

MONITORING DAN KONTROL SUHU AIR PADA TANAMAN KANGKUNG AKUAPONIK DENGAN MENGGUNAKAN KONTROL LOGIKA FUZZY

MONITORING AND WATER TEMPERATURE CONTROL OF WATER SPINACH AQUAPONIC PLANTS USING FUZZY LOGIC CONTROL

Enrico Purnama Sandy¹, Ahmad Qurthobi², Indra W. Fathona³

^{1,2,3} Universitas Telkom, Bandung

enricops@student.telkomuniversity.ac.id, qurthobi@telkomuniversity.ac.id,
indrafathonahtelkomuniversity.ac.id

Abstrak

Akuaponik merupakan salah satu teknik budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah atau yang biasa disebut dengan akuakultur. Pada penelitian ini akan dilakukan budidaya kangkung dengan metode tanam akuaponik NFT dengan menggunakan ikan lele. Sistem akuaponik yang digunakan akan dibagi menjadi dua sisi yang satu menggunakan kontrol temperatur air sedangkan yang satunya tidak menggunakan kontrol temperatur air. Pada sistem kontrol yang digunakan ditetapkan sebuah standar suhu yang ideal adalah 25°C - 30°C, dan menggunakan metode pengontrolan logika fuzzy mamdani. Alasan dari penetapan standar suhu 25-30°C berdasarkan suhu air tanaman kangkung yang ideal berada pada 25°C - 30°C dan ikan lele berada pada 25-32°C. Hal tersebut juga dipertimbangkan berdasarkan temperatur kota Bandung pada tahun 2020, sehingga pada penelitian ini ditetapkan untuk melakukan penelitian berpusat pada pengaruh suhu air pada tanaman kangkung menggunakan sistem akuaponik. Penelitian ini menggunakan aplikasi android sebagai alat monitoring, dan aplikasi monitoring yang digunakan berbasis IoT. Aktuator yang digunakan adalah pemanas, yang akan dikontrol dengan output berupa PWM untuk menyesuaikan panas yang dihasilkan. Penelitian ini bertujuan untuk merancang sistem kontrol temperatur air pada sistem akuaponik berbasis IoT. Sistem kontrol dan monitoring bertujuan untuk menghasilkan pertumbuhan kangkung yang lebih baik dan dapat tumbuh lebih cepat. Hasil penelitian ini berupa perbandingan tingkat pertumbuhan kangkung yang menggunakan sistem kontrol dengan yang tidak menggunakan sistem kontrol.

Kata Kunci: akuaponik, IoT, NFT, Fuzzy Logic.

Aquaponics is a technique for cultivating plants without using soil or commonly known as aquaculture. In this study, water spinach cultivation will be carried out using the NFT aquaponic planting method using catfish. The aquaponics system used will be divided into two sides, one using water temperature control while the other does not use water temperature control. In the control system used, an ideal temperature standard is set at 25°C - 30°C, and uses the Mamdani fuzzy logic control method. The reason for setting a standard temperature of 25-30°C is based on the ideal water temperature of water spinach plants at 25°C - 30°C and catfish at 25-32°C. This is also considered based on the temperature of the city of Bandung in 2020, so in this study it was determined to conduct research centered on the effect of water temperature on water spinach plants using an aquaponic system. This study uses an android application as a monitoring tool, and the monitoring application used is based on IoT. The actuator used is a heater, which will be controlled with a PWM output to adjust the heat generated. This study aims to design a water temperature control system in an IoT-based aquaponic system. The control and monitoring system aims to produce better water spinach growth and can grow faster. The results of this study were in the form of a comparison of the growth rate of water spinach that used a control system with those that did not use a control system.

Keywords: Aquaponics, IoT, NFT, Fuzzy Logic.

1. Pendahuluan

Budidaya tanaman biasanya dilakukan menggunakan lokasi yang luas seperti sawah, tetapi ada budidaya tanaman yang tidak memerlukan lokasi yang luas dan dapat dikembangkan hanya dengan menggunakan air sebagai pengganti tanah. Hal tersebut merupakan budidaya tanaman tanpa menggunakan tanah atau biasa disebut dengan water culture. Akuaponik adalah salah satu budidaya budidaya tanaman tanpa tanah yang dilakukan bersamaan dengan budidaya ikan. Nutrisi dari sistem akuaponik didapatkan dari air kolam ikan yang sudah mengandung nutrisi yang terbentuk secara alamiah dari sisa pembuangan ikan dan pakan ikan yang terlarut di dalam air [1].

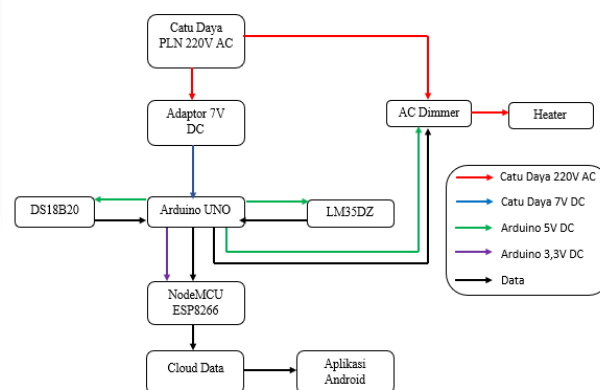
Akuaponik yang digunakan pada penelitian ini menggunakan metode penanaman Nutrient Film Technique (NFT). Pada metode ini akar tanaman akan di aliri oleh air dengan air yang sangat tipis setipis film (2-3mm)[1]. Hal ini dilakukan agar tanaman juga mendapatkan asupan oksigen yang dibutuhkan untuk bertumbuh lebih baik. Pada penelitian ini ikan yang digunakan adalah ikan lele. Menurut Claude E. Boyd dan Frank Lichkoppler ikan air hangat yang dapat tumbuh dengan optimal dengan suhu berkisar 25-32°C[2]. Dan ikan lele dapat hidup dan dapat bertumbuh dengan baik pada suhu air dengan kisaran 25-32°C[3]. Tanaman yang digunakan adalah kangkung. Kangkung memiliki suhu air yang optimum pada kisaran 25-30°C[4]. Penelitian pengaruh suhu air terhadap pertumbuhan sayur sebelumnya pernah dilakukan yang mana apabila suhu air terlalu dingin maka tanaman akan tumbuh lambat[5]. Dan sebelumnya ada juga penelitian yang menjelaskan bahwa apabila suhu air terlalu panas maka pertumbuhan tanaman juga akan terganggu[6]

Penelitian ini akan dilakukan di daerah Bandung yang mana Bandung sendiri memiliki suhu rata pada bulan juni dan juli secara berurut adalah 25,95 °C dan 25,42 °C [7]. Dan pada penelitian ini rentang suhu akan ditetapkan di kisaran 25-30 °C sehingga chiller tidak dibutuhkan pada penelitian ini. Pada penelitian ini akan dilakukan kontrol suhu air. Untuk mengontrol suhu air dapat dilakukan dengan banyak metode kontrol dan salah satunya adalah dengan menggunakan kontrol logika fuzzy[8]. Pengontrolan akan dilakukan menggunakan mikrokontroler, pengontrolan suhu air dengan menggunakan mikrokontroler telah pernah dilakukan sebelumnya[9]. Pada penelitian ini akan melakukan monitoring menggunakan Internet of Things (IoT) dalam akuaponik dapat membantu menghemat waktu karena sistem dapat diawasi dan dikendalikan pada rumah atau dimanapun dengan menggunakan internet [10].

Alat yang dirancang berupa sebuah sistem akuaponik yang dilengkapi dengan sistem kontrol suhu air yang menggunakan logika kontrol fuzzy. Dan akan dimonitoring dengan aplikasi android berbasis IoT. Dengan menggunakan ikan lele dan kangkung yang akan dijadikan objek penelitian. Penelitian ini bertujuan untuk dapat menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih optimal dan lebih cepat.

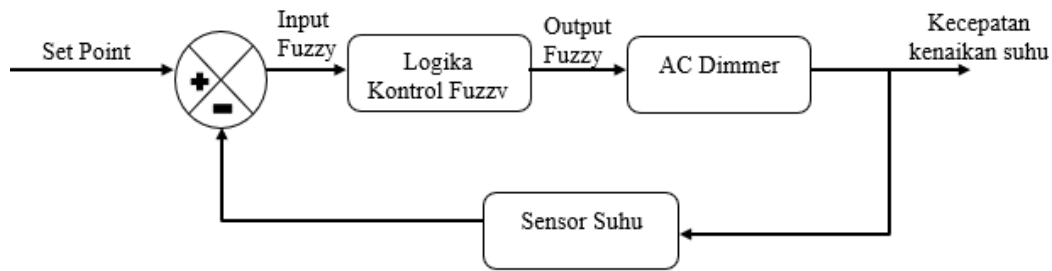
2. Perancangan Sistem

2.1 Desain Sistem kontrol



Gambar 2.1 Desain sistem kontrol

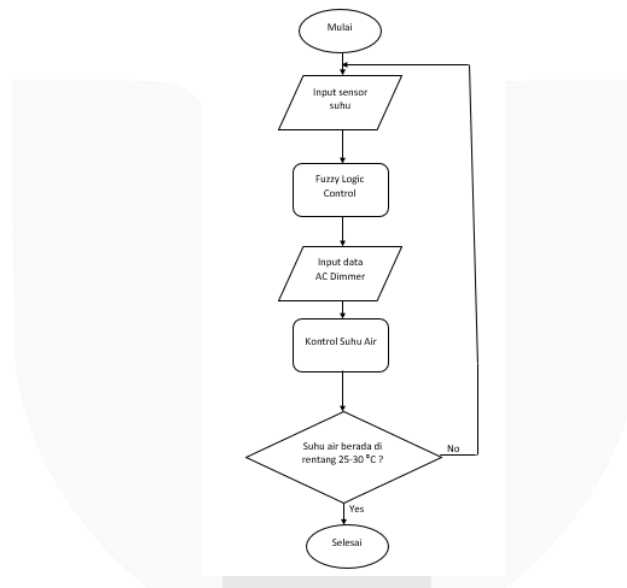
Pada penelitian ini desain sisten dirancang dengan menggunakan masukan tegangan listrik PLN 220V AC yang nantinya akan di ubah dengan menggunakan adaptor menjadi 7V DC yang akan dihubungkan ke Arduino Uno. Arduino Uno bertugas sebagai pengendali sistem kontrol suhu air dan NodeMCU ESP8266 berfungsi untuk mengirim data ke aplikasi *Android* secara *Cloud*. Dari Arduino Uno terhubung dengan sensor yang digunakan yaitu LM35D dan DS18B20, dan juga terhubung dengan aktuator pemanas dan NodeMCU ESP8266. Dan penelitian ini menggunakan metode *fuzzy logic control* untuk mengontrol suhu air. Alasan utama penggunaan dua buah mikrokontroler pada penelitian ini adalah karena terjadi *error* pada saat uji coba pemrograman kontrol menggunakan NodeMCU ESP8266 sedangkan ketika di uji coba menggunakan Arduino Uno tidak terjadi *error*.



Gambar 2.2 Diagram kontrol

Pada gambar 3.2 dapat dijelaskan bahwa pada bagian *input fuzzy* terdapat dua input nilai sensor yang masing-masing dari LM35DZ dan DS18B20. Yang nantinya akan diproses oleh mikrokontroler menggunakan logika kontrol *fuzzy* untuk mengatur keluaran PWM. Selanjutnya keluaran PWM akan dibaca oleh modul AC Dimmer untuk menyesuaikan keluaran tegangan *heater*. Terdapat tiga variabel *linguistic* pada sistem kontrol ini yaitu dingin, normal, dan panas untuk input, dan untuk output terdiri dari mati, normal, dan cepat. Yang mana ketiga variabel input suhu air dan suhu udara disamakan. Untuk kondisi dingin memiliki rentang nilai dari 15 -25 °C, sedangkan normal memiliki rentang nilai 24-30 °C, dan untuk panas memiliki rentang nilai 29-40 °C. Untuk nilai output heater memiliki variabel mati, normal, dan cepat. Untuk kondisi mati memiliki rentang nilai 0-100 PWM, sedangkan normal memiliki rentang nilai 70-180 PWM, dan untuk kondisi cepat memiliki rentang nilai 130-255 PWM.

2.2 Diagram alir sistem kontrol



Gambar 2.3 Flowchart kontrol

Seperti yang terlihat pada gambar 2.3 berawal dari 2 buah input sensor yaitu LM35DZ dan DS18B20. Yang kemudian nilai sensor tersebut diproses dengan logika fuzzy untuk menentukan tingkat kecepatan kenaikan suhu berdasarkan jumlah tegangan yang dihasilkan oleh AC Dimmer setelah ditentukan dengan logika fuzzy dan akan menyesuaikan dengan kondisi lingkungan.

2.2 Desain sistem akuaponik

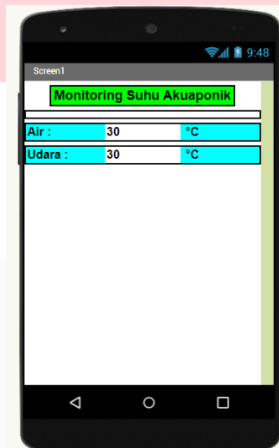
Sistem akuaponik yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 2 buah kolam ikan yang mana salah satunya menggunakan sistem kontrol suhu air dan yang satu nya tidak menggunakan sistem kontrol. Kolam yang digunakan terbuat dari kayu tripleks yang dilapisi dengan terpal di bagian dalam agar tahan air. Kolam berukuran 150 cm untuk panjangnya yang dibagi menjadi 2 sehingga masing-masing berukuran 75 cm, 60 cm untuk tingginya, dan 90 cm untuk lebarnya.



Gambar 2.4 Desain sistem akuaponik

2.3 Desain Aplikasi Monitoring

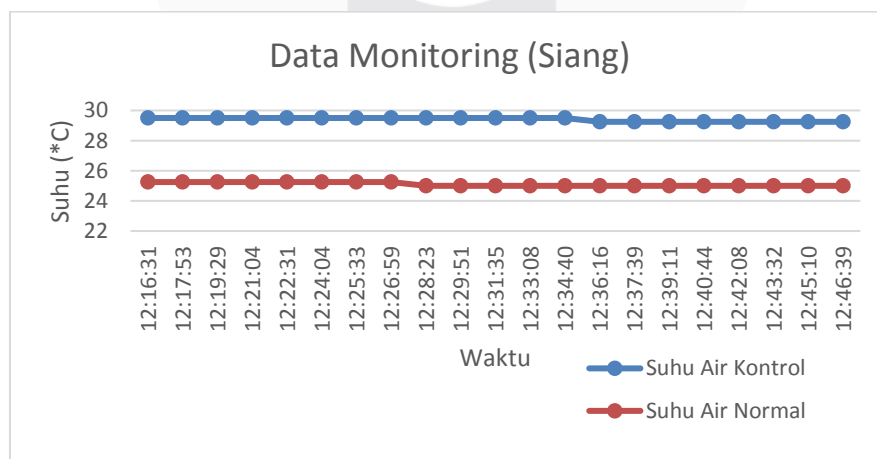
Aplikasi monitoring ini bekerja bermula dari masukan sensor yang dibaca oleh mikrokontroler Arduino Uno setelah itu Arduino Uno mengirim data pembacaan sensor ke NodeMCU ESP8266 yang setelah dari NodeMCU ESP8266 data pembacaan sensor akan dikirim ke aplikasi android secara cloud melalui perantara platform IoT firebase.



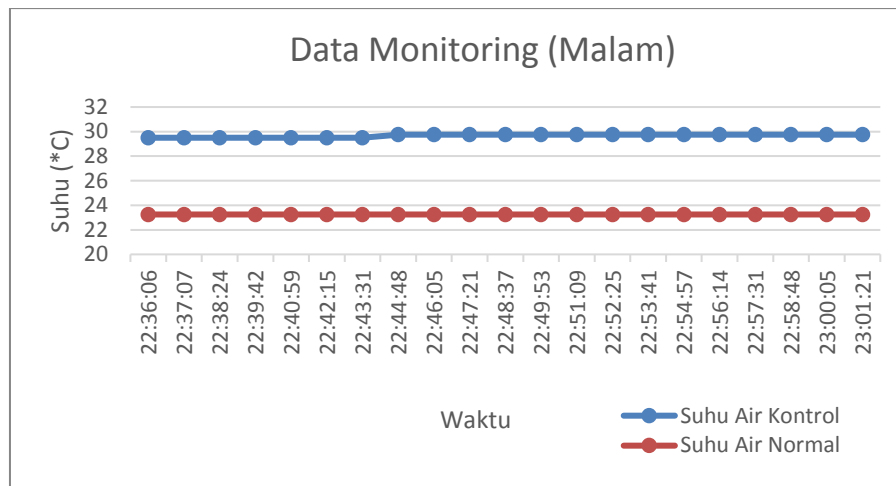
Gambar 2.5 Desain aplikasi monitoring.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Data Sensor



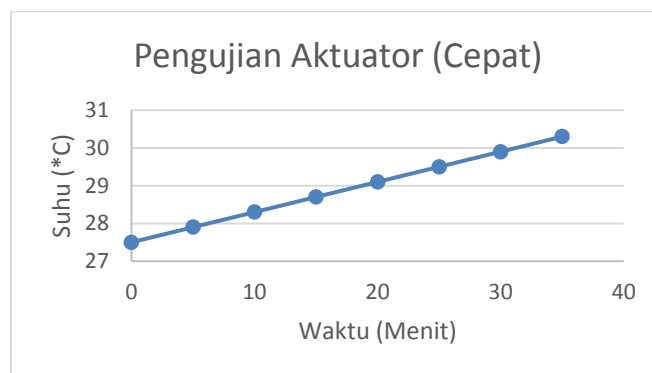
Gambar 3.1 Grafik data monitoring siang hari



Gambar 3.2 Grafik data monitoring malam hari

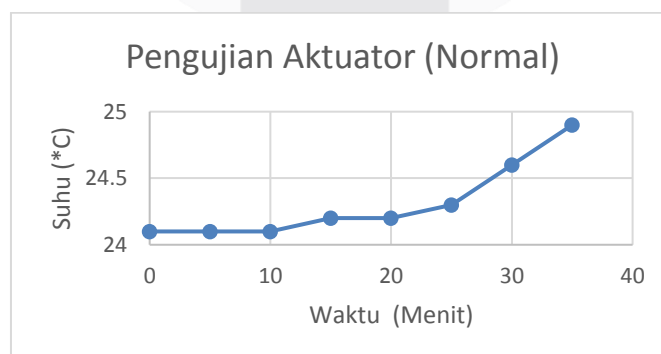
3.2 Data Pengujian Aktuator

Pengujian aktuator pemanas ini bertujuan untuk mengetahui berapa derajat suhu yang dapat ditingkatkan dalam jangka waktu setiap lima menit sekali dengan menggunakan dua buah aktuator heater. Uji coba ini dilakukan di sistem akuaponik yang memiliki volume air 135 liter menggunakan thermometer digital. Pengujian aktuator dilakukan dengan menghubungkan heater ke sumber tegangan PLN dengan perantara modul AC Dimmer. Thermometer digital diletakkan dengan jarak kurang lebih 10 cm dari pemanas.



Gambar 3.3 Grafik pengujian aktuator pemanas (cepat)

Pada gambar 3.3 percobaan dilakukan dengan menggunakan output heater fuzzy logic control dengan membership function cepat yang mana nilai ditetapkan pada 190 PWM atau 74% keluaran maksimal. Berdasarkan grafik pengujian diatas dihasilkan kenaikan suhu yang dihasilkan adalah 0,4°C setiap 5 menit, dan kenaikan suhu yang didapatkan selalu konstan.

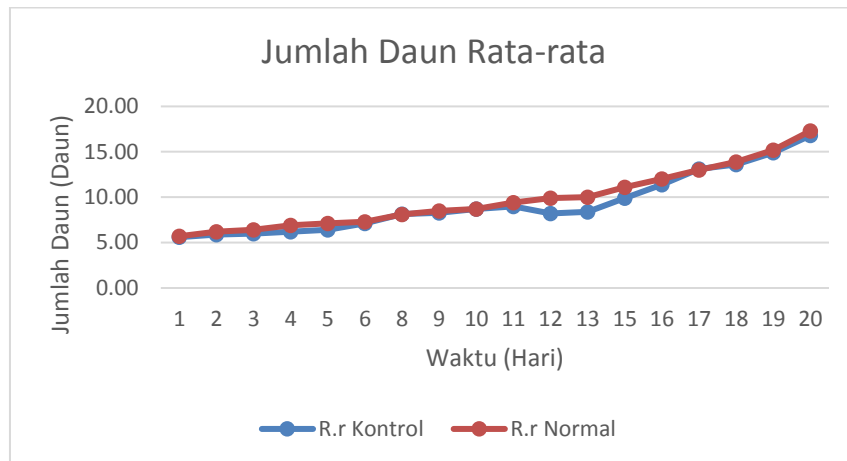


Gambar 3.4 Grafik pengujian aktuator pemanas (normal)

Pada gambar 4.4 percobaan dilakukan dengan menggunakan output heater fuzzy logic control dengan membership function normal yang mana nilai ditetapkan pada 128 PWM atau 50% keluaran maksimal.

Berdasarkan grafik pengujian diatas dihasilkan kenaikan suhu rata-rata yang dihasilkan adalah $0,1^{\circ}\text{C}$ setiap 5 menit. Adapun pengujian aktuatur menggunakan output heater fuzzy logic control dengan membership function mati, tidak menghasilkan kenaikan suhu.

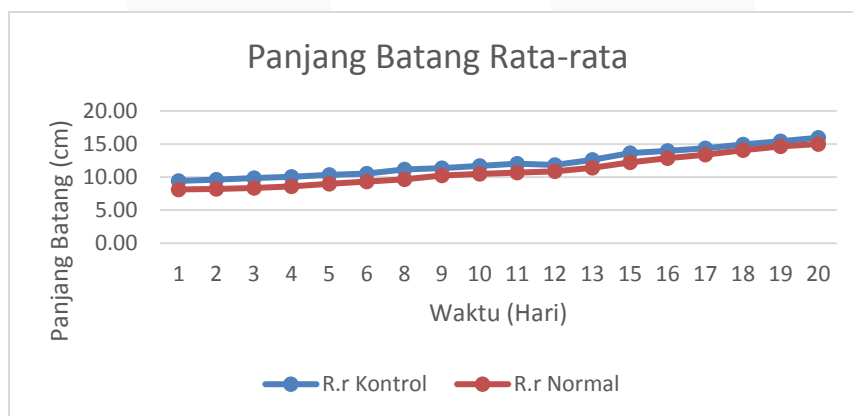
3.3 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Terhadap Jumlah Daun



Gambar 3.1 Grafik perbandingan pertumbuhan jumlah daun rata-rata

Berdasarkan gambar 3.1 dapat diketahui bahwa pertumbuhan tanaman yang menggunakan sistem kontrol memiliki pertumbuhan yang lebih baik dari pada yang tidak menggunakan sistem kontrol. Adapun penurunan yang terjadi pada hari ke 12 sehingga pertumbuhan tidak melebihi pertumbuhan yang tanpa kontrol dikarenakan terjadi human error pada hari ke 8. Pertumbuhan jumlah daun rata-rata dalam satu hari menggunakan sistem kontrol adalah 0,62 daun. Sedangkan yang tanpa menggunakan sistem kontrol adalah 0,64 daun. Jika dibandingkan berdasarkan data pertumbuhan rata-rata maka efisiensi pertumbuhan menggunakan sistem kontrol yang didapatkan adalah -3,13%, hal tersebut terjadi karena ada human error pada hari ke 8.

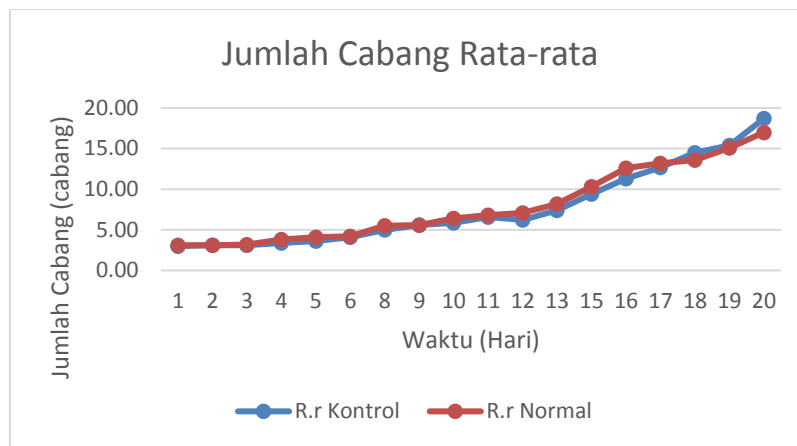
3.2 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Terhadap Panjang Batang



Gambar 3.2 Grafik perbandingan pertumbuhan panjang batang rata-rata

Berdasarkan gambar 3.2 dapat diketahui bahwa pertumbuhan panjang batang yang menggunakan sistem kontrol dapat melampaui pertumbuhan yang tanpa menggunakan sistem kontrol dan adapun penurunan yang terjadi pada tanggal 12 adalah disebabkan karena human error yang terjadi pada hari ke 8. Meskipun begitu pertumbuhan dengan sistem kontrol setiap harinya dapat melampaui pertumbuhan yang tidak menggunakan sistem kontrol. Pertumbuhan panjang batang rata-rata menggunakan sistem kontrol adalah 0,36 cm, sedangkan yang tanpa sistem kontrol 0,38 cm. Jika dibandingkan berdasarkan data pertumbuhan rata-rata maka efisiensi pertumbuhan menggunakan sistem kontrol yang didapatkan adalah -5,26%, hal tersebut terjadi karena ada human error pada hari ke 8.

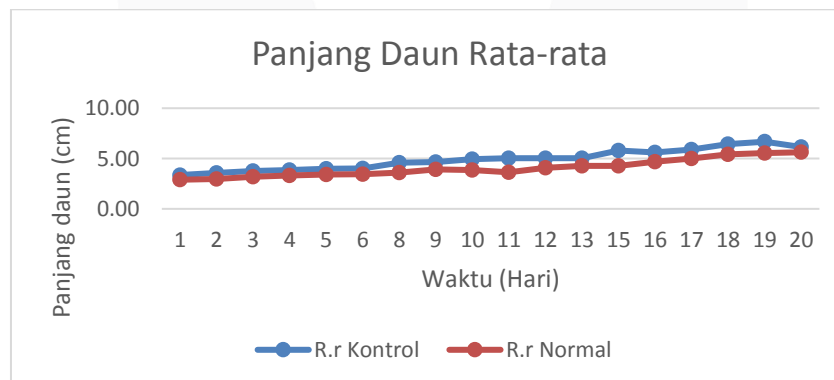
3.3 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Terhadap Jumlah Cabang



Gambar 3.3 Grafik perbandingan pertumbuhan jumlah cabang rata-rata

Berdasarkan gambar 3.3 dapat diketahui bahwa pertumbuhan panjang batang yang menggunakan sistem kontrol dapat melampaui pertumbuhan yang tanpa menggunakan sistem kontrol dan adapun penurunan yang terjadi pada tanggal 12 adalah disebabkan karena human error yang terjadi pada hari ke 8. Pertumbuhan yang terjadi pada 10 hari pertama yang tidak menggunakan sistem kontrol akuaponik lebih dominan tetapi pada 10 hari setelahnya pertumbuhan pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol lebih unggul. Pertumbuhan rata-rata jumlah cabang dalam sehari yang menggunakan sistem kontrol adalah 0,87 cabang, sedangkan yang tanpa menggunakan sistem kontrol adalah 0,77 cabang. Adapun efisiensi pertumbuhan menggunakan sistem kontrol suhu air adalah 11,49% lebih baik dari pada yang tanpa sistem kontrol.

3.4 Perbandingan Pertumbuhan Tanaman Terhadap Panjang Daun



Gambar 3.4 Grafik perbandingan pertumbuhan panjang daun rata-rata

Berdasarkan gambar 3.4 dapat diketahui bahwa pertumbuhan panjang daun rata-rata selalu didominasi oleh pertumbuhan yang menggunakan sistem kontrol. Adapun grafik pertumbuhan yang tidak konstan disebabkan oleh pemilihan sampel daun yang dilakukan secara acak menimbang dari jumlah daun yang tumbuh setiap tanamannya sangat banyak sehingga sampel diambil secara acak 3 daun dari setiap tanaman yang diamati. Pertumbuhan rata-rata panjang daun menggunakan sistem kontrol dalam sehari adalah 0,16 cm, sedangkan yang tanpa sistem kontrol adalah 0,15 cm. Efisiensi pertumbuhan yang menggunakan sistem kontrol adalah 6,25% lebih baik dari pada yang tanpa sistem kontrol.

4. Kesimpulan

Berikut beberapa kesimpulan yang dapat diambil dari pengujian dan analisis sistem kontrol suhu air pada tanaman kangkung akuaponik :

1. Penerapan sistem kontrol suhu air pada sistem akuaponik dengan standar yang ditetapkan $25^{\circ}\text{C} - 30^{\circ}\text{C}$ telah berhasil diimplementasikan dan dapat dikendalikan sesuai dengan standar yang telah ditetapkan menggunakan logika kontrol fuzzy. Yang mana pada sistem ini menggunakan sensor suhu LM35DZ dan DS18B20. Yang mana sensor LM35DZ sendiri memiliki tingkat akurasi 92,66% dan sensor DS18B20 memiliki tingkat akurasi 96,15% sehingga kedua sensor tersebut layak untuk digunakan. Dan pemanas yang digunakan dapat menaikkan suhu hingga sekitar $0,4^{\circ}\text{C}$ setiap 5 menit.
2. Penggunaan sistem kontrol suhu air terbukti dapat meningkatkan kecepatan pertumbuhan tanaman kangkung.
3. Aplikasi android yang digunakan berhasil menampilkan suhu air dan suhu udara sekitar sistem akuaponik secara real time.

REFERENSI

- [1] T. Triana E, R. Inneke F.M and A. Ahmad A., *HIDROPONIK untuk Pemula*, Manado: LPPM UNSRAT, 2017.
- [2] B. Claude E and F. Lichtkoppler, "Water Quality Management in Pond Fish Cultur," International Center for Aquaculture Agricultural Experiment Station, 1979.
- [3] D. M. Sihotang, "Penentuan Kualitas Air untuk Perkembangan Ikan Lele Sangkuriang Menggunakan Metode Fuzzy SAW," JNTETI, vol. 7, pp. 372-376, 2018.
- [4] E. Hefni, U. Bagus Amalrullah, D. Giri Maruto and K.-K. Rebo Elfida, "FITOREMEDIASI LIMBAH BUDIDAYA IKAN LELE (*Clarias* sp.) DENGAN KANGKUNG (*Ipomoea aquatica*) DAN PAKCOY (*Brassica rapa chinensis*) DALAM SISTEM RESIRKULASI," Ecolab, vol. IX, no. 2, p. 83, 2016.
- [5] Y. Chadirin, K. Hidaka, T. Takahashi, Y. Sago, T. Wajima and M. Kitano, "Application of Temperature Stress to Roots of Spinach I. Effect of The Low Temperature Stress on Quality," Control Biol, pp. 133-139, 2011.
- [6] G. Rongfang, W. Xingru, H. Xiaoyun, C. Xiaodong and W.-P. Gefu, "Physiological and transcriptomic responses of water spinach (*Ipomoea aquatica*) to prolonged heat stress," BMC Genomics, 2020.
- [7] "Badan Pusat Statistik Kota Bandung," 3 Maret 2021. [Online]. Available: <https://bandungkota.bps.go.id/statictable/2021/03/03/1399/pengamatan-suhu-menurut-bulan-di-stasiun-bandung-2020.html>. [Accessed 18 July 2021].
- [8] H. Norhaslinda, A. Mohd Shahrieel Mohd, R. Mohd Zamzuri Ab, K. Anuar Mohamed and A. Dr Shahrum Shah, "Development of Fuzzy Logic Water Bath Temperature Controller using MATLAB," in IEEE International Conference on Control System, Penang, 2012.
- [9] S. Armanto Pardamean and P. Rozeff, "PENGONTROLAN SUHU AIR PADA KOLAM PENDEDERAN DAN PEMBENIHAN," Jurnal Sustainable: Jurnal Hasil Penenlitian & Industri Terapan, vol. 14, no. 1, 2013.
- [10] V. Flordeliza L., G. Ramon G., D. Ellaine Joy A., E. Scott Martin T, O. Erika Joanna L., V. Julian Clement C. and B. Jessie R, "Internet of Things (IOT)-Based Mobile Application for," IEEE, 2018.