

Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Irigasi Tetes Berbasis *Internet of Things (IoT)* Pada Tanaman Selada Merah

Muhammad Amri Azzani¹, Bambang Minto Basuki², Eko Noerhayati³

Universitas Islam Malang

amriazzani11@gmail.com, bambang.minto@unisma.ac.id, eko,noerhayati@unisma.ac.id

Abstract

Agriculture in Indonesia uses a lot of conventional irrigation, so it is necessary to design a more modern irrigation network. With the development of new IoT-related technologies, lettuce farmers especially need to pay attention to temperature and humidity control systems. So an IoT-based irrigation system for plants was created that required attention. The aim of this research is for farmers who still use conventional watering, this tool is to obtain temperature and humidity results for plants that comply with standards, for lettuce plants the standard humidity temperature is around 27°. The drip irrigation method is carried out using two control systems, namely the manual control system and the IoT control system. The microcontroller in this drip irrigation system uses STM32 and NodeMCU v3 ESP8266. The STM32 microcontroller functions for control and sending sensor data, the ESP3266 for IoT systems and sending data to the web and applications. This programming uses Arduino IDE software. Microcontroller components include solenoid valves, water flow sensors, soil moisture sensors, and temperature sensors. The average test results on the tool for measuring environmental temperature and soil moisture are based on sensor data values, environmental temperature sensor data range (28o), and soil moisture sensor data at 16.00 WIB range (75%) the higher the sensor reading, the hotter the surroundings. which causes the soil to dry out, and vice versa. Different irrigation methods did not show a significant effect on soil moisture conditions. The water flow is equipped with a water discharge sensor to determine the volume of water, the unit of discharge used is cubic meters per second (m3/s).

Keywords— *IoT-based Drip Irrigation, soil temperature and humidity monitoring, application, web service.*

Abstrak

Pertanian di Indonesia banyak menggunakan irigasi konvensional, sehingga perlu dirancang jaringan irigasi yang lebih modern. Dengan berkembangnya teknologi baru yang terkait IoT, petani selada khususnya perlu memperhatikan sistem kontrol suhu dan kelembaban. Maka dibuatlah sistem irigasi berbasis IoT tanaman yang membutuhkan perhatian. Tujuan dari penelitian ini untuk petani yang masih menggunakan penyiraman secara konvensional, alat ini untuk mendapatkan hasil suhu dan kelembaban pada tanaman yang sesuai standarnya, untuk tanaman selada standart suhu kelembaban kisaran 27°. Metode irigasi tetes dilakukan secara dua sistem kontrol yaitu sistem kontrol manual dan sistem kontrol IoT. Mikrokontroler pada sistem irigasi tetes ini menggunakan STM32 dan NodeMCU v3 ESP8266. Fungsi mikrokontroler STM32 untuk kontrol dan mengirim data sensor, ESP3266 untuk sistem IoT dan mengirim data ke web dan aplikasi. Pemrograman ini menggunakan software Arduino IDE. Komponen mikrokontroler meliputi solenoid valve, sensor water flow, sensor soil moisture, dan sensor suhu. Hasil rata-rata pengujian pada alat mengukur suhu lingkungan dan kelembaban tanah berdasarkan nilai data sensor, data sensor suhu lingkungan kisaran (28°), dan data sensor kelembaban tanah pada pukul 16.00 WIB kisaran (75%) semakin tinggi pembacaan sensor maka semakin panas disekitarnya, yang menyebabkan tanah mengering, begitu pula sebaliknya. Dengan metode irigasi yang berbeda tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kondisi kelembaban tanah. Aliran air dilengkapi sensor debit air untuk mengetahui volume air, satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m3/s).

Kata Kunci— *Irigasi Tetes berbasis IoT, monitoring suhu dan kelembaban tanah, aplikasi, web service.*

I. PENDAHULUAN

Seiring dengan perkembangan zaman yang semakin pesat dan juga bertambahnya populasi manusia, menyebabkan terjadinya peningkatan kebutuhan pangan. Di negara tropis seperti Indonesia, dimana ekonomi banyak digerakkan oleh hasil agrikultur pada kenyataannya masih

belum dapat menghasilkan produk agrikultura yang maksimal secara kontinu. Penyebab utamanya adalah kurangnya dan lebihnya air tanah di beberapa tempat di Indonesia. Penyebab lain yang sangat penting adalah penggunaan air yang tidak terencana diikuti dengan terbuangnya sejumlah besar air secara sia-sia. Penggunaan air pada lahan pertanian yang kurang atau berlebihan

dapat menyebabkan tumbuhan tersebut kering dan busuk.[1]

Menurut [2], Irigasi adalah usaha manusia untuk mengairi lahan pertanian. Di dunia sekarang ini, saat ini banyak desain irigasi yang bisa dibuat orang. Pada zaman dahulu, jika ada banyak air karena suatu tempat di dekat sungai atau mata air, pedesaan diairi dengan menuangkan air. Namun penyiraman juga banyak dilakukan dengan cara membawa air menggunakan wadah kemudian disiramkan satu per satu pada tanaman. Berikut penjelasan beberapa jenis irigasi:

- **Irigasi Permukaan**
Jenis irigasi ini umumnya dianggap sebagai bentuk irigasi tertua di Indonesia. Teknik tersebut melibatkan pengambilan air dari suatu sumber, biasanya sungai, dengan menggunakan bangunan berupa bendungan atau saluran bebas. Air tersebut kemudian dipompa secara gravitasi melalui pipa atau selang ke tanah pertanian, di mana tanah yang lebih tinggi menerima air terlebih dahulu.
- **Irigasi Bawah Permukaan**
Seperti namanya, jenis irigasi ini menggunakan sistem irigasi tanah yang mengarahkan air dari zona akar ke dalam tanah dengan menggunakan pipa bawah tanah atau saluran terbuka. Di bawah pengaruh gaya kapiler, kelembaban tanah bergerak ke zona akar sehingga tanaman dapat memanfaatkannya.[3]
- **Irigasi Pancaran/sprinkler**
Irigasi ini sedikit lebih modern karena dikembangkan baru-baru ini. Caranya adalah menyalurkan air dari sumber ke daerah sasaran dengan menggunakan pipa. Di area target, ujung tabung diblokir oleh tekanan khusus alat penuangan, sehingga semburan air muncul sebagai hujan, yang pertama menyirami bagian atas tanaman, lalu bagian bawah, dan kemudian sebagian tanah.[4]
- **Irigasi Pompa Air**
Irigasi ini menggunakan tenaga mekanik untuk mengalirkan berbagai jenis air dari sumber air, biasanya sumur, ke lahan pertanian dengan menggunakan pipa atau saluran.
- **Irigasi Lokal**
Irigasi lokal mendistribusikan air melalui tabung atau pipa yang dipasang di area tertentu sehingga air hanya mengalir ke area tersebut.
- **Irigasi Ember**
Pengairan jenis ini dilakukan oleh tenaga manusia yaitu petani yang menyirami lahannya dengan timba atau Ember.
- **Irigasi Tetes**
Irigasi tetes jenis ini mendistribusikan air ke lahan pertanian dengan menggunakan

selang atau pipa berlubang yang dapat disesuaikan dengan tekanan tertentu[5]. Dengan pengaturan ini, air yang keluar dari tabung berbentuk tetesan langsung menuju ke akar tanaman. Teknologi tersebut dirancang untuk mengarahkan air ke akar sehingga tanah tidak perlu disiram dan mencegah kehilangan air akibat penguapan yang berlebihan.[2]

Internet of Things pada sistem irigasi, dimana objek dapat terhubung ke internet dengan konsep ini untuk memantau dan mengontrol fungsi saluran irigasi seperti air, udara pemantauan suhu, ketinggian air, dan otomatis untuk membuka dan menutup kran, sehingga diharapkan pasokan air ke saluran irigasi dapat lebih optimal dan juga memudahkan pekerjaan manusia, karena pengoperasian yang cerdas irigasi. [6]

Penerapan soil moisture sensor menjelaskan bahwa, Untuk memudahkan budidaya tanaman, diperlukan sistem kontrol yang terintegrasi untuk mengatur kelembaban tanah, diperlukan pengontrol yang dapat menyirami tanaman secara otomatis, sehingga kelembaban tanah tanaman dapat dikontrol oleh sensor kelembaban tanah.[7]

Pada penerapan teknologi irigasi tetes menjelaskan bahwa irigasi mikro memiliki kelebihan dibanding teknik distribusi air lainnya, karena hemat air, memiliki aliran air yang rendah sehingga akar tanaman lebih efektif menyerap air, dapat digunakan bersamaan dengan pemupukan, dan dapat disesuaikan dengan topografi lahan pertanian. [8]

Pada penelitian yang dilakukan ini menjelaskan bahwa untuk mengatasi kekurangan air dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan air dalam pengelolaan irigasi memerlukan teknologi yang efektif dan penerapan yang efektif. Perancangan sistem irigasi dengan menggunakan teknologi tetes merupakan pilihan yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan irigasi di lahan sawah.[9]

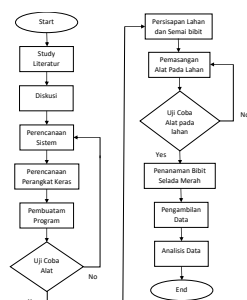
Dengan manfaatnya alat yang sudah dilengkapi teknologi *IoT* dapat di kontrol dengan jarak jauh dan juga memonitoring kelembaban dan suhu. Dengan adanya alat ini yang menerapkan *IoT* diharapkan bisa meminimalisir kebutuhan air pada tanaman selada merah dan hasil lebih maksimal. Sehingga ini menjadikan solusi untuk menjaga kelembaban tanah. Perangkat inti dari *Internet of Thing* ini adalah NodeMCU. NodeMCU merupakan perangkat kecil *OpenSource* yang di lengkapi wifi, sehingga memudahkan kita untuk mengontrol dan monitoring secara nirkabel. Daya yang digunakan oleh mikrokontroler ini adalah 3,3V dan mempunyai output yang juga sebesar 3,3V. Untuk menyalakan pompa menggunakan modul *Relay*. Modul *Relay* adalah saklar (*Switch*) yang dioperasikan secara elektromagnetik yang terdiri dari dua bagian utama yakni *Coil* dan mekanikal. Kemudian untuk

melakukan penyiraman menggunakan pompa air. Pompa air adalah mesin untuk menggerakkan *Fluida*. Konsep *Internet of Things* mampu menghasilkan sistem monitoring yang efektif dan efisien karena tidak terkendala dengan jarak sehingga pemilik tanaman dapat melakukan monitoring terhadap tanaman. Sehingga penggunaan *Internet of Things* ini dapat membantu petani untuk menanam tanaman Selada Merah, atau tanaman yang butuh perhatian lebih pada kandungan air dan kelembaban tanah.

Oleh karena itu, berdasarkan permasalahan yang telah dipaparkan, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian tentang “*SISTEM KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN TANAH PADA IRIGASI TETES BERBASIS INTERNET OF THINGS (IOT) PADA TANAMAN SELADA MERAH*”, agar penyediaan air optimal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman. Dapat membantu memudahkan pekerjaan petani konvensional dalam pengolahan irigasi lahan pertanian. Platform yang digunakan dalam sistem ini adalah perangkat lunak berbasis web dan perangkat berbasis IoT.

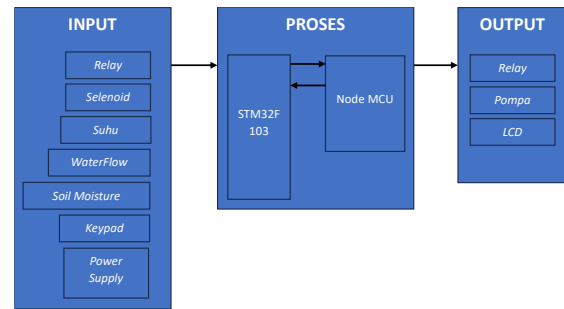
II. METODE PENELITIAN

A. Metode Penelitian



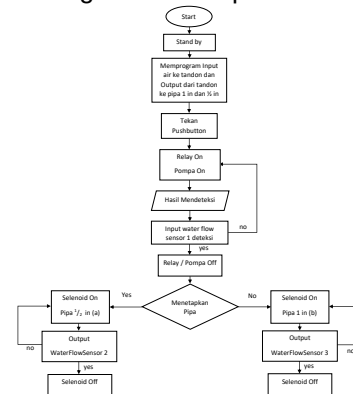
Gambar 1. Diagram Alir Penyelesaian Masalah

Pada diagram alir penyelesaian masalah dijelaskan tahapan tahapan untuk melakukan penelitian. Dimulai dengan studi literatur yaitu mencari data dan teori yang berhubungan dalam penelitian. Data dan teori yang sudah terkumpul didiskusikan dengan pembimbing untuk membuat perencanaan sistem dalam penelitian. Perencanaan perangkat keras dilakukan untuk menentukan komponen-komponen yang dibutuhkan dalam penelitian, dilanjutkan dengan pembuatan program pada masing-masing komponen. Setelah program setiap komponen dapat dilanjutkan dengan penggabungan program keseluruhan komponen sehingga alat dapat dijalankan. Sistem ini diuji terlebih dahulu jika masih ada masalah maka dilakukan dengan pengecekan komponen hingga pemrograman ulang, dan jika sistem sudah berjalan dengan normal maka siap untuk di pasang pada lahan.



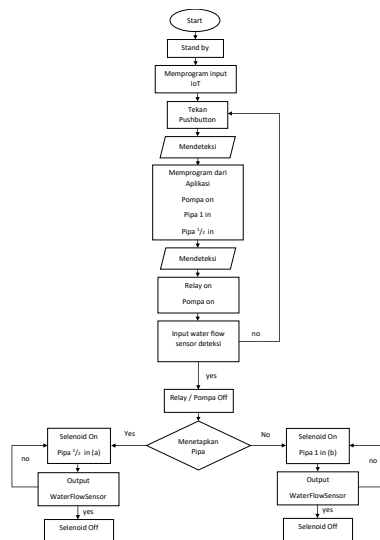
Gambar 2. Blok Diagram Sistem

Pada blok diagram dijelaskan STM32F & NodeMCU digunakan sebagai mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak pemrograman. Komponen yang digunakan sebagai input adalah sensor suhu, sensor soil moisture (kelembaban tanah), dan sensor water flow. Sedangkan untuk outputnya adalah solenoid valve dan relay. Untuk mysql digunakan sebagai interface pada sistem.



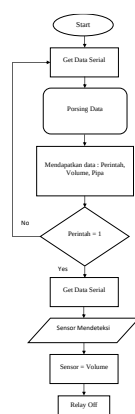
Gambar 3 Flowchart Sistem Manual

Pada *FlowChart* Sistem Manual di Panel, dimulai dengan *stand by* pada tempat penelitian untuk memasukkan program secara manual, masukan program sesuai dengan kebutuhan dan program untuk memilih pipa untuk output air, program sudah selesai tahap selanjutnya dengan menekan *pushbutton*, relay otomatis aktif karena adanya perintah yang ada diprogram, *sensor water flow* mendeteksi data tampil di *LCD*, ketika perintah sudah memenuhi maka solenoid valve otomatis *on* pada pipa yang dibutuhkan, jika air belum memenuhi permintaan maka *relay* pompa air masih *on* karena program belum memenuhi perintah. Ketika sudah memenuhi perintah maka salah satu *solenoid valve* *on* (menyiram) dan *sensor water flow* mendeteksi data masuk, data bisa dilihat ditampilkan *LCD* panel. Perintah belum mematikan solenoid valve jika perintah belum memenuhi kebutuhan output air. Solenoid valve akan *off* jika kebutuhan air sudah memenuhi.



Gambar 4. FlowChart Sistem IoT

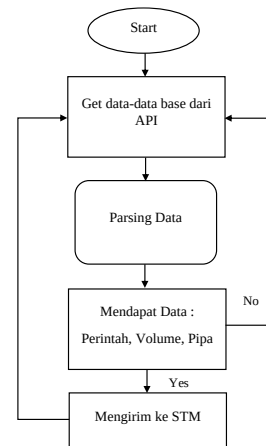
Pada *FlowChart* Sistem IoT di Aplikasi, dimulai dengan *stand by* pada aplikasi di *smartphone* untuk memasukkan program, masukan program sesuai dengan kebutuhan dan program untuk memilih pipa untuk output air, program sudah selesai tahap selanjutnya dengan menekan mulai pada aplikasi relay otomatis aktif karena adanya perintah yang ada diprogram, *sensor water flow* mendeteksi, ketika perintah sudah memenuhi maka solenoid valve otomatis on pada pipa yang dibutuhkan, jika air belum memenuhi permintaan maka *relay* pompa air masih on karena program belum memenuhi perintah. Ketika sudah memenuhi perintah maka salah satu *solenoid valve* on (menyiram). Perintah belum mematikan solenoid valve jika perintah belum memenuhi kebutuhan output air. Solenoid valve akan off jika kebutuhan air sudah memenuhi.



Gambar 5. FlowChart Kontrol Aplikasi

Pada *FlowChart* Program Kontrol dari Aplikasi, dimulai dengan *stand by* pada *smartphone*. Ketika program sudah masuk dalam aplikasi sesuai dengan kebutuhan, program kirim (*parsing data*), *relay* otomatis akan on dan data

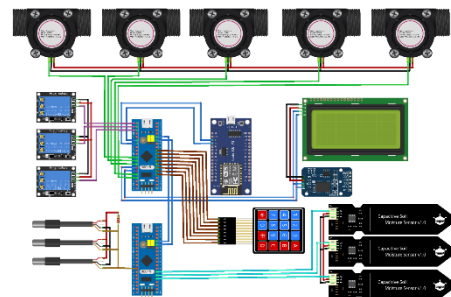
komponen *water flow*, suhu dan *soil moisture* tampil di *smartphone*.



Gambar 6. FlowChart WEB Service

Pada *FlowChart* program data *WEB Service*, dimulai dengan *stand by* pada *web service*, ketika program data sudah terkumpul maka program akan otomatis kirim ke *WEB Service*, di *WEB* menampilkan data komponen sensor suhu, *sensor soil moisture*, dan *on/off* pompa air.

B. Metode Perencanaan Sistem



Perancangan irigasi ini merupakan hasil studi kasus dari penelitian sebelumnya yang sudah dilakukan di lowokwaru, Kabupaten Malang. Ada beberapa penambahan komponen dan penambahan konsep teknologi dengan menggunakan IoT (*Intenret of Thing*). Untuk alurnya sendiri titik pertama yaitu intake dari air sungai masuk pada penampungan air (*reservoir*) lalu di alirkan ke sawah atau lahan petani dengan pipa. Kemudian oleh petani dialirkan dengan pipa berlubang disertai selang kecil menuju tanamannya.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Implementasi

Mikrokontroler sistem irigasi tetes berbasis IoT ini menggunakan kontrol NodeMCU dan STM32F untuk kontrol manual. Sistem irigasi tetes ini dirancang dengan kapasitas lahan yang disesuaikan dengan kebutuhan, lahan tersebut merupakan lahan laboratorium dengan

megggunakan lahan sawah asli. Sistem irigasi tetes yang dilengkapi dengan sensor dan kontrol yang ditempatkan pada box panel di setiap bagian. Berikut ini gambaran pengontrol untuk semua komponen.



Gambar 7. Implementasi Mikrokontroler

Sistem irigasi tetes berbasis IoT terdiri dari 3 sensor dan 2 selenoid yang terhubung ke mikrokontroler STM32F, termasuk solenoid valve yang menutup dan membuka aliran air dari tandon ke pipa. Sensor debit air (*water flow sensor*) yang berfungsi sebagai sensor yang menghitung debit air yang mengalir dari *reservoir*/tandon ke tanaman di sistem irigasi. Sensor kelembaban tanah (*Soil Moisture*) yang mendeteksi kelembaban dalam tanah. Sensor suhu untuk mengetahui suhu lingkungan laboratorium, suhu tersebut diketahui dari perubahan cuaca, hal itu berpengaruh pada tanaman yang sangat perlu diperhatikan.



Gambar 8. Implementasi Sensor Kelembaban Tanah

Soil moisture sensor adalah jenis sensor untuk memonitoring kelembaban tanah untuk penyiraman tanaman secara otomatis atau manual. Hasil dari kinerja sensor tersebut berupa nilai kelembaban dalam persentase (%) yang ditampilkan pada LCD atau *smartphone*. Dari hasil pengujian merupakan data primer yang diperoleh dari observasi lapangan, setelah itu peneliti mengolah data

tersebut. Berikut tampilan monitoring *soil moisture* di *smartphone* pada aplikasi.

Berdasarkan nilai-nilai data sensor, value range nilai sensor bervariasi angka 0 – 100% yang menandakan kelembaban tanah. Semakin tinggi pembacaan sensor menunjukkan semakin kering kondisi kelembaban tanah, dan sebaliknya semakin rendah nilai pembacaan sensor maka kelembaban tanah semakin basah.

Tabel 1. Kategori Kondisi Kelembaban Tanah

No	Kelembaban Tanah (%)	Kategori Kondisi Kelembaban Tanah
1	61-100	Basah
2	51-60	Lembab
3	0-50	Kering

Dari tabel status kelembaban tanah, nilai dari kelembaban tanah dinyatakan dalam persentase (%). Ini memudahkan untuk membaca monitoring kelembaban tanah dengan *smartphone*.



Gambar 9. Implementasi Sensor Suhu

Sensor Suhu digunakan untuk mengukur suhu tanah. Nilai suhu ditentukan dengan menanam sensor suhu ditanah dan menambahkan air ke dalam tanah, nilai suhu akan muncul nanti secara otomatis. Cara kerja pada program sensor suhu DS18B20 jika kondisi sebelumnya mengalami kekeringan atau tanaman membutuhkan air, maka mikrokontroler sensor suhu DS18B20 akan mengirimkan sinyal dan dapat di monitoring melalui layer LCD dan Aplikasi.

Tabel 2 Kategori Kondisi Suhu Lingkungan

No	Suhu Lingkungan (°)	Kategori Kondisi Suhu Lingkungan
1	15-20	Dingin
2	21-27	Lembab
3	28-40	Panas

Berdasarkan nilai-nilai data sensor, value range nilai sensor bervariasi angka (15° - 40°) yang menandakan suhu lingkungan. Semakin tinggi pembacaan sensor menunjukkan semakin panas kondisi suhu lingkungan yang menyebabkan kondisi tanah kering, dan sebaliknya semakin rendah nilai pembacaan sensor maka suhu

lingkungan semakin dingin yang menyebabkan tanah menjadi lembab.



Gambar 10. Implementasi Sensor WaterFlow

Debit aliran adalah jumlah air yang mengalir dalam satuan volume per waktu. Debit adalah satuan besaran air yang keluar dari Daerah Aliran Sungai (DAS). Satuan debit yang digunakan adalah meter kubik per detik (m³/s). Debit aliran adalah laju aliran air (dalam bentuk volume air) yang melewati suatu penampang melintang sungai per satuan waktu.[10]

$$Q = \frac{V}{T}$$

Keterangan :

Q = Debit

V = Volume

T = Waktu

Berikut tabel hasil uji kinerja sensor debit yang dilakukan sebanyak 6 kali.

Tabel 3 Hasil Percobaan 6 kali

Percobaan ke -	Volume (liter)	Waktu (detik)	Debit (liter/detik)
1	50	110	0,45
2	60	133	0,45
3	70	153	0,46
4	80	176	0,45
5	90	200	0,45
6	100	217	0,46

B. Hasil Pengujian

Pengamatan dilakukan terhadap pengelolaan irigasi dan tinggi tanaman. Tujuan perlakuan irigasi adalah untuk mengetahui efisiensi irigasi, tujuan pengukuran tinggi tanaman adalah untuk mengetahui seberapa efektif perkembangan tanaman yang dicapai dengan sistem irigasi tetes.

1. Perlakuan Penyiraman

Perlakuan penyiraman dilakukan dengan menggunakan dua perlakuan yang berbeda yaitu penyiraman secara manual dan penyiraman otomatis menggunakan smartphone berbasis IoT. Untuk pengamatan, tetes air dilakukan setiap hari dari hari setelah tanaman hingga panen. Kelembaban tanah diukur untuk mengetahui jumlah air yang terkandung di dalam tanah. Uji kelembaban dilakukan selama 7 hari berturut-turut yaitu sebelum penyiram dan setelah penyiraman saat pukul 16.00 WIB. Berikut ini adalah tabel hasil

pengujian kelembaban untuk proses manual (P1) dan proses otomatis (P2):

Tabel 4 Kelembaban Tanah Pada Perlakuan Manual P1

Perlakuan	Hari Ke-	Kelembaban (%)		
		Sebelum Penyiraman	Setelah Penyiraman	Pukul 16.00 WIB
P ₁	1	49	96	72
	2	48	95	74
	3	47	95	71
	4	49	97	73
	5	48	94	76
	6	47	94	74
	7	49	95	75
Rata- rata		48,14	95,14	73,57

Tabel 5. Kelembaban Tanah Pada Perlakuan IoT P2

Perlakuan	Hari Ke-	Kelembaban (%)		
		Batas Minimal	Batas Maksimal	Pukul 16.00 WIB
P ₂	1	48	95	72
	2			74
	3			71
	4			73
	5			76
	6			74
	7			75
Rata-rata		48	95	73,57

Tabel 6 Rata-rata Kelembaban Tanah

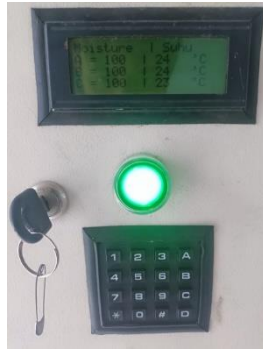
Perlakuan	Rata-rata Kelembaban Tanah Pada Pukul 16.00 WIB	
	Kelembaban (%)	Kondisi Tanah
P ₁	73,57	Basah
P ₂	73,57	Basah

Hasil rata-rata kelembaban tanah pada pukul 16.00 WIB dengan diperlakukan penyiraman yang berbeda tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kondisi kelembaban tanah.



Gambar 11. Perlakuan Sebelum Penyiraman

Gambar 11 mengetahui kondisi tanah dalam keadaan kering, pengecekan di pagi hari sebelum penyiraman.



Gambar 12. Perlakuan Selesai Penyiraman

Gambar 12 mengetahui kondisi tanah dalam keadaan basah, pengecekan di pagi hari setelah penyiraman.

2. Pemupukan

Pemupukan dilakukan seminggu sekali melalui irigasi tetes berbasis *Internet of Things* dan konvensional. Pada pemupukan berbasis *Internet of Things* menggunakan pompa air kecil yang terhubung ke mikrokontroler yang berfungsi sebagai kran otomatis dan membantu meningkatkan tekanan pada pemupukan. Pemupukan organik dilakukan sebanyak 2,5liter dicampur dengan 47,5liter air dengan dosis 50 ml per liter. Pengaplikasian 50liter pupuk di sistem *Internet of Things* maupun konvensional.

3. Tinggi tanaman

Tinggi tanaman dipantau dengan mengukur dengan penggaris dari pangkal tanaman sampai daun tertinggi (cm) seminggu sekali pada saat tanaman berumur 7 HST, 14 HST, 21 HST, 28 HST dan 33 HST.

Tabel 7 Rata-rata Tinggi Tanaman

Perlakuan	Rata-rata Tinggi Tanaman				
	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	33 HST
P ₁	3	6	8	14,5	18
P ₂	3,5	6,5	8,5	13,5	17

Keterangan: HST (Hari Setelah Transplanting/Tanam)

Tinggi tanaman dari 7 HST sampai 28 HST tidak menunjukkan pengaruh yang nyata antara P₁ dan P₂. Artinya, tata cara penyiraman tanaman yang berbeda tidak terlalu mempengaruhi tinggi tanaman. Tinggi rata-rata tanaman dapat diambil dari beberapa sampel.

4. Jumlah Daun Segar

Jumlah daun segar dihitung dari jumlah daun tanaman yang diambil setelah 7 HST, 14 HST, 28 HST, 33 HST

Tabel 8 Jumlah Daun Segar

Jumlah Daun Segar					
Pelakuan	7 HST	14 HST	21 HST	28 HST	33 HST

P ₁	3	5	8	11	15
P ₂	3	5	6	10	15

5. Bobot Segar Tanaman

Bobot segar tanaman dilakukan dengan cara menimbang tanaman setelah panen yakni pada saat umur 33 HST. Penimbangan dilakukan dengan menggunakan timbangan analitik. Berikut tabel hasil bobot segar tanaman :

Tabel 9 Rata-rata Bobot Tanaman Segar

Perlakuan	Rata-rata Bobot Segar Tanaman (gram)
P ₁	92,2
P ₂	102,2

Bobot segar tanaman dihitung setelah panen dengan menggunakan timbangan analitik. Dari perlakuan P₁ maupun P₂ tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan. Rata-rata bobot segar tanaman didapat dari beberapa tanaman yang diambil secara sampling, data bobot segar tanaman dapat dilihat pada Lampiran 1.

Dari data-data tersebut diatas dapat disimpulkan bahwa soil moisture sensor mampu membaca kondisi kelembaban tanah untuk mengirim perintah dan eksekusi selenoid valve untuk membuka stop kran sistem irigasi penyiraman tanaman.



Gambar 13. Monitoring di aplikasi

Pengujian ini menentukan apakah seluruh sistem bekerja dengan baik sehingga dapat dikontrol dan dipantau oleh *smartphone*. Diasumsikan penyiraman diperlakukan dengan cara ditetaskan, air bisa diisi kembali ke tandon dari panel atau *smartphone*. Nilai debit air per menit dan nilai volume air merupakan nilai dari water flow sensor dapat ditampilkan pada layar LCD. Data sampel dari water flow sensor, soil moisture sensor dan sensor suhu dapat dipantau dari panel LCD atau *smartphone*.

IV. KESIMPULAN

Berikut kesimpulan implementasi dan pengujian yang dilakukan sesuai dengan rumusan masalah, sebagai berikut:

1. Sistem Kontrol Suhu dan Kelembaban Tanah Pada Sistem Irigasi Tetes Berbasis *Internet of Things (IoT)* berhasil terintegrasi *smartphone* dengan baik:
 - Hasil implementasi komponen STM32F dan NodeMCU sudah terpasang di panel mampu upload dan menjalankan dengan baik.
 - Hasil implementasi komponen *solenoid valve* sudah terpasang di lapangan dan mampu melakukan perintah membuka-menutup.
 - Hasil implementasi *water flow sensor* sudah terpasang di lapangan dan mampu membaca aliran air pada pipa saat pengisian dan penyiraman tanaman.
 - Hasil implementasi *soil moisture sensor* sudah terpasang di lapangan dan mampu membaca kadar air dalam tanah.
 - Hasil implementasi sensor suhu sudah terpasang di lapangan dan mampu membaca suhu dalam tanah.
 - Hasil implementasi keseluruhan komponen mikrokontroler sudah saling terintegrasi dengan baik.
2. Kontrol dan pemantauan sistem irigasi tetes untuk tanaman selada berhasil dikendalikan dan dipantau dari jarak jauh melalui *smartphone*.
 - Kalibrasi dan pengujian *solenoid valve* berhasil mampu di kontrol melalui *smartphone*.
 - Kalibrasi dan pengujian *water flow sensor* berhasil memonitoring debit air dan volume air melalui *web* dan *smartphone*.
 - Kalibrasi dan pengujian *soil moisture sensor* berhasil melakukan beberapa pengamatan, diantaranya yaitu;
 - Perbandingan 2 perlakuan penyiraman,
 - Pengukuran tinggi tanaman setiap 1 minggu
 - Kalibrasi seluruh skema rangkaian (*software*) berhasil mengaktifkan fungsi kontrol dan pemantauan selama pengoperasiannya dan mudah digunakan.

- [5] PAKCHOY PLANT Oleh :,” pp. 43–54, 2016.
A. A. Winata, M. J. Afroni, and B. M. Basuki, “Prototipe Kendali Irigasi Terhadap Volume Air Menggunakan LoRA SX1278 berbasis Arduino Uno R3,” *Sci. Electro*, 2022, [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/view/17484%0Ahttp://riset.unisma.ac.id/index.php/jte/article/viewFile/17484/13192>
- [6] M. N. A. (2018). Setiadi, D., & Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS (IoT) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI,” vol. 3, no. 2, 2018.
- [7] J. E. Candra and A. Maulana, “Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain System Penyiram Tanaman Otomatis,” *Snistek*, vol. 2, no. September, pp. 109–114, 2019.
- [8] J. Adhiguna, R. T., & Rejo, A. (2018, “Teknologi Irigasi Tetes Dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air Di Lahan Pertanian. In Seminar Nasional Hari Air Sedunia (Vol. 1, No. 1, pp. 107-116).,” pp. 107–116, 2018.
- [9] F. Noerhayati, E., Dwisulo, B., & Rahmawati, A. (2020, “Sprinkler irrigation design with microcontroller based on IoT,” 2020, doi: 10.1088/1755-1315/456/1/012063.
- [10] Badaruddin, “Panduan Praktikum Debit Air,” *Dr. Badaruddin,S.Hut,MP*, p. 4, 2017, [Online]. Available: http://eprints.ulm.ac.id/2379/1/Panduan_praktek_Debit_Air.pdf

DAFTAR PUSTAKA (ARIAL, 11 PT, BOLD)

- [1] Maslichah, A. Y. Meilansari, and Mawardi M.Cholid, “Evaluasi Penerapan Psak-69 Agrikultur Terhadap Aset Biologis,” *E-JRA Vol. 08 No. 04 Februari 2019 Fak. Ekon. dan Bisnis Univ. Islam Malang*, vol. 08, no. 04, pp. 1–14, 2019.
- [2] H. (2022). Rubiyanto, “Otomasi Irigasi Tetes Untuk Pertanian Vertikal Berbasis Internet Of Things (Doctoral dissertation, Universitas Komputer Indonesia).,” *Rubiyanto, H. (2022).*, pp. 10–25, 2021.
- [3] M. S. Imanudin, “Pengembangan Irigasi Bawah Tanah Untuk Irigasi Mikro Melalui Metoda Kapilaritas Tanah,” no. April, pp. 376–381, 2015.
- [4] A. Tusi, B. Lanya, J. T. Pertanian, F. Pertanian, and U. Lampung, “RANCANGAN IRIGASI SPRINKLER PORTABLE TANAMAN PAKCHOY DESIGN OF PORTABLE SPRINKLER FOR