Sistemasi: Jurnal Sistem Informasi ISSN:2302-8149
Volume 15, Nomor 9, 2026: 3842-3857 e-ISSN:2540-9719

Sistem Monitoring Kelembapan Tanah Suhu dan Penyiraman otomatis pada Tanaman Tomat berbasis *Internet of Things (IoT)*

Soil Moisture and Temperature Monitoring and Automatic Watering System for Tomato Plants based on the Internet of Things (IoT)

[1]Irfan Ade Ryan Musyaffa, [2]Jeki Kuswanto, [3] Wahid Miftahul Ashari
[1,2,3]Teknik Komputer, Fakultas Teknik, Universitas AMIKOM Yogyakarta
[1,2,3]Jl. Ring Road Utara, Ngringin, Condongcatur, Kec. Depok, Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta 55281. Indonesia
*e-mail: [1]irfanaderyan@students.amikom.ac.id, [2] jeki@amikom.ac.id, [3] wahid.m@amikom.ac.id

(***received*:** 14 September 2026, ***revised*:** 27 September 2026, ***accepted*:** 28 September 2026)

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengembangkan sistem yang dapat memantau kelembapan tanah, suhu, dan penyiraman otomatis pada tanaman tomat (Solanum lycopersicum). Sistem ini memiliki sejumlah sensor yang mengukur suhu dan kelembapan tanah secara real-time, dan data dari sensor tersebut dikirim ke platform cloud untuk dianalisis. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem dapat secara otomatis menyalakan atau mematikan penyiraman untuk memberi air kepada tanaman sesuai kebutuhannya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem dapat memantau kelembapan tanah dan suhu secara real-time, mengontrol penyiraman otomatis sesuai dengan tingkat kelembapan tertentu, dan membantu praktik pertanian yang lebih tepat dan berkelanjutan. Hasil penelitian ini menawarkan solusi kreatif untuk pengelolaan lahan pertanian yang lebih efisien dan efektif, selain memberikan kontribusi signifikan dalam kemajuan teknologi pertanian kontemporer. Selain itu, dengan menyediakan alat yang lebih canggih untuk mengelola kondisi lingkungan tanaman, sistem ini dapat membantu petani menghadapi variabilitas cuaca dan tantangan perubahan iklim. Akibatnya, penelitian ini tidak hanya membantu meningkatkan produktivitas pertanian tetapi juga memastikan bahwa sistem pertanian akan tetap bertahan dan berkelanjutan di masa depan.

Kata kunci : penyiraman otomatis, Internet of Things, kelembapan tanah, suhu, tanaman tomat

Abstract

This study aims to develop an Internet of Things (IoT)-based system for monitoring soil moisture and temperature and controlling automatic irrigation for tomato plants (Solanum lycopersicum). The system is equipped with sensors that measure soil moisture and temperature in real time, with the sensor data transmitted to a cloud platform for monitoring and analysis. The results show that the system can automatically activate or deactivate irrigation to supply water according to the plants' requirements. Testing demonstrated that the system can monitor soil moisture and temperature in real time and control automatic irrigation based on predefined soil moisture thresholds, thereby supporting more precise and sustainable agricultural practices. The proposed system offers a practical solution for improving the efficiency and effectiveness of agricultural land management while contributing to the advancement of contemporary agricultural technology. Furthermore, by providing a more advanced tool for managing plant environmental conditions, the system can assist farmers in responding to weather variability and climate-related challenges. Overall, the findings indicate that the proposed system has the potential to support agricultural productivity while promoting more sustainable farming practices in the future.

Keywords: *automatic irrigation, Internet of Things, soil moisture, temperature, tomato plants*

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

1. Pendahuluan

Mayoritas warga Indonesia tergantung pada sektor pertanian, sehingga Indonesia diakui sebagai negara agraris. Sektor pertanian memiliki kontribusi signifikan terhadap perekonomian negara, terutama di kawasan pedesaan. Di samping menjadi salah satu sumber pendapatan bagi masyarakat, sektor pertanian turut berperan dalam penyediaan kebutuhan pangan. Tomat (Solanum lycopersicum) merupakan salah satu tanaman hortikultura yang bernilai ekonomi. Sebagai bagian yang umum digunakan dalam industri makanan dan kebutuhan rumah tangga, permintaan terhadap tomat terus meningkat [1].

Tanaman tomat membutuhkan lingkungan yang tepat untuk tumbuh dan berkembang secara optimal. Kelembapan tanah merupakan salah satu elemen penting yang harus diperhatikan karena berkaitan dengan ketersediaan air untuk tanaman. Selain kadar kelembapan tanah, suhu lingkungan turut memengaruhi perkembangan tanaman tomat. Kondisi kelembapan dan suhu yang tidak optimal dapat menghalangi pertumbuhan serta memengaruhi perkembangan tanaman. Oleh sebab itu, kedua parameter tersebut harus diawasi secara berkala untuk memastikan kondisi lingkungan tetap optimal bagi pertumbuhan tomat [2].

Ketidakstabilan suhu lingkungan dapat memengaruhi berbagai proses vital pada tanaman tomat. Variasi suhu dapat menghambat aktivitas reproduksi bunga pada tanaman. Keadaan ini juga dapat berdampak pada proses pembentukan buah, yang mengakibatkan perkembangan tanaman menjadi kurang optimal. Di samping itu, suhu yang tidak ideal dapat mengganggu proses fotosintesis yang penting bagi perkembangan tanaman. Maka dari itu, menjaga konsistensi suhu dan kelembapan lingkungan menjadi elemen vital dalam mendukung pertumbuhan tanaman tomat [3].

Dalam praktiknya, beberapa petani masih menyiram tanaman secara manual tanpa menyadari kondisi kelembapan tanah secara langsung. Penyiraman secara manual dapat berakibat pada ketidaksesuaian jumlah air yang diperlukan oleh tanaman. Penyiraman yang berlebihan dapat menyebabkan pemborosan air, sedangkan defisit air dapat menghambat pertumbuhan vegetasi. Situasi ini juga dapat mengakibatkan peningkatan kebutuhan akan tenaga kerja karena penyiraman perlu dilakukan secara berkala. Di samping itu, perubahan iklim dan kelangkaan sumber daya air semakin mendesak kebutuhan akan sistem penyiraman yang lebih efektif [4].

Teknologi Internet of Things (IoT) dapat digunakan untuk menangani isu-isu terkait pemantauan dan pengairan tanaman. Teknologi IoT memungkinkan penggunaan sensor untuk secara otomatis mengumpulkan data mengenai kondisi lingkungan tanaman. Informasi yang dikumpulkan dari sensor dapat diolah oleh mikrokontroler untuk menetapkan respons yang tepat sesuai dengan keadaan tanaman. Mikrokontroler seperti NodeMCU ESP8266 mampu mengirimkan data melalui jaringan internet ke platform IoT. Informasi tersebut dapat disajikan pada platform seperti ThingSpeak atau Blynk, memungkinkan pemantauan kondisi tanaman secara langsung melalui perangkat seperti ponsel atau komputer [5].

Studi ini memanfaatkan berbagai elemen untuk merancang sistem pemantauan dan irigasi otomatis pada tanaman tomat. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman, sementara sensor kelembapan tanah digunakan untuk menentukan tingkat kelembapan pada media tanam. Informasi dari kedua sensor tersebut diolah oleh NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler utama dalam sistem. NodeMCU ESP8266 juga digunakan untuk mengirimkan data hasil pembacaan sensor ke platform IoT, sehingga kondisi tanaman dapat dipantau. Selain itu, relay berfungsi untuk mengatur pompa air secara otomatis sesuai dengan tingkat kelembapan tanah, sehingga proses penyiraman dapat disesuaikan dengan kondisi media tanam [6].

2. Tinjauan Literatur

Penelitian ini merujuk pada sejumlah kajian sebelumnya yang berkaitan dengan sistem pengawasan kelembapan tanah, temperatur, dan penyiraman otomatis yang didasarkan pada Internet of Things (IoT) pada tanaman. Penelitian-penelitian itu menerapkan berbagai tipe sensor, mikrokontroler, metode kontrol, dan platform untuk melakukan pengawasan dan pengendalian penyiraman. Perbedaan dalam komponen dan teknik yang digunakan menunjukkan adanya sejumlah pendekatan dalam pengembangan sistem pertanian yang berlandaskan IoT. Sejumlah penelitian berfokus pada pengamatan kelembapan tanah, sedangkan penelitian lain mengombinasikan pengukuran suhu dan kelembapan udara dengan irigasi otomatis. Merujuk pada penelitian yang telah dilakukan, dapat

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

diidentifikasi perkembangan dalam penggunaan teknologi IoT untuk membantu pemantauan dan penyiraman tanaman.

Studi sebelumnya telah menggunakan teknologi Internet of Things (IoT) untuk memantau kelembapan tanah, suhu, dan otomatisasi penyiraman tanaman. Beragam studi memanfaatkan mikrokontroler, sensor, teknik pengendalian, dan platform pemantauan yang bervariasi. Okta dan Firmansyah menggunakan ESP32 dan ThingSpeak untuk memantau kelembapan tanah pada berbagai tanaman dengan menggunakan sensor kelembapan tanah kapasitif v1.2, yang menghasilkan MAE sebesar 6,4 dan MAPE sebesar 7% pada tanaman tomat [1]. Eli dan Noviyanti menggunakan NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, DHT11, dan Blynk untuk penyiraman otomatis dengan tingkat akurasi klasifikasi sebesar 90% [7]. Anggreyani, Rais, dan Qirom menggunakan DHT11, sensor kelembapan tanah, NodeMCU, dan pompa DC 12V untuk penyiraman otomatis tanaman tomat dengan rentang kelembapan 30–80% [3]

Wardana, Febriyanto, dan Fathullah mengembangkan sistem pemantauan tanaman tomat menggunakan NodeMCU ESP8266 dan Blynk, dengan pompa aktif ketika kelembapan tanah berada di bawah 60% [6]. Muhammad Azmi Aulia Amin, Tedy Rismawan, dan Irma Nirmala menggunakan ESP32, DHT11, FC-28, dan PWM untuk mengatur penyiraman tanaman tomat[8]. Muhammad Ibnu Abdul Aziz dkk. menggunakan ESP32, sensor kelembapan tanah kapasitif, DHT11, DS18B20, relay, LCD I2C, dan Blynk untuk sistem kebun pintar [9]. Putu Edward Lim Junior dkk. menggunakan DHT22, YL-69, MIT App Inventor, dan Firebase, dengan tingkat akurasi DHT22 sebesar 98,65% untuk suhu dan 98,72% untuk kelembapan [10].

Zulhijayanto dan Fadlil menggunakan NodeMCU ESP8266, DHT11, dan sensor kelembapan tanah kapasitif pada tanaman tomat, dengan rata-rata kesalahan sensor kelembapan tanah sebesar 6,87% dan kesalahan DHT11 sebesar 12,34% [11]. Saputra, Prayoga Yudhi Putra, dan Saifullah menggunakan ESP32, sensor kelembapan tanah kapasitif, DHT11, DS18B20, Blynk, dan LCD I2C, dengan pompa aktif ketika kelembapan tanah berada di bawah 60% [12]. Rosa dan Noviyanti menggunakan NodeMCU ESP8266 dan metode Fuzzy K-Nearest Neighbor untuk menentukan kondisi penyiraman secara otomatis [13]. Al Anshory, Maulana, dan Syifa menggunakan metode Fuzzy Sugeno dengan tingkat akurasi sebesar 98,61% dan rata-rata kesalahan sebesar 1,39% [14]. Alhamda, Ilham, dan Rochman menggunakan ESP32, berbagai sensor, LCD, Blynk, dan Telegram, dengan pompa aktif ketika kelembapan tanah berada di bawah 40% dan tidak aktif ketika kelembapan melebihi 75% [15].

Mengacu pada beberapa studi terdahulu, sistem monitoring dan irigasi tanaman berbasis IoT telah dikembangkan dengan menggunakan berbagai mikrokontroler, sensor, metode kontrol, dan platform pemantauan. Berbagai penelitian menerapkan NodeMCU ESP8266, sedangkan penelitian yang lain menggunakan ESP32 atau Wemos D1 sebagai pengatur sistem. Berbagai jenis sensor digunakan, seperti Soil Moisture Sensor, sensor kapasitif, DHT11, DHT22, dan sensor lainnya untuk mendapatkan informasi tentang kondisi tanaman. Sistem pemantauan yang digunakan meliputi Blynk, ThingSpeak, Firebase, dan situs daring, sehingga data dapat diakses secara langsung maupun dari jarak jauh. Mengacu pada perbedaan tersebut, penelitian ini menerapkan NodeMCU ESP8266, Sensor Kelembapan Tanah, DHT11, relay, pompa air, LCD 16x2, dan ThingSpeak untuk memonitor kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara serta mengontrol penyiraman tanaman tomat secara otomatis.

3. Metode Penelitian

Metode peneitian ini penjelasan menyeluruh tentang langkah-langkah yang diperlukan untuk membangun sistem pemantauan tanaman tomat yang dirancang. Tujuan utama sistem ini adalah untuk memantau kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara secara real-time serta mengatur penyiraman otomatis melalui koneksi Internet of Things (IoT). Data yang dibaca sensor dikirim ke platform ThingSpeak, yang memungkinkan visualisasi grafik melalui smartphone atau perangkat lainnya.

3.1 Komponen sistem

Dalam penelitian ini, sejumlah komponen utama yang terhubung digunakan untuk menciptakan sistem pengawasan, yaitu:

3.1.1 NodeMCU ESP8266

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Bertindak sebagai mikrokontroler sentral yang mengatur keseluruhan sistem.NodeMCU dilengkapi dengan modul WiFi terintegrasi untuk mengirimkan data sensor ke ThingSpeak platform.

3.1.2 Sensor Kelembapan Tanah (Soil Moisture Sensor)

Dipakai untuk mengukur tingkat hidrasi pada bahan tanam. Nilai yang diperoleh merupakan data analog yang menunjukkan derajat kelembapan tanah.

3.1.3 Sensor DHT11

Perangkat ini dirancang untuk mengukur suhu dan kelembapan lingkungan di sekitar tanaman. Data yang diperoleh dari sensor ini mendukung identifikasi kondisi lingkungan bagi tanaman.

3.1.4 Relay Module

Berfungsi sebagai pengatur otomatis untuk mengendalikan pompa air. Relay akan berfungsi ketika NodeMCU mengeluarkan sinyal berdasarkan pembacaan sensor kelembapan tanah.

3.1.5 LCD 16x2

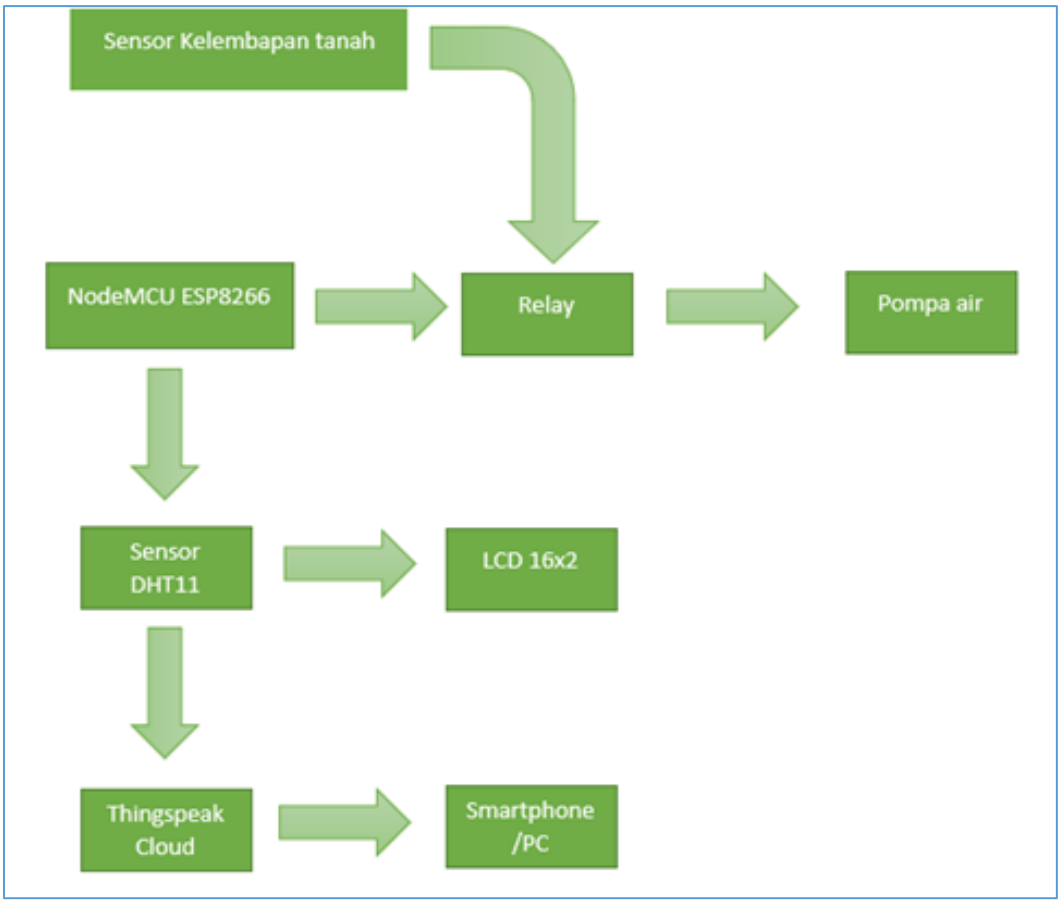
Layar kecil ini berfungsi untuk menampilkan informasi suhu, kelembapan udara, dan kelembapan tanah secara langsung di lokasi perangkat tanpa memerlukan koneksi internet.

3.1.6 Platform ThingSpeak

Merupakan platform cloud yang digunakan untuk memvisualisasikan data sensor dalam format grafik dan memfasilitasi pengawasan jarak jauh melalui perangkat digital seperti ponsel atau komputer.

3.2 Diagram Alur Sistem

Sistem monitoring untuk tanaman tomat dibuat dengan menghubungkan sensor kelembapan tanah dan sensor DHT11 dengan NodeMCU ESP8266 sebagai pusat pengolahan data. Sensor kelembapan tanah digunakan untuk mengetahui kadar air dalam media tanam, sedangkan sensor DHT11 digunakan untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tanaman. Data yang diperoleh dari pembacaan sensor kemudian diproses oleh NodeMCU untuk menentukan kondisi penyiraman tanaman. Diagram alur sistem secara keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 1.



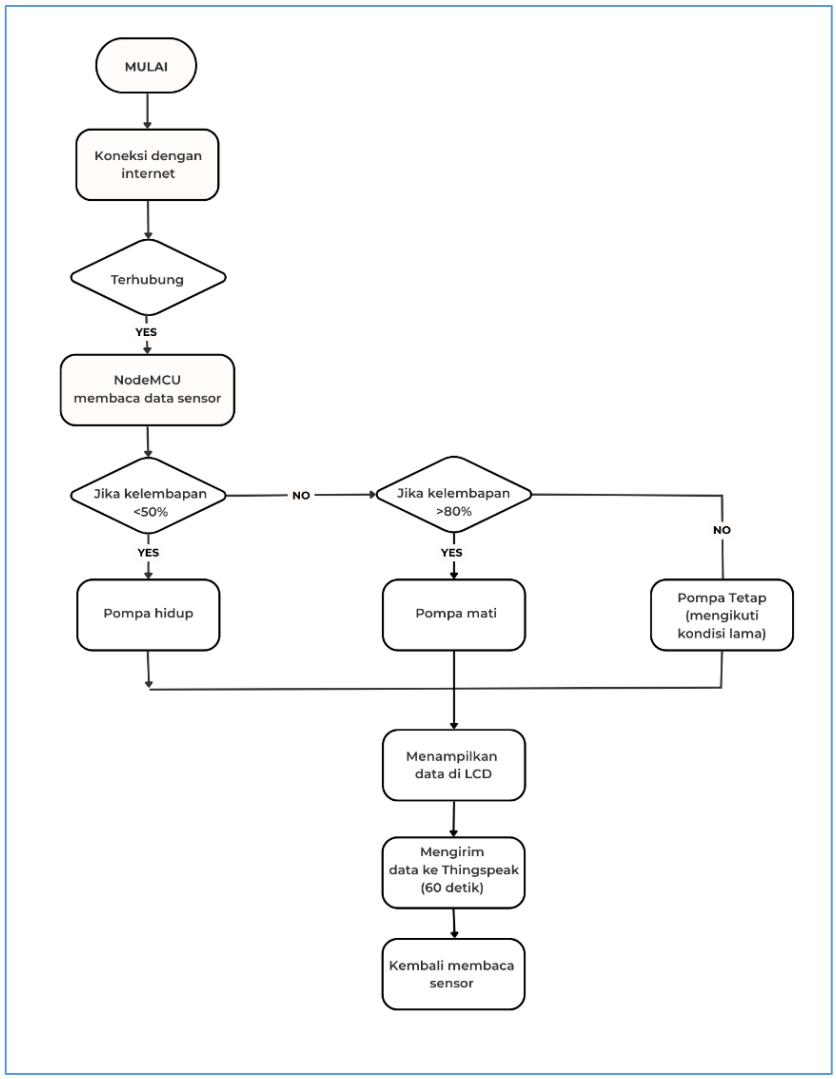
Gambar 1 Diagram alur sistem monitoring tanaman tomat

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Gambar 1 Menunjukkan diagram alur sistem monitoring tanaman tomat yang dirancang, rangkaian kerja sistem dapat dipaparkan sebagai berikut Sistem dimulai dengan sensor kelembapan tanah yang menilai kadar air dalam tanah, sementara sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan atmosfer di sekitar tanaman. Semua informasi dari sensor selanjutnya dikirimkan ke NodeMCU ESP8266 untuk diproses. Ketika kadar kelembapan tanah kurang dari 50%, NodeMCU akan mengoperasikan relay yang mengaktifkan pompa air secara otomatis untuk melakukan penyiraman. Hasil pengukuran sensor ditampilkan pada LCD 16x2 untuk memungkinkan pengguna memantau keadaan sistem secara real-time. Selanjutnya, NodeMCU mengirimkan data sensor ke platform ThingSpeak melalui koneksi WiFi, memungkinkan pengguna untuk memantau grafik hasil pengukuran dan status penyiraman melalui smartphone atau komputer. Melalui mekanisme ini, sistem mampu melakukan penyiraman secara otomatis tanpa intervensi manual, sekaligus memungkinkan pengguna untuk mengawasi keadaan tanaman dari lokasi yang jauh.

3.3 Flowchart Penelitian

Flowchart penelitian berfungsi untuk menggambarkan proses kerja sistem pengawasan kelembapan tanah, suhu, dan irigasi otomatis yang didasarkan pada IoT. Tahapan ini mencakup pengaktifan sistem, koneksi NodeMCU ESP8266 dengan jaringan WiFi, pembacaan data sensor, pemrosesan data, dan pengiriman hasil pengukuran ke platform ThingSpeak. Alur ini juga mencerminkan proses pengambilan keputusan yang didasarkan pada nilai kelembapan tanah yang telah ditentukan. Skema penelitian yang digunakan dalam sistem ini dapat dilihat pada Gambar 2.



 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

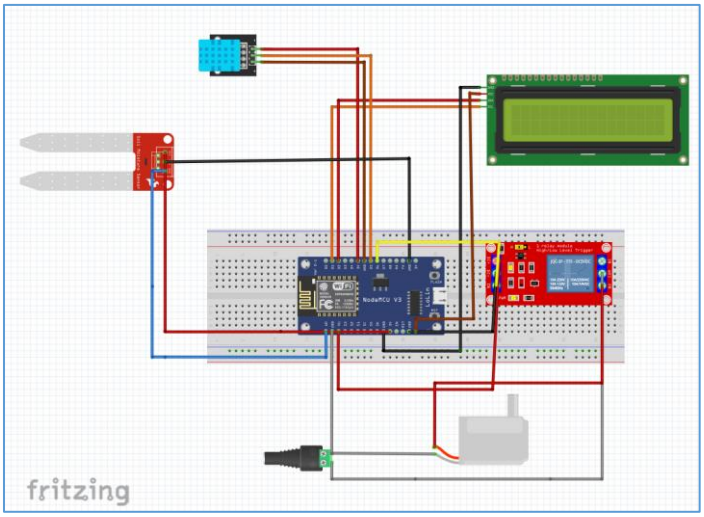
Gambar 2 memperlihatkan flowchart yang menggambarkan tahapan kerja sistem monitoring kelembapan tanah, suhu, dan penyiraman otomatis berbasis IoT.

Berdasarkan Gambar 2, proses sistem dimulai saat perangkat diaktifkan dan NodeMCU ESP8266 melakukan konfigurasi serta menghubungkan sistem ke jaringan WiFi. Kemudian, sensor kelembapan tanah mendeteksi kadar air dalam media tanam, sedangkan sensor DHT11 mengukur suhu dan kelembapan udara. Data hasil pembacaan sensor selanjutnya diproses oleh NodeMCU dan dibandingkan dengan nilai ambang kelembapan tanah. Ketika kelembapan tanah kurang dari 50%, relay akan aktif untuk menghidupkan pompa air, sedangkan jika kelembapan tanah lebih dari 80%, relay akan dimatikan sehingga pompa tidak beroperasi. Data dari sensor kemudian ditampilkan pada LCD 16x2 dan dikirimkan ke ThingSpeak secara real-time melalui koneksi WiFi.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Skema Rangkaian Alat

Pengembangan rangkaian dilakukan dengan mengaitkan komponen inti yang digunakan dalam sistem monitoring dan penyiraman otomatis untuk tanaman tomat. Elemen-elemen ini mencakup NodeMCU ESP8266, sensor kelembapan tanah, sensor DHT11, relay, pompa air, LCD 16x2, dan Power Supply Unit (PSU) 12V. Setiap bagian memiliki fungsi yang saling terkait dalam proses pembacaan sensor, pengolahan data, pemantauan tanaman, dan pengendalian penyiraman. Skema sistem yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.



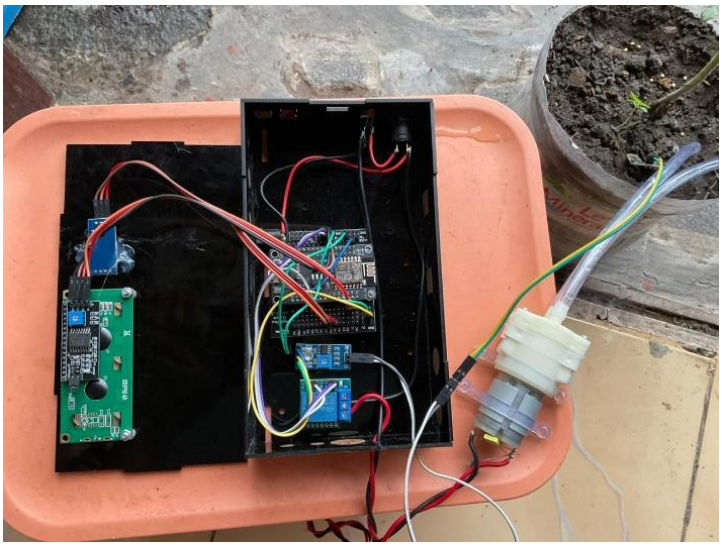
Gambar 3 memperlihatkan skema rangkaian sistem monitoring dan penyiraman otomatis tanaman tomat berbasis IoT.

Berdasarkan Gambar 3, NodeMCU ESP8266 berperan sebagai pengendali utama yang menerima informasi dari sensor kelembapan tanah dan DHT11. Sensor kelembapan tanah menghasilkan data analog yang selanjutnya diproses oleh NodeMCU menjadi persentase kelembapan tanah. Sensor DHT11 berfungsi untuk mengukur suhu dan kelembapan udara di sekitar tumbuhan. Relay berfungsi sebagai pengatur pompa air sesuai dengan tingkat kelembapan tanah, sementara LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan hasil pembacaan sensor secara real-time. Seluruh sistem mendapatkan pasokan daya dari PSU 12V dan dilengkapi dengan saklar ON/OFF untuk memfasilitasi pengoperasian perangkat.

4.2 Tampilan Alat Sistem Monitoring

Setelah seluruh komponen disatukan sesuai dengan rencana sistem, dilakukan perakitan perangkat untuk menghasilkan alat pengawasan dan penyiraman otomatis. Komponen yang sudah dirakit mencakup NodeMCU ESP8266, sensor DHT11, sensor kelembapan tanah, relay, pompa air, dan LCD 16x2. Setiap bagian diletakkan dan dihubungkan berdasarkan fungsinya agar sistem dapat berfungsi sesuai dengan rencana. Fisik alat untuk monitoring dan penyiraman otomatis yang digunakan dalam studi ini terlihat pada Gambar 4.

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719



Gambar 4 Alat monitoring dan penyiraman otomatis

Berdasarkan Gambar 4, perangkat ini meliputi NodeMCU ESP8266 sebagai mikrokontroler, sensor DHT11 yang berfungsi untuk membaca suhu dan kelembapan udara, sensor kelembapan tanah untuk mendeteksi tingkat kelembapan tanah, serta pompa air sebagai aktuator penyiraman. LCD 16x2 digunakan untuk menampilkan data yang diperoleh dari hasil pembacaan sensor secara langsung. Hasil perakitan menunjukkan bahwa seluruh komponen dapat terhubung dengan baik dan berfungsi sesuai dengan perannya masing-masing dalam proses pemantauan dan penyiraman otomatis.

4.3 Pengujian Sistem

Pengujian dilakukan untuk memastikan semua komponen perangkat keras dan perangkat lunak bekerja sesuai dengan perancangan. Tahapan pengujian mencakup uji sensor, relay, pompa air, serta koneksi ke platform IoT ThingSpeak.

4.4 Pengujian Sensor Kelembapan Tanah

Pengujian terhadap sensor kelembapan tanah dilakukan untuk menilai efektivitas sensor dalam mengukur kondisi media tanam pada tingkat kelembapan yang beragam. Pengujian dilakukan dengan memasang sensor pada media pertumbuhan dalam kondisi kering, lembap, dan basah. Setiap situasi menghasilkan nilai kelembapan yang berbeda-beda berdasarkan kadar air pada substrat. Metode pengujian sensor kelembapan tanah diperlihatkan dalam Gambar 5.



Gambar 5 Menampilkan proses pengujian sensor kelembapan tanah.

Berdasarkan Gambar 5, tanah yang kering menunjukkan nilai kelembapan yang minimal, sedangkan tanah yang lembap menghasilkan nilai kelembapan pada tingkat sedang. Dalam keadaan tanah yang lembap, sensor memproduksi nilai kelembapan yang lebih tinggi. Perbedaan nilai tersebut

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

mengindikasikan bahwa sensor mampu mendeteksi variasi kelembaban dalam media tanam. Hasil evaluasi ini berfungsi sebagai landasan untuk menetapkan keadaan penyiraman otomatis dalam sistem.

4.5Pengujian Sensor DHT11

Uji coba sensor DHT11 dilaksanakan untuk mengevaluasi kemampuan sensor dalam mendeteksi suhu dan kelembapan lingkungan di sekitar tanaman. Uji coba dilaksanakan dalam dua kondisi lingkungan yang berbeda, yakni area terbuka dan area tertutup. Hasil pengukuran digunakan untuk mengidentifikasi variasi suhu dan kelembapan udara dalam kondisi tersebut. Prosedur pengujian sensor DHT11 ditampilkan pada Gambar 6.



Gambar 6 menunjukkan proses pengujian sensor DHT11

Berdasarkan Gambar 6, sensor DHT11 mampu mengukur suhu dan kelembapan udara dalam berbagai kondisi lingkungan. Nilai yang diperoleh mencerminkan adanya variasi dalam pembacaan sesuai dengan keadaan lingkungan di mana sensor diterapkan. Hasil pembacaan tersebut selanjutnya dimanfaatkan sebagai informasi untuk memantau keadaan lingkungan tanaman. Oleh karena itu, sensor DHT11 dapat dimanfaatkan sebagai salah satu elemen dalam sistem pemantauan tanaman tomat.

4.6 Pengujian Relay dan Pompa Air

Uji coba relay dan pompa air dilaksanakan untuk memastikan bahwa proses Penyiraman dapat berfungsi sesuai dengan tingkat kelembapan tanah yang sudah ditetapkan. Uji coba dilaksanakan dengan mengirimkan sinyal dari NodeMCU ESP8266 kepada relay berdasarkan hasil pengukuran sensor kelembapan tanah. Relay berperan sebagai pengatur untuk menghubungkan dan memutuskan arus listrik ke pompa air. Prosedur pengujian relay dan pompa air ditampilkan pada Gambar 7.



Gambar 7 Foto Pengujian Relay dan Pompa Air

Berdasarkan Gambar 7, saat tingkat kelembapan tanah berada di bawah 50%, relay beroperasi dalam keadaan ON, yang mengakibatkan pompa air aktif. Sebaliknya, ketika tingkat kelembapan tanah melebihi 80%, relay berada dalam keadaan OFF sehingga pompa air berhenti beroperasi. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa relay dan pompa dapat bereaksi terhadap instruksi dari NodeMCU sesuai dengan

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

logika kontrol yang sudah dirancang. Oleh karena itu, relay dan pompa dapat dimanfaatkan untuk mengotomatiskan proses penyiraman tanaman.

4.7 Rumus Perhitungan dan Kalibrasi

Untuk memastikan pembacaan sensor akurat, dilakukan proses kalibrasi dan perhitungan sebagai berikut:

1. Rumus Kelembapan Tanah (%)

Rata-rata kelembapan tanah dihitung berdasarkan jumlah seluruh data kelembapan tanah dibagi dengan jumlah data pengujian. Perhitungan rata-rata kelembapan tanah dapat dilakukan menggunakan Persamaan (1).

Rumus rata-rata:

$$\bar{H} = \frac{\sum H}{n} \qquad (1)$$

Keterangan:
$\bar{H}$= rata-rata kelembapan tanah (%)
$\sum H$= jumlah seluruh data kelembapan tanah
n= jumlah data pengujian

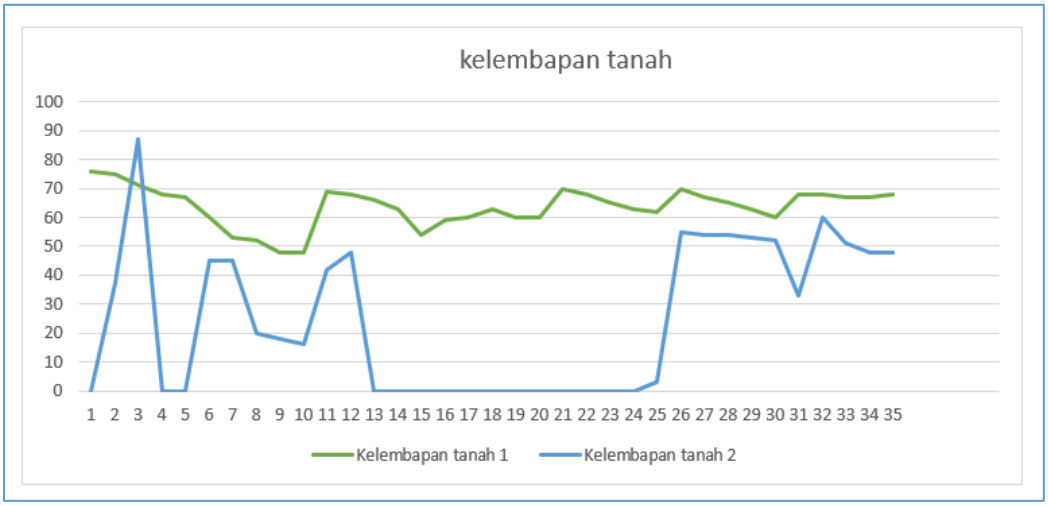
Tabel 1 Perhitungan kelembapan tanah

No	Hari	Kelembapan Tanaman 1	Kelembapan Tanaman 2	Waktu Tanaman 1	Waktu Tanaman 2	Status Pompa 1	Status Pompa 2
1	1	76	0	11:03	12:02	OFF	OFF
2	1	75	37	11:04	12:03	OFF	ON
3	1	71	87	11:05	12:04	OFF	OFF
4	1	68	0	11:07	12:05	OFF	OFF
5	1	67	0	11:08	12:06	OFF	OFF
6	2	60	45	11:41	12:00	OFF	ON
7	2	53	45	11:42	12:01	OFF	ON
8	2	52	20	11:43	12:02	OFF	ON
9	2	48	18	11:44	12:03	ON	ON
10	2	48	16	11:45	12:04	ON	ON
11	3	69	42	11:10	12:00	OFF	ON
12	3	68	48	11:11	12:01	OFF	ON
13	3	66	0	11:12	12:02	OFF	OFF
14	3	63	0	11:13	12:03	OFF	OFF
15	3	54	0	11:14	12:04	OFF	OFF
16	4	59	0	11:09	12:42	OFF	OFF
17	4	60	0	11:10	12:43	OFF	OFF
18	4	63	0	11:11	12:44	OFF	OFF

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

19	4	60	0	11:12	12:45	OFF	OFF
20	4	60	0	11:13	12:46	OFF	OFF
21	5	70	0	11:20	12:24	OFF	OFF
22	5	68	0	11:21	12:25	OFF	OFF
23	5	65	0	11:23	12:26	OFF	OFF
24	5	63	0	11:24	12:27	OFF	OFF
25	5	62	3	11:25	12:32	OFF	ON
26	6	70	55	11:06	12:00	OFF	OFF
27	6	67	54	11:07	12:01	OFF	OFF
28	6	65	54	11:08	12:02	OFF	OFF
29	6	63	53	11:10	12:03	OFF	OFF
30	6	60	52	11:12	12:04	OFF	OFF
31	7	68	33	11:06	12:01	OFF	ON
32	7	68	60	11:07	12:02	OFF	OFF
33	7	67	51	11:08	12:05	OFF	OFF
34	7	67	48	11:15	12:07	OFF	ON
35	7	68	48	11:17	12:08	OFF	ON

Hasil pengujian kelembapan tanah selama 35 kali pengujian ditampilkan dalam bentuk grafik untuk melihat perubahan nilai kelembapan tanah pada setiap pengujian. Grafik tersebut menunjukkan perbandingan nilai kelembapan tanah pada dua kondisi pengukuran. Hasil pengujian kelembapan tanah dapat dilihat pada Gambar 8



Gambar 8 Grafik kelembapan tanah

Perhitungan:
Hari ke 1 : 357
Hari ke 2 : 261
Hari ke 3 : 320

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

Hari ke 4 : 302
Hari ke 5 : 328
Hari ke 6 : 325
Hari ke 7 : 338

Total seluruh data:

$$\sum h = 357 + 261 + 320 + 302 + 328 + 325 + 338 = 2231$$

Jumlah data pengujian:

$$n = 35$$

Substitusi ke rumus:

$$\bar{H} = \frac{\sum h}{n}$$

$$\bar{H} = \frac{2231}{35n}$$
$$\bar{H} = 63{,}74\%$$

Berdasarkan hasil pengujian selama 7 hari, diperoleh total nilai kelembapan tanah sebesar 2231 dari 35 data pengujian. Perhitungan menggunakan rumus rata-rata menghasilkan nilai kelembapan tanah sebesar 63,74%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa kondisi kelembapan tanah secara umum berada di atas ambang batas 50%, sehingga sistem penyiraman otomatis tidak mengaktifkan pompa karena tanah masih memiliki kadar air yang cukup. Pompa akan aktif secara otomatis apabila nilai kelembapan tanah turun di bawah 50% sesuai dengan logika program yang telah dirancang pada sistem.

2. Rumus (Threshold) Pompa

Pengendalian pompa dilakukan berdasarkan nilai kelembapan tanah yang dibaca oleh sensor. Nilai kelembapan tersebut digunakan sebagai batas untuk menentukan kondisi pompa. Jika kelembapan tanah kurang dari 50%, pompa akan aktif, sedangkan jika kelembapan tanah lebih dari 80%, pompa akan mati. Pada rentang kelembapan 50–80%, sistem mempertahankan kondisi pompa sesuai dengan kondisi sebelumnya. Aturan pengendalian pompa tersebut ditunjukkan pada Persamaan (2).

$$\begin{gathered} H < 50\% \rightarrow Pompa\ On \\ 50\% < H < 80\% \rightarrow Stabil \\ H > 80\% \rightarrow Pompa\ OFF \end{gathered} \qquad (2)$$

Jika kelembapan < 50% → Pompa ON
Jika kelembapan > 80% → Pompa OFF
Jika 50–80% → Sistem stabil (pompa bisa ON/OFF sesuai kondisi terakhir).
Keterangan:
H= kelembapan tanah (%).

3. Rumus Rata-Rata Sensor Suhu

Rata-rata suhu dihitung dengan menjumlahkan seluruh data suhu kemudian membaginya dengan jumlah data pengujian. Perhitungan rata-rata suhu dapat dilakukan menggunakan Persamaan (3).

$$\bar{T} = \frac{\sum T}{n} \qquad (3)$$

Keterangan:

$$\begin{gathered} \bar{T} = rata - rata\ suhu\ (°C) \\ \sum T = jumlah\ seluruh\ data\ suhu \\ n = jumlah\ data \end{gathered}$$

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

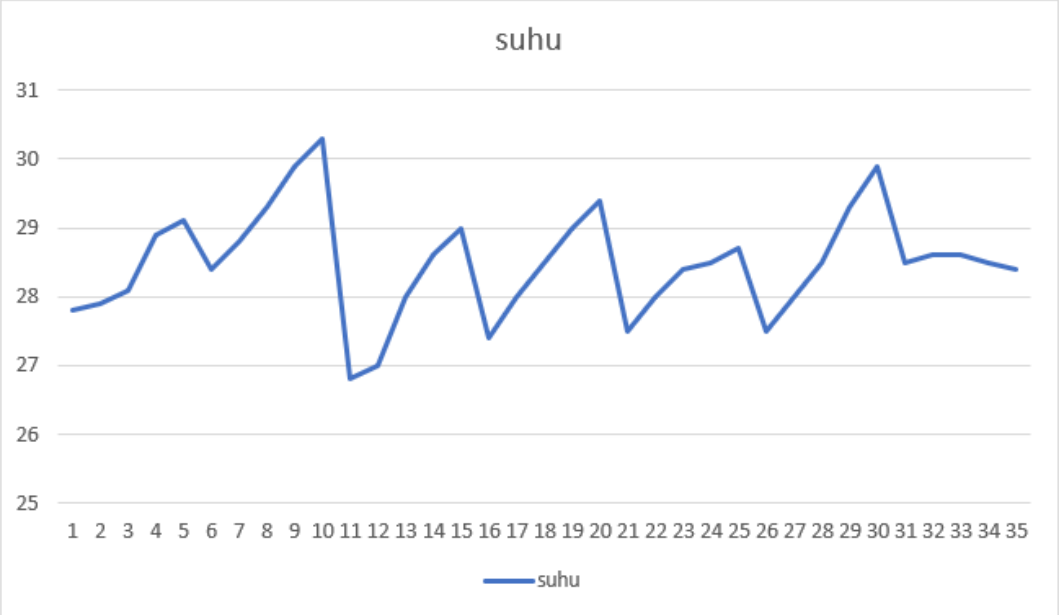
Tabel 2 Pengujian Sensor Suhu

No	Hari	Waktu Tanaman 1	Waktu Tanaman 2	Suhu
1	1	11:03	12:02	27,8
2	1	11:04	12:03	27,9
3	1	11:05	12:04	28,1
4	1	11:07	12:05	28,9
5	1	11:08	12:06	29,1
6	2	11:41	12:00	28,4
7	2	11:42	12:01	28,8
8	2	11:43	12:02	29,3
9	2	11:44	12:03	29,9
10	2	11:45	12:04	30,3
11	3	11:10	12:00	26,8
12	3	11:11	12:01	27,4
13	3	11:12	12:02	28,0
14	3	11:13	12:03	28,6
15	3	11:14	12:04	29,0
16	4	11:09	12:42	27,4
17	4	11:10	12:43	28,0
18	4	11:11	12:44	28,5
19	4	11:12	12:45	29,0
20	4	11:13	12:46	29,4
21	5	11:20	12:24	27,5
22	5	11:21	12:25	28,0
23	5	11:23	12:26	28,4
24	5	11:24	12:27	28,5
25	5	11:25	12:32	28,7
26	6	11:06	12:00	27,5
27	6	11:07	12:01	28,0
28	6	11:08	12:02	28,5
29	6	11:10	12:03	29,3

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

30	**6**	**11:12**	**12:04**	**29,9**
31	**7**	**11:06**	**12:01**	**28,5**
32	**7**	**11:07**	**12:02**	**28,6**
33	**7**	**11:08**	**12:05**	**28,6**
34	**7**	**11:15**	**12:07**	**28,5**
35	**7**	**11:17**	**12:08**	**28,4**

Hasil pengujian suhu dilakukan sebanyak 35 kali pengukuran untuk mengetahui perubahan suhu selama proses pemantauan tanaman tomat. Data hasil pengukuran suhu kemudian disajikan dalam bentuk grafik agar perubahan nilai suhu pada setiap pengujian dapat terlihat dengan jelas. Hasil pengujian suhu dapat dilihat pada Gambar 9.



Gambar 9 Grafik Suhu

Perhitungan:

$$T = \frac{\sum T}{n}$$

$$T = \frac{997{,}8}{35}$$

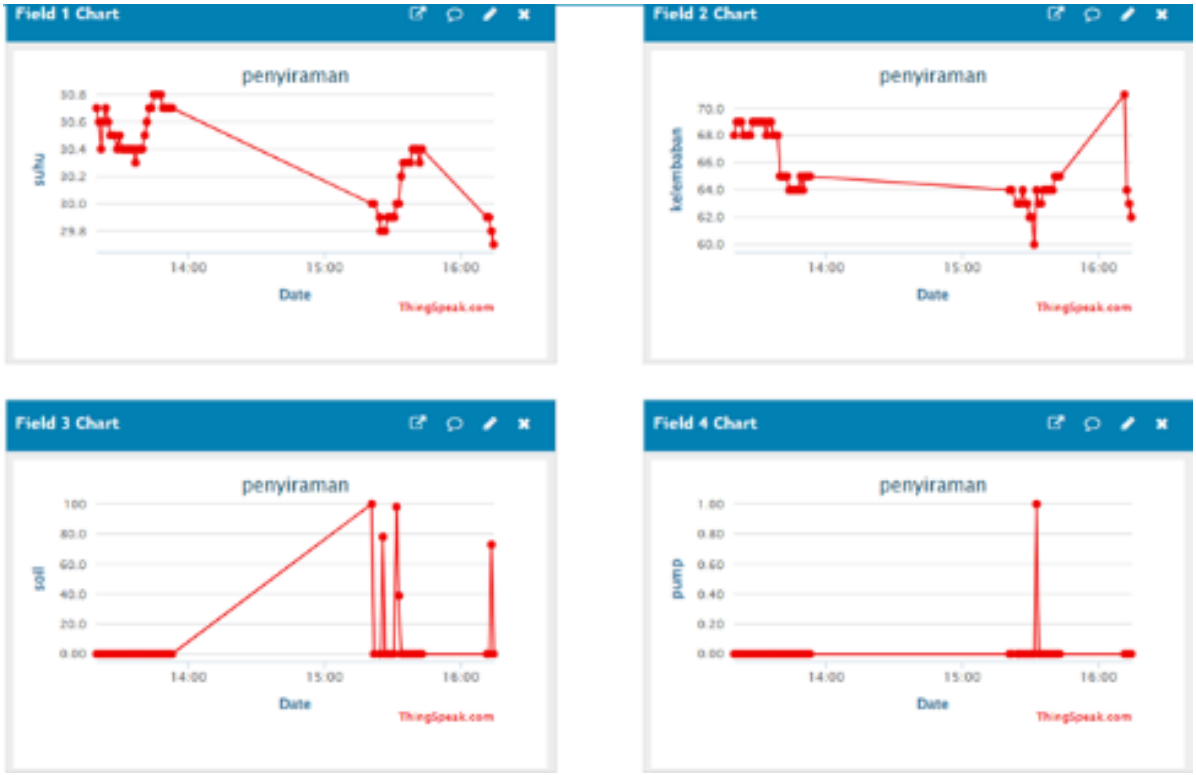
$$T^{-} = 28{,}51°C$$

Berdasarkan hasil pengujian sensor suhu selama 7 hari, diperoleh total nilai suhu sebesar 997,8°C dari 35 data pengujian. Perhitungan menggunakan rumus rata-rata menghasilkan nilai suhu sebesar 28,51°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa suhu lingkungan selama pengujian berada pada kisaran normal untuk pertumbuhan tanaman tomat, sehingga sistem monitoring mampu menampilkan nilai suhu secara stabil selama proses pengujian berlangsung

 ISSN:2302-8149
e-ISSN:2540-9719

4.8 Pengujian Koneksi ThingSpeak

Pengujian konektivitas dilakukan dengan menghubungkan NodeMCU ke jaringan WiFi, kemudian mengirimkan data sensor ke platform ThingSpeak. Data yang berhasil dikirim ditampilkan dalam bentuk grafik real-time. Hasil pemantauan data sensor pada platform ThingSpeak dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10 menampilkan hasil grafik data sensor pada ThingSpeak

Grafik suhu udara pada Gambar 10 menunjukkan nilai antara 27–32°C, yang masih termasuk rentang ideal untuk pertumbuhan tanaman tomat. Sementara itu, grafik kelembapan tanah memperlihatkan fluktuasi kadar air pada media tanam. Ketika nilai kelembapan turun di bawah batas 50%, pompa air otomatis menyala hingga kelembapan kembali di atas 80%.

Perubahan nilai ini memperlihatkan bahwa sistem bekerja sesuai logika kontrol yang telah ditentukan. Proses penyiraman berlangsung otomatis, dan kelembapan tanah dapat dijaga tetap stabil tanpa intervensi manual

Secara keseluruhan, hasil pengujian menunjukkan bahwa sistem monitoring berbasis IoT ini mampu menampilkan data suhu dan kelembapan secara real-time sekaligus mengontrol penyiraman tanaman tomat dengan baik

Kesimpulan

Berdasarkan hasil perancangan, implementasi, dan pengujian, sistem pemantauan kelembapan tanah, suhu, dan kelembapan udara pada tanaman tomat yang didukung oleh Internet of Things (IoT) menggunakan NodeMCU ESP8266, Sensor Kelembapan Tanah, dan DHT11 mampu melakukan pemantauan data secara real-time serta mengirimkannya ke platform ThingSpeak melalui koneksi WiFi. Sistem ini memiliki kemampuan untuk menampilkan data pada LCD 16x2 dan mengendalikan pompa air secara otomatis sesuai dengan kondisi kelembapan tanah, yaitu pompa berfungsi ketika kelembapan tanah kurang dari 50% dan berhenti saat kelembapan melebihi 80%. Temuan ini menunjukkan bahwa sistem dapat memfasilitasi pemantauan kondisi tanaman dan otomatisasi penyiraman, serta memungkinkan pengguna untuk mengawasi tanaman dari jarak jauh.Dalam tahap pengembangan berikutnya, sistem dapat disempurnakan dengan menambahkan fitur notifikasi ke ponsel pintar, meningkatkan akurasi melalui kalibrasi sensor, menyediakan sumber daya alternatif, serta melakukan pengujian di zona yang lebih luas dengan menambah jumlah sensor.

Referensi

[1] A. Okta and Firmansyah, "Implementasi Sistem Monitoring Kelembapan Tanah berbasis *Internet of Things*," *J. Serambi Eng.*, Vol. 5, No. 4, pp. 10959–10969, 2025.

[2] E. Sri Rahayu and C. Wulan Hidayat, "Desain Sistem Penyiraman Tanaman Tomat berbasis Suhu dan Kelembaban menggunakan *Fuzzy* dan *IoT*," *J. Teknol. Elektro*, Vol. 14, No. 03, pp. 132–140, 2023, DOI: 10.22441/jte.2023.v14i3.003.

[3] D. Anggreyani, Rais, and Qirom, "Dan Penyiraman Otomatis pada Tanaman Tomat berbasis," pp. 1–5, 2022, [Online]. Available: http://eprints.poltektegal.ac.id/id/eprint/1053

[4] P. Hawelayuda and D. A. Wagyana, "Perancangan Sistem Monitoring Kelembaban Tanah dan Penyiraman Otomatis berbasis *Wireless* Sensor Network dengan *LoRa*," *Sniv Semin. Nas. Inov. Vokasi*, Vol. 3, No. 1, pp. 407–415, 2024.

[5] Didik Aribowo *et al.*, "*Prototype Internet of Thing* menggunakan Esp8266 pada Rangkaian Sistem Monitoring Penyiraman Lahan Petani," *Jural Ris. Rumpun Ilmu Tek.*, Vol. 4, No. 1, pp. 531–542, 2025, DOI: 10.55606/jurritek.v4i1.5168.

[6] A. Hendra Wardana, R. Wahyu Febriyanto, and U. Said Fathullah, "*Greenhouse* berbasis *IoT* (*Internet of Things*) Sistem Monitoring dan Kontrol Lingkungan Tanaman Tomat," *Pros. Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, pp. 540–545, 2025, DOI: 10.47701/wg7tm238.

[7] Eli and Noviyanti P, "Implementasi Metode *Gaussian Naive Bayes* dan *Rule-based System* pada Sistem Penyiraman Otomatis Tanaman Tomat berbasis *IoT* berdasarkan Kelembapan Tanah dan Suhu Udara," *J. Komput. Teknol. Inf. Sist. Komput.*, Vol. 5, No. 1, pp. 923–933, 2026, DOI: 10.62712/juktisi.v5i1.1249.

[8] F. Y. Hendry *et al.*, "Rancang Bangun Penyiraman Otomatis untuk Tanaman Cabai Merah dengan menggunakan Sensor Kelembapan Tanah berbasis *IoT*," *Konf. Nas. Soc. dan Eng. Politek. Negeri Medan Tahun 2024*, pp. 562–571, 2024.

[9] R. Ayusi, "Laporan Proyek *Internet of Things (IoT)* Penerapan *Smart* Garden Otomatisasi Penyiraman Tanaman menggunakan *Node Mcu*," Vol. 10, No. 1, pp. 475–483, 2026.

[10] Putu Edward Lim Junior, Eddy Muntina Dharma, and Putu Trisna Hady Permana, "*Smart Irrigation Berbasis Internet of Things (IoT)* menggunakan *Framework Firebase* pada Tanaman Tomat (Studi Kasus pada Pertanian Tomat di Desa Tegalcangkring, Kabupaten Jembrana)," *J. Teknol. Inf. dan Komput.*, Vol. 9, No. 4, pp. 438–446, 2023, DOI: 10.36002/jutik.v9i4.2549.

[11] Zulhijayanto and A. Fadlil, "Desain Sistem Monitoring dan Penyiraman Tanaman Tomat berbasis *Internet of Things (IoT)*," *Bul. Ilm. Sarj. Tek. Elektro*, Vol. 4, No. 2, pp. 94–104, 2022, DOI: 10.12928/biste.v4i2.5884.

[12] A. B. Saputra[1], L. Prayoga, Y. Putra[2], and M. Saifullah[3], "Sistem Irigasi Otomatis berbasis *IoT* menggunakan Sensor Kelembapan Tanah untuk Budidaya Tomat," *Semin. Nas. Teknol. Inf. dan Bisnis*, p. 2025, 2025.

[13] F. Rosa and Noviyanti. P, "Sistem Irigasi berbasis *Internet of Things (IoT)* pada Budidaya Tanaman Tomat menggunakan Metode F*uzzy K-Nearest Neighbor (F-KNN)*," *J. Komput. Teknol. Inf. Sist. Komput.*, Vol. 5, No. 2, pp. 1379–1389, 2026, DOI: 10.62712/juktisi.v5i2.1248.

[14] M. Z. Al Anshory, Y. Z. Maulana, and F. T. Syifa, "Rancang Bangun Alat Pendeteksi Kelembapan Tanah dan Penyiram Tanaman Tomat Otomatis menggunakan *Algoritma Fuzzy*," *J. Telecommun. Electron. Control Eng.*, Vol. 7, No. 2, pp. 98–108, 2025, DOI: 10.20895/jtece.v7i2.1658.

[15] M. Syukur, M. Ilham, and S. Rochman, "Prototipe Sistem Penyiraman Tanaman Otomatis dengan Monitoring Suhu dan Kelembapan pada Tanah menggunakan *ESP 32* berbasis *IoT*," pp. 11–20, 2026.