



**SISTEM KONTROL SUHU DAN KELEMBABAN TANAH  
PADA SISTEM IRIGASI TETES BERBASIS *INTERNET OF THINGS*  
(*IOT*)  
“Studi Kasus Tanaman Selada Merah”**

**SKRIPSI**



**Disusun Oleh :**

**Muhammad Amri Azzani**

**21901053016**

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS ISLAM MALANG  
2023**

## 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 (m<sup>3</sup>/s).

Keywords: Microcontroller, STM32, NodeMCU, Internet of Things (IoT), Soil Moisture Sensor, Temperature Sensor, WaterFlow Sensor.

## 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 kelembabab 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 ( $28^{\circ}$ ), 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 kubir per detik ( $m^3/s$ ).

Kata kunci : *Mikrokontroller, STM32, NodeMCU, Internet of Things (IoT), Sensor Soil Moisture, Sensor Suhu, Sensor WaterFlow.*



## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1. Latar Belakang

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. Di bawah ini kami jelaskan 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. Distribusi air seperti itu terjadi secara teratur dalam "jadwal" dan volume yang telah ditentukan sebelumnya.

#### ) 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. Dengan demikian irigasi jenis ini menyasar akar, memberikan unsur hara sehingga dapat disalurkan ke bagian tanaman yang lain dan memaksimalkan fungsi akar untuk menopang tanaman.

) Irigasi Pancaran

Dibandingkan dengan dua irigasi sebelumnya, 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.

) 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. Jika sumber air yang digunakan pada jenis ini dapat diandalkan, yaitu tidak gagal pada musim kemarau, maka pada musim kemarau kebutuhan air dapat ditunjang dengan penyiraman jenis ini.

) Irigasi Lokal

Irigasi lokal mendistribusikan air melalui tabung atau pipa yang dipasang di area tertentu sehingga air hanya mengalir ke area tersebut. Seperti jenis irigasi permukaan, irigasi lokal menggunakan prinsip gravitasi sehingga tanah yang lebih tinggi menerima air terlebih dahulu.

) Irigasi Timba/Ember

Pengairan jenis ini dilakukan oleh tenaga manusia yaitu petani yang menyirami lahannya dengan timba atau Ember. Mereka membawa air dari sumber air dalam ember, kemudian menyirami ladang yang secara manual pada lahan yang ditanami. Bisa dibayangkan, tipe ini kurang efisien karena memakan banyak tenaga dan waktu yang lama. Namun jenis ini masih banyak dipilih oleh sebagian petani, terutama petani pedesaan yang tidak memiliki cukup modal untuk membeli pompa air atau alat irigasi yang lebih efisien.

) Irigasi Tetes

Irigasi tetes jenis ini mendistribusikan air ke lahan pertanian dengan menggunakan selang atau pipa berlubang yang dapat disesuaikan dengan tekanan tertentu. 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. Kelebihan metode penyiraman ini adalah efisiensi dan konservasi air, pencegahan penguapan dan penyaringan, dan sangat cocok untuk tanaman pada tahap awal pertumbuhan, karena dapat memaksimalkan aktivitas nutrisi tanaman. Selain itu, jenis ini juga mempercepat adaptasi benih terhadap tanah sehingga dapat menyuburkan tanaman dan mendukung keberhasilan penanaman.

Pada penelitian sebelumnya [3], yang berjudul “*Penerapan Internet of Things (IoT) pada sistem monitoring irigasi*” menjelaskan bahwa, di era perkembangan teknologi saat ini, perlu diciptakan sebuah “sistem irigasi cerdas” dengan mengimplementasikan konsep Internet of Things, dimana objek dapat terhubung ke Internet dengan konsep ini untuk memantau dan mengontrol fungsi saluran irigasi seperti air, dan udara, pemantauan, suhu, ketinggian air, dan otomatis untuk membuka dan menutup pintu bendungan, sehingga diharapkan pasokan air ke saluran irigasi dapat lebih optimal dan juga memudahkan pekerjaan manusia, karena pengoperasian yang cerdas irigasi, sistem dapat dipantau dari jarak jauh menggunakan smartphone, komputer pribadi atau laptop.

Pada penelitian yang dilakukan [4] yang berjudul “*Penerapan Soil Moisture Sensor Untuk Desain Sistem Penyiram Tanaman Otomatis*” 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.

Pada penelitian yang dilakukan [5] yang berjudul “*Teknologi Irigasi Tetes Dalam Mengoptimalkan Efisiensi Penggunaan Air Di Lahan Pertanian*”

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. Penggunaan teknologi irigasi mikro tidak membutuhkan lahan yang luas dan dapat menggunakan sumber air di sekitar lahan.

Pada penelitian yang dilakukan [6] 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 merupakan pilihan yang dapat meningkatkan produktivitas dan efisiensi penggunaan irigasi di lahan sawah. Penggunaan teknologi pada sistem kontrol di bidang irigasi memberikan dampak yang signifikan terhadap peningkatan sistem irigasi dan penggunaan sumber daya air, serta menjaga kandungan air tanah pada tingkat tertentu sesuai dengan kebutuhan tanaman.

Pada penelitian yang dilakukan [7], Tanaman Selada merah (*Lactuca Sativa* Var. *Red ruidis*) adalah jenis *Leaf lettuce*. Jenis selada ini memiliki daun yang berwarna merah, lebar, tipis serta bergerombol dan tampak keriting. Kandungan selada merah mengandung banyak vitamin dan mineral yang dapat memenuhi kebutuhan gizi masyarakat. Salah satu manfaat daun selada merah adalah untuk menjaga kesehatan jantung. antosianin yang terdapat pada tanaman menyebabkan selada varietas ini memiliki warna merah.[7]

Dengan manfaatnya alat yang sudah di lengkapi 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 kelembapan 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 mikrokontroller 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.

Keterbaharuan penelitian yang dilakukan dengan penelitian sebelumnya ialah terletak pada pengimplementasian perancangan hardware serta pengimplementasian perancangan sistem Android yang akan dikembangkan. Pada penelitian ini, penulis menggunakan ESP8266 NodeMCU v3 dan STM32F1 sebagai mikrokontroler untuk mengontrol volume air, memonitoring suhu, kelembaban tanah, debit air untuk penyiraman tanaman, dan mengontrol *sensor selenoid valve* untuk buka tutup aliran air.

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.

## 1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

- 1) Bagaimana desain dan rancangan dari sistem kontrol kelembaban tanah pada tanaman selada merah?
- 2) Bagaimana cara melakukan kontrol dan monitoring sistem irigasi tetes pada tanaman selada merah?

### 1.3. Pembatasan Masalah

Untuk meminimalisir perluasan dalam pembahasan penelitian, adapun batasan-batasan masalah yang diberikan sebagai berikut :

- 1) Data yang diambil oleh sistem tertanam adalah data suhu lingkungan dan kelembaban tanah.
- 2) Perangkat sistem yang digunakan adalah STM32F103.
- 3) Perangkat sensor suhu yang digunakan adalah Sensor suhu DS18B20
- 4) Perangkat sensor kelembaban tanah yang digunakan adalah *Soil Moisture*
- 5) Media transmisi data menggunakan media wireless.
- 6) Database yang digunakan adalah mysql
- 7) Penelitian menggunakan sistem operasi Windows dan software Arduino IDE yang bersifat *open source* dan *portable*

### 1.4. Tujuan

Adapun tujuan yang hendak dicapai dari hasil penelitian ini adalah :

- 1) Mendapatkan pemahaman rancangan sistem pengendalian kondisi lingkungan lahan pertanian Selada Merah dengan memanfaatkan teknologi *wireless embedded system*.
- 2) Dengan pemantauan parameter kondisi lingkungan yang diambil adalah suhu ruangan dan kelembaban tanah yang dipantau secara *wireless* melalui *website*.

### 1.5. Manfaat Penelitian

Berdasarkan tujuan yang akan dicapai, penelitian ini diharapkan dapat diambil dari penelitian ini adalah :

- a. Bagi Penulis :

1. Menerapkan ilmu yang telah diperoleh dari Penelitian tersebut.
  2. Mendapatkan pemahaman dan wawasan terkait dengan pengambilan data sensor dan kendali otomatis berbasis sistem tanam serta pengiriman data dari mikrokontroler ke *computer* melalui jaringan *wireless*.
- b. Bagi Pengguna Petani Yang Menerapkan :
1. Dengan adanya sistem monitoring keadaan lingkungan lahan pertanian, para petani atau pembudidaya selada merah dapat mengetahui informasi perubahan suhu lingkungan dan kelembaban tanah.
  2. Mendapatkan sistem kendali otomatis apabila kondisi lingkungan tidak sesuai dengan kehendak dan menciptakan manipulasi kondisi keadaan lingkungan yang baik untuk tumbuh kembang tanaman
  3. Memudahkan dalam memantau kondisi tanah agar tingkat kelembaban dan kesuburan optimal sesuai dengan kebutuhan untuk bercocok tanam.
  4. Memahami pengumpulan data sensor dan kontrol otomatis berdasarkan sistem penanaman dan pengiriman data dari mikrokontroler ke komputer melalui jaringan nirkabel (*wireless*)

#### 1.6. Sistematika Penulisan

Sistematika penulisan dalam penyusunan tugas akhir ini memuat urutan bab yang berisi penjelasan masing-masing bab, maka proses penulisan digambarkan sebagai berikut:

##### **BAB I           Pendahuluan**

Menjelaskan mengenai garis besar permasalahan yang dihadapi, menjelaskan latar belakang yang terjadi di lingkungan masyarakat, mengidentifikasi masalah, dan menemukan solusi terhadap permasalahan yang diangkat dari penelitian ini.

##### **BAB II          Tinjauan Pustaka**

Menjabarkan teori-teori dasar mengenai referensi yang dapat dijadikan acuan dalam penelitian untuk membangun sistem,

seperti teori komponen alat (*hardware*), program (*software*) yang digunakan, dan menjelaskan mengenai penelitian terdahulu.

### **BAB III      Analisa dan Perancangan Sistem**

Membahas mengenai perancangan desain sistem baik dari sisi *Software* maupun dari sisi *Hardware*. Diharapkan pada bab ini dapat memberikan gambaran, alur, dan cara kerja sistem dalam melakukan implementasi dan pengujian.

### **BAB IV      Implementasi dan pengujian**

Membuat proses dan hasil implementasi dari analisis maupun pengujian alat mikrokontroler yang telah dirancang pada BAB III.

### **BAB V      Kesimpulan dan Saran**

Berisi kesimpulan dari penulis laporan tugas akhir dan hasil implementasi yang sudah dilakukan. Bab ini juga berisi saran yang diberikan oleh penulis untuk pengembangan selanjutnya. ★★★★★

UNISMA

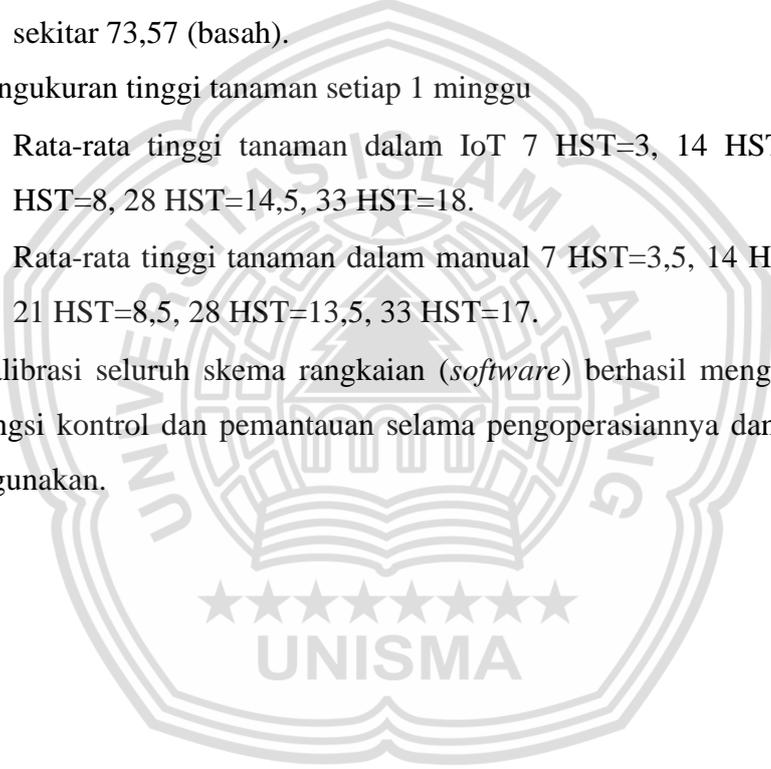
## BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 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;

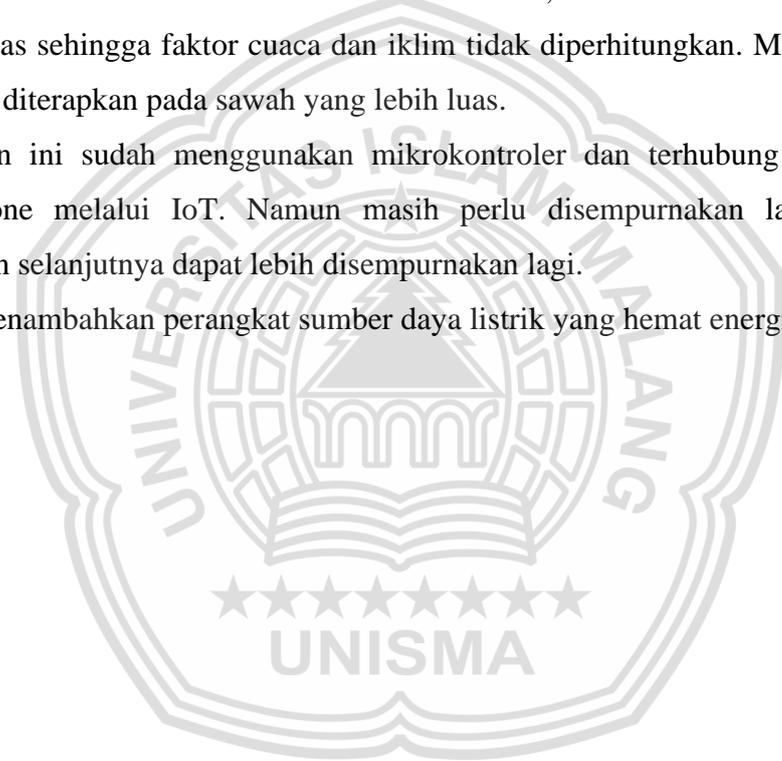
- Rata-rata kelembaban tanah pada pukul 16.00 WIB 73,57 setatus kondisi tanah basah
- Perbandingan 2 perlakuan penyiraman dalam 1 minggu,
  - ) Rata-rata perlakuan sebelum penyiraman manual pukul 08.00 WIB (pagi) sekitar 48,14 (kering) dan setelah penyiraman pada 16.00 WIB sekitar 73,57 (basah).
  - ) Rata-rata perlakuan sebelum penyiraman IoT pukul 08.00 WIB (pagi) sekitar 48 (kering) dan setelah penyiraman pada 16.00 WIB sekitar 73,57 (basah).
- Pengukuran tinggi tanaman setiap 1 minggu
  - ) Rata-rata tinggi tanaman dalam IoT 7 HST=3, 14 HST=6, 21 HST=8, 28 HST=14,5, 33 HST=18.
  - ) Rata-rata tinggi tanaman dalam manual 7 HST=3,5, 14 HST=6,5, 21 HST=8,5, 28 HST=13,5, 33 HST=17.
- ) Kalibrasi seluruh skema rangkaian (*software*) berhasil mengaktifkan fungsi kontrol dan pemantauan selama pengoperasiannya dan mudah digunakan.



## 5.2 SARAN

Berdasarkan hasil pengamatan peneliti, ada beberapa saran disampaikan perihal Sistem Kontrol Kelembaban Tanah Pada Sistem Irigasi Tetes Berbasis *Internet of Things (IoT)* Pada Tanaman Selada Merah.

1. Pada sistem ini perlu diuji coba dengan menggunakan tanaman yang lain.
2. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk mengembangkan sistem penyiraman otomatis ini di zaman modern.
3. Penelitian ini masih dalam berskala laboratorium, dimana luas lahan tidak terlalu luas sehingga faktor cuaca dan iklim tidak diperhitungkan. Mulai saat ini dapat diterapkan pada sawah yang lebih luas.
4. Penelitian ini sudah menggunakan mikrokontroler dan terhubung dengan smartphone melalui IoT. Namun masih perlu disempurnakan lagi agar penelitian selanjutnya dapat lebih disempurnakan lagi.
5. Dapat menambahkan perangkat sumber daya listrik yang hemat energi.



## DAFTAR PUSTAKA

- [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. N. A. (2018). Setiadi, D., & Muhaemin, “PENERAPAN INTERNET OF THINGS ( IoT ) PADA SISTEM MONITORING IRIGASI,” vol. 3, no. 2, 2018.
- [4] 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.
- [5] 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.
- [6] 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.
- [7] E. I. Supriyadi, Dede Martino, “Pengaruh Naungan Terhadap Pertumbuhan Selada Merah (*Lactuca sativa L. Var. Red rapids*) Secara Hidroponik Sistem Wick,” *Mar. Agric.*, vol. 1, no. 1, pp. 1–8, 2017.
- [8] Y. Oktofani, “Yusuf\_Oktofani\_-\_Sistem\_Pengendalian\_Suhu\_dan\_Kelembaban\_Berbasis\_Wireless\_Embedded\_System.pdf.” 2014. [Online]. Available: [http://repository.ub.ac.id/id/eprint/146083/1/Yusuf\\_Oktofani\\_-\\_Sistem\\_Pengendalian\\_Suhu\\_dan\\_Kelembaban\\_Berbasis\\_Wireless\\_Embedded\\_System.pdf](http://repository.ub.ac.id/id/eprint/146083/1/Yusuf_Oktofani_-_Sistem_Pengendalian_Suhu_dan_Kelembaban_Berbasis_Wireless_Embedded_System.pdf)

dded\_System.pdf

- [9] M. D. Syamsiar, M. Rivai, and S. Suwito, "Rancang Bangun Sistem Irigasi Tanaman Otomatis Menggunakan Wireless Sensor Network," *J. Tek. ITS*, vol. 5, no. 2, 2016, doi: 10.12962/j23373539.v5i2.16512.
- [10] R. N. (2015). Prasetyo, E. N., Bana Handaga, I., & Rohmah, "Prototipe penyiram tanaman persemaian dengan sensor kelembaban tanah berbasis arduino (Doctoral dissertation, Universitas Muhammadiyah Surakarta).," 2015.
- [11] J. Martin, E. Susanto, and U. Sunarya, "Kendali pH dan Kelembaban Tanah Berbasis Logika Fuzzy Menggunakan Mikrokontroler (Arrangement Ph And Humidity Of Soil Based On Fuzzy Logic Using Microcontroller )," *e-Proceeding Eng.*, vol. 2, no. 2, pp. 2236–2245, 2015.
- [12] E. Tando, "Review : Pemanfaatan Teknologi Greenhouse Dan Hidroponik Sebagai Solusi Menghadapi Perubahan Iklim Dalam Budidaya Tanaman Hortikultura," *Buana Sains*, vol. 19, no. 1, p. 91, 2019, doi: 10.33366/bs.v19i1.1530.
- [13] 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>
- [14] S. Samsugi, Z. Mardiyansyah, and A. Nurkholis, "SISTEM PENGONTROL IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN MIKROKONTROLER ARDUINO UNO," vol. 01, no. 01, pp. 17–22, 2020.
- [15] M. S. Imanudin, "Pengembangan Irigasi Bawah Tanah Untuk Irigasi Mikro Melalui Metoda Kapilaritas Tanah," no. April, pp. 376–381, 2015.
- [16] A. Tusi, B. Lanya, J. T. Pertanian, F. Pertanian, and U. Lampung, "RANCANGAN IRIGASI SPRINKLER PORTABLE TANAMAN

PAKCHOY DESIGN OF PORTABLE SPRINKLER FOR PAKCHOY PLANT Oleh :,” pp. 43–54, 2016.

- [17] Arief Dharmawan, “Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis,” *Mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis - Hari Arief Dharmawan - Google Buku*, 2017. mikrokontroler: Konsep Dasar dan Praktis - Hari Arief Dharmawan - Google Buku (accessed Jun. 22, 2023).
- [18] [alselectro.wordpress.com](https://alselectro.wordpress.com/2018/11/18/stm32f103-bluepill-getting-started-with-arduino-core/), “STM32F103 Bluepill–Getting Started with Arduino code,” <https://alselectro.wordpress.com/2018/11/18/stm32f103-bluepill-getting-started-with-arduino-core/>, 2018. <https://alselectro.wordpress.com/2018/11/18/stm32f103-bluepill-getting-started-with-arduino-core/> (accessed Jun. 22, 2023).
- [19] A. Fitri, S. Rahman, M. W. Kasrani, K. Putra, and J. Munthe, “PERINGATAN DINI BANJIR MENGGUNAKAN NODEMCU ESP8266 BERBASIS WEB ( INTERNET ),” vol. 5, no. 1, 2020.
- [20] M. Kautsar, R. R. Isnanto, and E. D. Widiyanto, “Sistem Monitoring Digital Penggunaan dan Kualitas Kekeuhan Air PDAM Berbasis Mikrokontroler ATmega328 Menggunakan Sensor Aliran Air dan Sensor Fotodiode,” vol. 3, no. 1, 2015.
- [21] M. Ramdhani, A. Rizal, F. T. Elektro, and U. Telkom, “RANCANG BANGUN TERMOMETER DIGITAL BERBASIS SENSOR DS18B20 UNTUK PENYANDANG TUNANETRA ( DESIGN DIGITAL THERMOMETER BASED ON SENSOR DS18B20 FOR BLIND,” vol. 4, no. 3, pp. 3294–3301, 2017.
- [22] A. A. Hutasuhut, “Analisa Perbandingan Switch Mode Power Supply ( SMPS ) dan Transformator Linear Pada Audio Amplifier,” vol. 1, no. 2, pp. 90–102, 2017.
- [23] U. Suryadarma, “Jurnal Teknologi Elektro , Universitas Mercu Buana RANCANG BANGUN SISTEM KEAMANAN RUMAH

- MENGGUNAKAN RELAY Muhamad Saleh Program Studi Teknik Elektro Universitas Suryadarma , Jakarta Program Studi Teknik Elektro ISSN : 2086 9479,” vol. 8, no. 3, pp. 181–186, 2017.
- [24] P. U. Farming, D. Kurniawan, and G. Suprayitno, “Implementasi Internet of Things pada Sistem Irigasi Tetes dalam Membantu,” pp. 106–117, 2018.
- [25] S. M. Sutan, D. Kadarisman, S. Hosni, and F. Fadlillah, “Rancang Bangun Sistem Irigasi dan Pemberian Nutrisi Otomatis Berbasis Rtc ( Real Time Clock ) pada Sistem Hidroponik Nutrien Film Technique ( Nft ) Rrigation System Architecture And The Granting Of Nutrition-Based Automatic RTC ( Real Time Clock ) On The ,” vol. 5, no. 3, pp. 117–128, 2017.
- [26] M. A. Handoyo, “Farhan, R. (2020). PENGGUNAAN DC-DC BUCK BOOST CONVERTER SEBAGAI SISTEM CHARGING BATERAI BERBASIS MIKROKONTROLER PADA PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA MIKROHIDRO (Doctoral dissertation, POLITEKNIK NEGERI SRIWIJAYA).,” *Gastron. ecuatoriana y Tur. local.*, vol. 1, no. 69, pp. 5–24, 2019.
- [27] A. Firmansyah, P. Periyadi, and ..., “Implementasi Sistem Irigasi Pertanian Untuk Suhu Kelembaban Tanah Pada Padi Berbasis Arduino Uno,” *eProceedings ...*, vol. 7, no. 6, pp. 2803–2818, 2021, [Online]. Available: <https://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/16994%0Ahttps://openlibrarypublications.telkomuniversity.ac.id/index.php/appliedscience/article/view/16994/16710>
- [28] 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](http://eprints.ulm.ac.id/2379/1/Panduan_praktek_Debit_Air.pdf)
- [29] M. Mustawa, S. H. Abdullah, and G. M. D. Putra, “Analisis Efisiensi Irigasi Tetes Pada Berbagai Tekstur Tanah Untuk Tanaman Sawi (Brassica

- juncea),” *J. Ilm. Rekayasa Pertan. dan Biosist.*, vol. 5, no. 2, pp. 408–421, 2017.
- [30] I. Widiastuti and D. S. Wijayanto, “Implementasi Teknologi Irigasi Tetes pada Budidaya Tanaman Buah Naga,” *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 6, no. 1, pp. 1–8, 2018.
- [31] S. Nora, M. Yahya, M. Mariana, H. Herawaty, and E. Ramadhani, “Teknik Budidaya Melon Hidroponik dengan Sistem Irigasi Tetes (Drip Irrigation),” *Agrium*, vol. 23, no. 1, pp. 21–26, 2020, [Online]. Available: <http://jurnal.umsu.ac.id/index.php/agrium/article/view/5654>
- [32] D. Irawan, M. T. Alawiy, and A. Habibi, “SISTEM MONITORING IRIGASI OTOMATIS MENGGUNAKAN APLIKASI MOBILE,” pp. 1–8.
- [33] A. Nurdianto, F. Badri, and B. M. Basuki, “Rancang Bangun Web Service Pada Model Sistem Irigasi Tetes Berbasis RAD (Rapid Application Development),” pp. 1–8.
- [34] A. Habibi, F. Aris, R. Ginting, and P. Prasetyo, “Rancang Bangun Alat Deteksi Masker, Deteksi Suhu Badan dan Sprayer Disinfektan Sebagai Pendisiplin Protokol Kesehatan Di Lingkungan Sekolah,” vol. 07, no. 02, pp. 74–77, 2022.
- [35] D. Rusdianto, F. Badri, E. Wirateruma, B. Prototype, P. Pakan, and O. Dengan, “RANCANG BANGUN PROTOTYPE PENEBAR PAKAN OTOMATIS DENGAN KENDALI PH PADA KOLAM LELE BERBASIS ARDUINO UNO DAN SISTEM INTERNET OF THINGS ( IoT )”.