoring kualitas tanah tanaman cabai berbasis IoT dibuat diagram blok sistem untuk mempermudah dalam perancangan alat, seperti gambar 1 blok diagram.



Gambar 1 Diagram Blok Sistem

Dalam Gambar 1 ini, dijelaskan komponen dan fungsi sistem ini. Sistem ini menggunakan tiga jenis sensor: sensor pH tanah untuk mendeteksi tingkat keasaman tanah, sensor kelembaban tanah untuk mendeteksi kelembaban tanah, dan sensor DHT11 untuk mendeteksi suhu udara. Setelah mengambil data, ketiga sensor mengirimkan sinyal analognya ke NodeMCU sebagai pusat kendali. NodeMCU mengubah sinyal analog menjadi data digital yang disimpan dalam database. Data ini mencakup informasi mengenai tingkat keasaman tanah, kelembaban tanah, dan suhu udara. Informasi tersebut dapat diakses secara real-time melalui situs web monitoring yang memberikan visualisasi data. Petani dapat dengan mudah memantau dan mengatur kondisi tanah dan udara. Selain itu, data dari situs web juga dikirimkan ke Telegram untuk memberi tahu petani tentang kondisi yang ditemukan. Contohnya, jika tingkat keasaman tanah terlalu tinggi atau rendah, atau jika kelembaban tanah berada di luar kisaran yang diinginkan, notifikasi akan dikirimkan melalui Telegram agar petani dapat mengambil tindakan yang diperlukan.

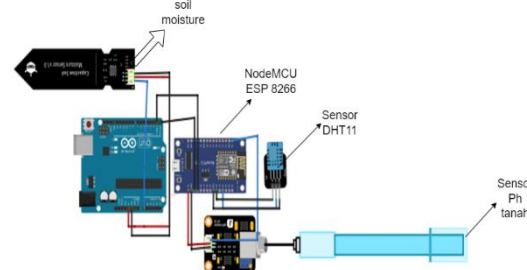
3.4. Flowchart Sistem



Gambar 2 Flowchart Sistem

Pertama sensor pH tanah, sensor soil moisture dan sensor dht11 akan mendeteksi kualitas pH tanah, kelembapan tanah dan suhu udara. Kemudian data tersebut dibaca oleh nodeMCU8266 yang berfungsi sebagai pusat kontrol sistem dan disimpan dalam database, kemudian data tersebut akan ditampilkan dalam website monitoring berupa informasi ph, kelembapan tanah dan suhu udara secara real-time. Jika nilai kelembapan tanah < 60 % dan ph tanah < 5,5 maka memberikan notifikasi melalui telegram kepada petani untuk melakukan penyiraman dan memberikan kapur pada tanah untuk menetralkan ph tanah dari asam ke netral dan apabila kelembapan tanah > 80% dan ph tanah > 7 maka akan memberikan notifikasi telegram untuk tidak melakukan penyiraman dan memberikan belerang untuk menetralkan ph tanah dari basah ke netral.

3.5. Skema Rancangan

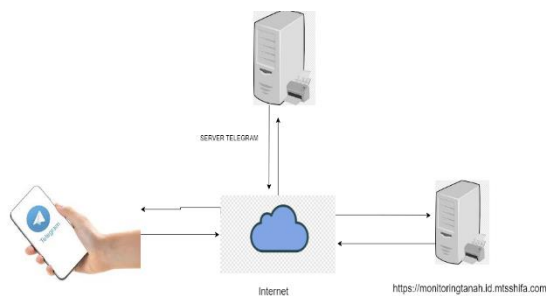


Gambar 3 Skema Rancangan

Pada Gambar 3 merupakan desain sistem yang akan dikembangkan. Desain ini memperlihatkan setiap komponen sensor yang terhubung dengan NodeMCU dan Arduino. Sensor Ph terhubung dengan nodeMcu, sensor ph mendeteksi kadar keasaman dan basa pada tanah. Sensor soil moisture mendeteksi kadar kelembapan air pada tanah dan kemudian sensor DHT11 terhubung dengan nodemcu

akan mendeteksi suhu udara. Nodemcu ESP8266 berfungsi untuk sebagai penghubung ke internet.

3.6. Perancangan Telegram



Gambar 4 Telegram Bot

Pada Gambar 4 ini menjelaskan client berkomunikasi dengan server monitoring melalui server telegram. Dimana server monitoring akan melakukan request ke server telegram, kemudian server telegram menjalankan proses polling dengan protokol HTTPS ke dalam server dan bot server memberikan update dari hasil request server monitoring.

Bot akan bisa menerima beberapa perintah yang dapat digunakan untuk penggunaannya. Antara lain adalah:

1. Start : perintah untuk memulai menjalankan bot telegram
2. /ph : perintah untuk mengetahui kadar ph tanah
3. /soil : perintah untuk mengetahui kadar air tanah
4. /suhu : perintah untuk mengetahui suhu udara

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Implementasi Sistem

Pada tahap ini akan menjelaskan alur kerja dari keseluruhan sistem yang dibuat. Penelitian ini akan menggunakan 10 sample tanah untuk mengetahui kadar ph, kelembapan tanah dan suhu

4.2. Tampilan Alat Monitoring



Gambar 5 Alat Monitoring

Pada gambar 5 Ini merupakan sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kualitas pH tanah,

kelembapan tanah, dan suhu udara. Alat ini bekerja dengan cara ditancapkan ke dalam tanah. Kemudian, sensor soil moisture, sensor pH tanah, dan sensor DHT11 akan membaca kelembapan tanah, kadar pH tanah, dan suhu udara. Data tersebut selanjutnya akan disimpan dalam database dan ditampilkan di website monitoring. Data dari website akan dikirim melalui Telegram untuk memberikan informasi kepada petani mengenai kondisi tanah.

4.3. Pengujian Sensor Ph

Pengujian sensor pH tanah ini bertujuan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mengukur kadar pH tanah pada tanaman cabai. Pengujian dilaksanakan dengan membandingkan hasil bacaan dari sensor pH tanah dengan alat ukur digital yang telah teruji validitasnya.

Tabel 1 Pengujian Nilai Sensor Ph Tanah

| No | Kondisi Tanah | Sensor Ph | Alat Ukur | Selisih | Presentase Error |
|-----------------|-------------------------|-----------|-----------|---------|------------------|
| 1 | Tanah Berpupuk | 6,1 | 6,2 | 0,1 | 1,61% |
| 2 | Tanah Berpasir | 4,9 | 5 | 0,1 | 2,00% |
| 3 | Tanah Biasa (Liat) | 5,5 | 5,3 | 0,3 | 3,77% |
| 4 | Tanah disiram air Kopi | 4,2 | 4,5 | 0,5 | 6,67% |
| 5 | Tanah disiram air Garam | 5 | 5,2 | 0,2 | 3,85% |
| 6 | Tanah disiram air teh | 4,6 | 4,5 | 0,1 | 2,22% |
| 7 | Tanah disiram air Sabun | 5,9 | 6,3 | 0,8 | 6,35% |
| 8 | Tanah ditaburkan kapur | 5,6 | 6 | 0,4 | 6,67% |
| 9 | Tanah ditaburkan Micin | 5,1 | 5,2 | 0,1 | 1,92% |
| 10 | Tanah ditambahkan sekam | 6 | 6,1 | 0,1 | 1,64% |
| Rata-Rata Error | | | | | 4% |

Pada Tabel 1 merupakan hasil nilai pengujian dari sensor ph tanah. Dari hasil pengujian yang menggunakan sepuluh sampel tanah maka diketahui nilai kadar ph setiap tanah memiliki ph yang berbeda. Dari 10 sampel tanah tersebut didapatkan rata-rata nilai error sensor sebesar 4%

4.4. Pengujian Sensor Soil Moisture

Pengujian *sensor soil moisture* ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam membaca kelembapan tanah pada tanaman cabai. Pengujian

dilakukan dengan membandingkan sensor *soil moisture* dan alat ukur digital.

Tabel 2 Pengujian Nilai *Sensor Soil Moisture*

| No | Kondisi Tanah | Sensor Soil Moisture | Akat Ukur |
|----|-------------------------|----------------------|---------------|
| 1 | Tanah Berpupuk | 66% | Basah |
| 2 | Tanah Berpasir | 40% | Sangat Kering |
| 3 | Tanah Biasa (Liat) | 62% | Basah |
| 4 | Tanah campur Kopi | 70% | Basah |
| 5 | Tanah Campur Garam | 61% | Basah |
| 6 | Tanah disiram air teh | 60% | Basah |
| 7 | Tanah disiram air sabun | 65% | Basah |
| 8 | Tanah ditaburkan kapur | 66% | Basah |
| 9 | Tanah ditaburkan Micin | 65% | Basah |
| 10 | Tanah ditaburkan Sekam | 64% | Basah |

Pada Tabel 2 merupakan hasil nilai pengujian dari sensor soil moisture. Dari hasil pengujian yang menggunakan 10 sampel tanah maka diketahui setiap tanah memiliki tingkat kelembapan yang berbeda. Dari hasil pengujian ini tanah berpasir memiliki tingkat kelembapan sebesar 40% yang berarti tanah sangat kering

4.5. Pengujian Sensor DHT11

Pengujian *sensor* DHT11 ini bertujuan untuk mengetahui kemampuan sensor dalam mengetahui perubahan suhu. Pengujian dilakukan dengan membandingkan sensor DHT11 dan alat ukur digital.

Tabel 3 Pengujian Sensor DHT11

| No | DHT11 | Alat Ukur | Selisih | Error |
|-----------------|-------|-----------|---------|-------|
| 1 | 31,3 | 30 | 1,3 | 4,33% |
| 2 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 3 | 24,5 | 25 | 0,5 | 2,00% |
| 4 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 5 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 6 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 7 | 24,1 | 25 | 0,9 | 3,60% |
| 8 | 24 | 25 | 1 | 4,00% |
| 9 | 23,8 | 25 | 1,2 | 4,80% |
| 10 | 24 | 24 | 0 | 0,00% |
| Rata-rata error | | | | 3,55% |

Pada Tabel 3 merupakan hasil nilai pengujian perbandingan suhu dari sensor dht11 dan alat ukur digital. Pengujian ini dilakukan. Dari hasil yang didapatkan nilai suhu udara memiliki nilai rata-rata error sebesar 3,55%.

4.6. Pengujian Alat

Tabel 4 Pengujian Alat

| No | Waktu | Ph Tanah | Kelembapan Tanah | Suhu | Website |
|----|----------|----------|------------------|---------|---------|
| 1 | 18:54:58 | 5.48 | 79% | 26.2 °C | Tampil |
| 2 | 19:54:58 | 5.57 | 75% | 25.3 °C | Tampil |
| 3 | 20:54:58 | 5.6 | 75% | 25.3 °C | Tampil |
| 4 | 21:54:59 | 5.59 | 76% | 24.8 °C | Tampil |
| 5 | 22:54:59 | 5.59 | 76% | 24.8 °C | Tampil |

Pada Tabel 4 Alat tersebut berfungsi dengan baik, menampilkan nilai pH tanah, kelembapan tanah, dan suhu udara di website. Pada pengujian jam 18:54, pH tanah mencapai 5.48, kelembapan tanah 79%, dan suhu udara 26.2°C, menunjukkan tingkat keasaman tanah yang sedikit tinggi. Pada jam 19:54, pH tanah mencapai 5.57, kelembapan tanah 75%, dan suhu udara 25.3°C. Pada jam 20:54, pH tanah sekitar 5.6, kelembapan tanah 75%, dan suhu udara 25.3°C. Jam 21:54 menunjukkan pH tanah sekitar 5.59, kelembapan tanah 76%, dan suhu udara 24.8°C. Sementara pada jam 22:54, pH tanah sekitar 5.59, kelembapan tanah 76%, dan suhu udara 24.8°C.

4.7. Tampilan Grafik



Gambar 6 Tampilan Grafik

Pada Gambar 6 ini merupakan Halaman dashboard dari website monitoring menampilkan grafik data dari tiga sensor, yaitu sensor pH, sensor soil moisture, dan sensor DHT11. Data dari ketiga sensor tersebut ditampilkan secara real-time di dalam dashboard.

4.8. Tampilan Tabel Monitoring

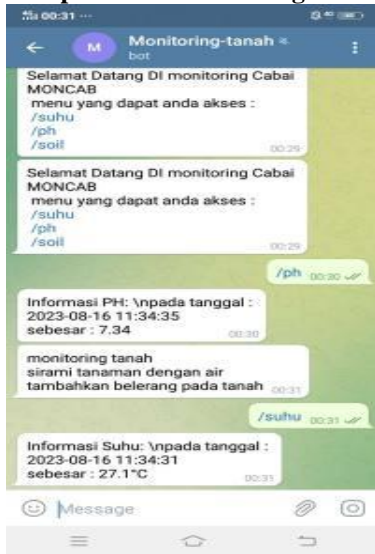
| No | Waktu | Nilai |
|----|------------------------------|-------|
| 1 | 2020-08-07T22:54:58.0000000Z | 24.8 |
| 2 | 2020-08-07T21:54:59.0000000Z | 24.8 |
| 3 | 2020-08-07T20:54:58.0000000Z | 25.3 |
| 4 | 2020-08-07T19:54:58.0000000Z | 26.2 |
| 5 | 2020-08-07T18:54:54.0000000Z | 26.2 |
| 6 | 2020-07-16T03:51:00.0000000Z | 24.8 |
| 7 | 2020-07-16T03:51:00.0000000Z | 24.8 |
| 8 | 2020-07-16T03:51:00.0000000Z | 24.8 |
| 9 | 2020-07-16T03:51:00.0000000Z | 24.8 |
| 10 | 2020-07-16T03:51:00.0000000Z | 24.8 |

Gambar 7 Tampilan tabel monitoring

Pada gambar 7 ini merupakan tampilan halaman tabel dari gambar data sensor ph, sensor soil moisture dan sensor DHT11. Halaman tabel berfungsi untuk

menampilkan data dari setiap sensor. Data yang ditampilkan secara real-time.

4.9. Tampilan Notifikasi Telegram



Gambar 8 tampilan Notifikasi Telegram

Pada Gambar 8 ini merupakan tampilan notifikasi telegram kepada petani data yang diambil adalah data terakhir yang masuk yaitu ke website. Ketika salah satu menu dipilih maka akan muncul data sensor.

4.10. Pengujian BlackBox

Tabel 5 Pengujian Black Box

| Kasus Uji | Keluaran Yang Diharapkan | S | TS |
|---|---|---|----|
| Alat mendapatkan koneksi internet sehingga berhasil mengirim data sensor kepada website | Akan mendapat respon dari server yang mengatakan bahwa data sensor berhasil dikirim | ✓ | |
| Alat tidak mendapatkan koneksi internet sehingga terjadi gagal kirim data sensor kepada website | Akan mendapat respon dari server yang mengatakan terjadi gagal kirim data sensor | ✓ | |
| Mengakses halaman dashboard dengan data yang berhasil dikirimkan dari output sensor | Menampilkan data ph tanah, kelembapan, dan suhu udara sesuai dari data output sensor yang diterima oleh website | ✓ | |
| Mengakses halaman dashboard ketika alat tidak mengirim data output sensor | Menampilkan kondisi data ph tanah, kelembapan, dan suhu udara terakhir yang diterima dari output sensor | ✓ | |

| Kasus Uji | Keluaran Yang Diharapkan | S | TS |
|--|---|---|----|
| Mengakses halaman ph tanah ketika sensor berhasil mengirim data ke website | Akan terjadi perubahan pada grafik dan juga table pada halaman Sensor Ph tanah sesuai dengan data sensor yang diterima oleh website | ✓ | |
| Mengakses halaman dashboard ketika alat tidak mengirim data output sensor | Menampilkan kondisi data ph tanah terakhir yang diterima dari output sensor | ✓ | |
| Mengakses halaman DHT11 ketika sensor berhasil mengirim data ke website | Akan terjadi perubahan pada grafik dan juga table pada halaman DHT11 sesuai dengan data sensor yang diterima oleh website | ✓ | |
| Mengakses halaman DHT11 ketika terjadi gagal kirim data sensor ke website | Halaman DHT11 tidak akan mengalami perubahan dan hanya akan menampilkan grafik dan tabel dari data sensor yang telah diterima sebelumnya | ✓ | |
| Mengakses halaman Kelembapan tanah ketika sensor berhasil mengirim data ke website | Akan terjadi perubahan pada grafik dan juga table pada halaman kelembapan tanah sesuai dengan data sensor yang diterima oleh website | ✓ | |
| Mengakses halaman Kelembapan tanah ketika terjadi gagal kirim data sensor ke website | Halaman kelembapan tanah tidak akan mengalami perubahan dan hanya akan menampilkan grafik dan tabel dari data sensor yang telah diterima sebelumnya | ✓ | |
| Notifikasi Alat gagal selama 24 jam | Akan menampilkan respon dari server yang mengatakan alat dalam kondisi mati | ✓ | |

Keterangan

S: Sesuai

TS: Tidak Sesuai

Berdasarkan hasil pengujian pada tabel 5 dapat diketahui bahwa semua menu pada website dapat berjalan dengan baik sesuai dari hasil yang diharapkan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

Data dari sensor pH, kelembaban tanah, dan DHT11 dapat diakses secara real-time melalui website, memudahkan petani cabai dalam memantau kondisi tanah. Sistem pemantauan kualitas tanah membantu menentukan kondisi tanah yang ideal untuk budidaya cabai. Melalui pemberitahuan Telegram, pemantauan kelembaban dan pH tanah dapat dilakukan lebih efisien, mendukung pengaturan irigasi dan pemupukan yang sesuai. Hasil pengujian sensor pH tanah menunjukkan tingkat kesalahan rata-rata sekitar 4%, memberikan informasi yang andal bagi petani untuk pengambilan keputusan yang lebih baik dalam bercocok tanam cabai. Untuk pengembangan kedepan, sistem monitoring dapat diperluas menjadi aplikasi berbasis Android, memudahkan petani dalam memantau tanaman mereka. Selain itu, penambahan perangkat otomatisasi penyiraman dapat meningkatkan efisiensi dalam pemeliharaan tanaman cabai.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Limanseto Haryo, "Kembangkan Ketangguhan Sektor Pertanian, Indonesia Raih Penghargaan dari International Rice Research Institute," *www.ekon.go.id*, 2022. <https://www.ekon.go.id/publikasi/detail/4443/kembangkan-ketangguhan-sektor-pertanian-indonesia-raih-penghargaan-dari-international-rice-research-institute> (accessed Jul. 10, 2023).
- [2] M. G. M. Polii, T. D. Sondakh, J. S. M. Raintung, B. Doodoh, and T. Titah, "Kajian Teknik Budidaya Tanaman Cabai (Capsicum annum L .) Kabupaten Minahasa Tenggara," *Eugenia*, vol. 25, no. 3, pp. 73–77, 2019.
- [3] H. Imtiyaz, P. Barlian Henryranu, and H. Nurul, "Sistem Pendukung Keputusan Budidaya Tanaman Cabai Berdasarkan Prediksi Curah Hujan," *J. Pengemb. Teknol. Inf. dan Ilmu Komput.*, vol. 1, no. 9, pp. 1–6, 2017, [Online].
- [4] M. A. Sumarni N, *Budidaya Tanaman Cabai Merah*. 2005.
- [5] S. Sowmiya, E and Sivaranjani, "Smart System Monitoring on Soil Using Internet of Things (Iot)," *Int. Res. J. Eng. Technol.*, vol. 4, no. 2, pp. 1070–1072, 2017, [Online].
- [6] S. Trisnawati, Atthariq, "Monitoring dan Kontrol Pembibitan Tanaman Cabai Berbasis IoT (Internet of Things)," *JAISE J. Artif. Intell. Softw. Eng.*, pp. 1–6, 2022.
- [7] G. Santoso, S. Hani, and U. D. Putra, "Monitoring kualitas tanah lahan pertanian Desa Sidorejo menggunakan sensor pH tanah dan Internet of Things," *J. Nusant. Mengabd.*, vol. 2, no. 1, pp. 1–10, 2022.
- [8] S. Anto and Arie Atwa Magriyanti, "Perancangan Sistem Monitoring Kualitas Tanah Sawah Dengan Parameter Suhu Dan Kelembaban Tanah Menggunakan Arduino Berbasis Internet Of Things (Iot)," *Elkom J. Elektron. dan Komput.*, vol. 15, no. 2, pp. 234–241, 2022.
- [9] G. H. Yakin, I. M. Satriya Wibawa, and I. K. Putra, "Design of Soil pH Measuring Instruments Using pH Meter Sensor Module V1.1 SEN0161 Based on Arduino Uno," *Bul. Fis.*, vol. 22, no. 2, p. 105, 2021, doi: 10.24843/bf.2021.v22.i02.p08.
- [10] M. Munandar, R. Romano, and M. Usman, "analisis Faktor-Faktor Permintaan Cabai Merah Di Kabupaten Aceh Besar," *J. Ilm. Mhs. Pertan.*, vol. 2, no. 3, pp. 80–91, 2017.
- [11] M. D. ENDJANG SUJITNO, "Produksi panen berbagai varietas unggul baru cabai rawit (Capsicum frutescens) di lahan kering Kabupaten Garut, Jawa Barat," vol. 1, pp. 874–877, 2015, doi: 10.13057/psnmbi/m010438.
- [12] W. Rufchotuz Zuhrotul Wardah, Farida Arinie S, "Deteksi Kadar Keasaman Media Tanah Untuk Penanaman Kembali Secara Telemonitoring," *J. Jar. Telekomun.*, vol. 9, pp. 488–493, 2019.
- [13] M. Fahrurrozi and E. Nurraharjo, "AUTOMONITORING KELEMBABAN MEDIA TANAM," *J. Din. Inform.*, vol. 12, no. 2, pp. 60–67, 2020, d
- [14] M. Aditya and H. Wibawanto, "Sistem Pengamatan Suhu Dan Kelembaban Pada Rumah Berbasis Mikrokontroler ATmega8," *J. Tek. Elektro Unnes*, vol. 5, no. 1, pp. 15–17, 2013.
- [15] Mariza Wijayanti, "Prototype Smart Home Dengan Nodemcu Esp8266 Berbasis Iot," *J. Ilm. Tek.*, vol. 1, no. 2, pp. 101–107, 2022, doi: 10.56127/juit.v1i2.169.
- [16] A. Lutfi, "Sistem Informasi Akademik Madrasah Aliyah Salafiyah Syafi'iyah Menggunakan Php dan MySQL," *J. AiTech*, vol. 3, no. 2, pp. 104–112, 2017.
- [17] K. Kadarsih and S. Andrianto, "JTIM : Jurnal Teknik Informatika Mahakarya," *JTIM J. Tek. Inform. Mahakarya*, vol. 03, no. 2, pp. 37–44, 2022.
- [18] J. Fahana, R. Umar, and F. Ridho, "Pemanfaatan Telegram Sebagai Notifikasi Serangan untuk Keperluan Forensik Jaringan," *J. Sist. Inf.*, vol. 5341, no. 6, p. 2, 2017.
- [19] M. A. Aris Widya and P. Airlangga, "Pengembangan Telegram Bot Engine Menggunakan Metode Webhook Dalam Rangka Peningkatan Waktu Layanan E-Government," *Saintekbu*, vol. 12, no. 2, pp. 13–22, 2020, doi: 10.32764/saintekbu.v12i2.884.