# Rancang Bangun Sistem Pemantauan Dan Kontrol Temperatur Pada Budidaya Hidroponik Untuk Tanaman Ubi Jalar

1st Rashmei Auliya Muchtar
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
ramuchtar@student.telkomuniversity.ac.id

2nd Ahmad Qurthobi
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
qurthobi@telkomuniversity.ac.id

3rd Rahmat Awaludin Salam
*Fakultas Teknik Elektro*
*Universitas Telkom*
Bandung, Indonesia
Awaludinsalam@telkomuniversity.ac.id

***Abstrak* — Ubi Jalar (*Ipomoea Batatas L.)*merupakan tanaman umbi – umbian yang sebagian masyarakat Indonesia, khususnya di Provinsi Papua menjadikan sebagai makanan pokok pengganti nasi atau sagu. Ubi jalar memiliki banyak manfaat bagi kesehatan tubuh manusia seperti kandungan nutrisi yang sangat tinggi. Meskipun tanaman ubi jalar mudah dikelola dan dapat tumbuh di berbagai jenis tanah tetapi produksi tanaman ubi jalar masih belum maksimal. Sehingga, diperlukan alternatif pengembangan teknik budidaya tanaman seperti sistem hidroponik. Wilayah Kota Jayapura memiliki iklim panas dan lembap, sehingga diperlukan penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur yang memiliki konsep penalaran fleksibel dan mudah dimengerti seperti logika fuzzy untuk menjaga kondisi temperatur sesuai syarat karakteristik dari tanaman ubi jalar dan sistem hidroponik. Sehingga, hasil didapatkan empat aturan fuzzy untuk sistem kontrol suhu dan kelembapan lingkungan dengan suhu dan kelembapan lingkungan mencapai sekitar 25,4°C – 36,8°C dan 51,0% – 99,9%. Selain itu, didapatkan tiga aturan fuzzy untuk sistem kontrol suhu air daerah perakaran dengan suhu air darah perakaran mencapai sekitar 15,1°C – 29,9°C. Penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur mempengaruhi rata – rata laju pertumbuhan tanaman ubi jalar berupa jumlah cabang sebesar 0,356 cabang/hari, jumlah daun sebesar 2,27 helai/hari, panjang daun sebesar 0,184 cm/hari, lebar daun sebesar 0,163 cm/hari dan panjang batang tanaman sebesar 4,144 cm/hari.**

**Kata kunci : Hidroponik, Logika Fuzzy, Suhu Air, Suhu dan Kelembapan, Ubi Jalar**

## I. PENDAHULUAN

Ubi jalar (*Ipomoea Batatas L.)* merupakan tanaman umbi – umbian yang termasuk ke dalam jenis tanaman pangan yang sebagian masyarakat Indonesia, khususnya di Provinsi Papua menjadikan sebagai makanan pokok pengganti nasi atau sagu dan dimanfaatkan sebagai pakan ternak. Tanaman ubi jalar memiliki banyak kelebihan dan manfaat, seperti memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, mudah di kelola, dapat tumbuh di berbagai jenis tanah, serta dapat ditanam pada daerah beriklim panas dan lembap dengan suhu lingkungan berkisar antara 21°C – 27°C, kelembapan udara berkisar antara 50% – 80%, serta lama waktu penyinaran matahari berkisar antara 11 – 12 jam/hari [1]–[5]. Menurut Badan Pusat Statistik (2016), produksi ubi jalar di Provinsi Papua masih belum sepenuhnya maksimal dengan hasil rata – rata umbi basah sebesar 13,93 ton/ha. Harga komoditas ubi jalar di Kota Jayapura masih tergolong mahal, dimana berdasarkan redaksi berita (2019) mencapai harga Rp.30 ribu – Rp.100 ribu/tumpuk berisi delapan buah sesuai ukuran [6], [7]. Sedangkan dari hasil pengamatan pada pedagang di pasar, harga komoditas ubi jalar di Kota Jayapura (2023) telah meningkat menjadi harga Rp.50 ribu – Rp.100 ribu/tumpuk berisi delapan hingga sepuluh buah sesuai ukuran. Belum maksimalnya produksi ubi jalar tersebut disebabkan oleh lahan pertanian yang semakin berkurang, penguasaan teknik budidaya yang belum sesuai dengan keterbatasan lahan tanam, serta musim tanam yang tidak sesuai sehingga mudah terserang penyakit tanaman oleh hama tanaman [2], [8], [9]. Oleh karena itu, adanya pengembangan teknik budidaya tanaman dapat mengurangi faktor rendahnya produksi tanaman sehingga harga komoditas dapat terjangkau, salah satunya dengan menggunakan sistem hidroponik. Dimana, sistem ini menggunakan media air sebagai pengganti media tanah, serta dapat dilakukan pada lahan sempit perumahan di daerah perkotaan. Dalam pengaplikasian sistem hidroponik suhu air optimal berkisar antara 18°C – 25°C untuk menjaga kadar oksigen terlarut berkurang, meningkatnya *electro conductivity* (EC) dan pH air, serta memudahkan tanaman dalam menyerap larutan nutrisi. Sistem hidroponik memiliki beberapa metode salah satunya sistem NFT (*Nutrient Film Technique*) [10]–[19].

Pada penelitian ini, terdapat rujukan ilmiah dari suatu penelitian dengan objek penelitian menggunakan jenis tanaman umbi berupa tanaman kentang. Penelitian tersebut dilakukan oleh Suharto, dkk (2016) mengenai pengembangan sistem hidroponik menggunakan tiga metode berupa Sistem NFT (*Nutrient Film Technique System),* Sistem Sumbu (*Wick System)*, serta Sistem Irigasi Tetes (*Drip Irrigation System)* dengan penggunaan simulasi CFD untuk melakukan analisis distribusi suhu di daerah perakaran dan respon dari penggunaan sistem hidroponik terhadap pertumbuhan tanaman kentang [11]. Perancangan sistem hidroponik dari penelitian tersebut dapat diterapkan dengan mengganti objek penelitian menjadi tanaman ubi jalar. Meskipun pada penelitian tersebut proses pengujian suhu di daerah perakaran tanaman masih tergolong tinggi untuk syarat karakteristik dari tanaman ubi jalar dan sistem hidroponik. Penelitian ini dilakukan di Kota Jayapura yang memiliki iklim panas dan lembap dengan suhu lingkungan berkisar antara 23°C – 34°C, kelembapan udara berkisar antara 50% – 95%, serta

suhu air berkisar antara 25°C – 30°C. Sehingga, diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menjaga kondisi temperatur sesuai syarat karakteristik dari tanaman ubi jalar dan sistem hidroponik dengan penggunaan sistem kontrol yang konsep penalarannya fleksibel dan mudah dimengerti seperti *fuzzy logic controller* atau logika fuzzy. Logika fuzzy merupakan suatu logika yang memiliki nilai lain diantara nilai benar atau salah dengan melakukan proses pemetaan nilai tegas (*crips*) pada suatu ruang masukan ke dalam ruangan keluaran. Logika fuzzy memiliki beberapa metode logika fuzzy, salah satunya adalah logika fuzzy metode mamdani [20]–[26].

Berdasarkan pembahasan diatas, maka penelitian ini dilakukan terkait topik rancang bangun sistem pemantauan dan kontrol temperatur pada budidaya sistem hidroponik untuk tanaman ubi jalar dengan penggunaan logika fuzzy metode mamdani. Sistem penelitian ini dirancang menggunakan komponen perangkat keras, seperti *microcontroller* sebagai pengendali utama sistem berupa ESP32, sensor temperatur sebagai pendeteksi kondisi temperatur pada sistem, serta aktuator untuk menjaga temperatur pada sistem berupa kipas angin, pompa embun dan *heatsink peltier.* Target dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh antara ada dan tanpa penggunaan sistem kontrol temperatur pada budidaya sistem hidroponik untuk tanaman ubi jalar dengan penggunaan logika fuzzy metode mamdani.

## II. TINJAUAN TEORI

### A. Pembudidayaan Tanaman Umbi secara Sistem Hidroponik

Tanaman umbi terbentuk karena terjadinya perubahan fungsi organ tumbuhan berupa perubahan bentuk dan ukuran, salah satunya pada bagian akar tumbuhan atau dikenal sebagai umbi akar (*Tuber Rhizogenum*). Salah satu tanaman umbi yang memiliki banyak manfaat adalah tanaman ubi jalar (*Ipomoea Batatas L.*) termasuk golongan umbi akar dan famili *Convolvulaceae*. Selain itu, tanaman ubi jalar memiliki kelebihan lain, seperti mudah dikelola dan dapat tumbuh pada suhu lingkungan yang panas berkisar antara 21°C – 27°C dan kelembapan udara berkisar antara 50% – 80% dengan mendapatkan lama waktu penyinaran matahari berkisar antara 11 – 12 jam/hari, serta pada daerah bercurah hujan optimal berkisar antara 750 – 1500 mm/tahun pertumbuhan ubi jalar dapat berjalan optimal.

Pembudidayaan tanaman ubi jalar biasanya dilakukan secara konvensional tetapi bisa juga dilakukan secara sistem hidroponik untuk mengurangi serangan penyakit tanaman, serta dapat meningkatkan produksi tanaman. Sistem hidroponik merupakan salah satu dari pengembangan teknik budidaya tanaman dengan menggunakan media air sebagai media tanam pengganti media tanah dengan dapat dilakukan pada lahan sempit seperti daerah perkotaan. Pembudidayaan tanaman dengan sistem hidroponik memiliki beberapa syarat pertumbuhan tanaman, salah satunya adalah peran penting dari kondisi suhu air berkisar antara 18°C – 25°C, sehingga tanaman dapat melakukan penyerapan larutan nutrisi secara optimal, menjaga berkurangnya kadar oksigen terlarut dan meningkatnya pH air atau *electro conductivity* (EC). Pada penelitian ini menggunakan tanaman ubi jalar sebagai objek penelitian dengan rancangan sistem menggunakan sistem pemantauan dan kontrol temperatur dengan penggunaan sistem kontrol logika fuzzy metode mamdani, serta menerapkan rancangan metode sistem hidroponik yang dilakukan oleh Suharto, dkk (2016) pada tanaman kentang. Penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur dengan logika fuzzy mamdani ini bertujuan untuk menjaga temperatur sesuai dengan karakteristik dari syarat pertumbuhan tanaman ubi jalar dan sistem hidroponik, selain itu juga dikarenakan lokasi penelitian yang memiliki iklim suhu yang sangat tinggi dan lembap, sehingga dibutuhkan penggunaan metode sistem kontrol dan penggunaan aktuator untuk memenuhi tujuan tersebut. Pelaksanaan penelitian dilakukan pada rumah peneliti berlokasi di Kecamatan Heram, Kota Jayapura, Provinsi Papua. Dimana, Wilayah Kota Jayapura memiliki beragam ketinggian pada setiap lokasi daerah dengan ketinggian ± 700 meter di atas permukaan laut. Kota Jayapura beriklim panas dan lembap dengan suhu lingkungan berkisar antara 29°C – 31,8°C dan kelembapan udara berkisar antara 79% – 81% dengan curah hujan, serta jumlah hari hujan bervariasi berkisar antara 45 – 255 mm/tahun dan 148 – 175 hari hujan/tahun, sehingga musim hujan dan kemarau menjadi tidak teratur. Selain itu menurut data perkiraan cuaca harian BMKG, suhu lingkungan harian mencapai sekitar antara 23°C – 34°C, kelembapan udara harian berkisar antara 50% – 95% dengan curah hujan berkisar antara 200 – 300 mm/tahun dalam bulan juni 2023. Sedangkan, pada pengukuran menggunakan alat ukur temperatur didapatkan suhu lingkungan harian berkisar antara 24°C – 40°C, kelembapan udara harian berkisar antara 44% – 99%, serta suhu air berkisar antara 25°C – 30°C.

### B. Pembudidayaan Tanaman Umbi secara Sistem Hidroponik

*Fuzzy Logic Controller* (FLC) atau Logika Fuzzy merupakan logika yang diimplementasikan dari pikiran manusia berupa suatu nilai diantara nilai benar dan salah. Sebelum terbentuknya logika fuzzy, telah adanya suatu logika bernilai tegas, yaitu logika *crisp* tetapi karena dalam logika *crips* hanya terdapat nilai benar dan salah, sehingga tidak dapat mengimplementasikan pikiran manusia, maka terbentuk suatu logika lain berupa logika fuzzy. Selain itu, logika fuzzy memiliki konsep penalaran fleksibel dan mudah dimengerti karena menggunakan dasar teori himpunan yang sesuai dengan implementasi dari pikiran manusia, serta dapat diterapkan pada sistem yang kompleks untuk mencapai parameter yang sesuai berupa *set point* yang diinginkan. Salah satu pengaplikasian logika fuzzy yang telah berkembang disebut Sistem Inferensi Fuzzy *(Fuzzy Inference System),* yaitu kerangka komputasi berdasarkan konsep proses tahapan logika fuzzy dalam pengambilan keputusan dan terbagi menjadi beberapa metode, salah satunya adalah metode mamdani. Pada logika fuzzy terdapat beberapa proses tahapan, yaitu tahapan Fuzzifikasi (*Fuzzification),* tahapan Aturan Fuzzy (*Fuzzy Rules*) dan tahapan Defuzzifikasi (*Defuzzifcation*).

Fuzzifikasi (*Fuzzifcation*) merupakan proses pemetaan nilai tegas (*crips*) yang termuat dalam fungsi keanggotaan fuzzy (*membership function*), sehingga tidak terdapat gangguan pada masukan sistem fuzzy untuk mempermudah

perhitungan pada sistem fuzzy. Proses pemetaan fungsi keanggotaan fuzzy dinyatakan dengan suatu nilai yang memiliki interval antara 0 hingga 1. Fungsi keanggotaan fuzzy terbagi menjadi beberapa variabel yang diinginkan berdasarkan masukan dan keluaran dengan parameter berupa *set point* yang diberikan dan membentuk suatu kurva dalam pembuatan sistem fuzzy dengan menggunakan persamaan garis lurus untuk menentukan daerah yang diinginkan.

Penggunaan bahasa yang dapat mudah dimengerti adalah salah satu syarat penentuan aturan fuzzy dengan diperoleh dari fungsi keanggotaan fuzzy pada proses fuzzifikasi. Aturan yang digunakan adalah aturan "***IF*** ... ***THEN*** ..." dinyatakan dengan kondisi masukan dan keluaran yang diinginkan, misalkan : *if x is A, then y is B,* dengan A dan B sebagai *linguistic values* pada rentan variabel X dan Y, dengan pernyataan "*x is A*" sebagai *antecedent* atau premis, sedangkan pernyataan "*y is B*" sebagai *consequent* atau kesimpulan.

Defuzzifikasi merupakan proses akhir setelah fuzzifikasi dan aturan fuzzy selesai, dimana dengan mengubah setiap hasil fungsi keanggotaan (*membership function*) dan aturan fuzzy menjadi nilai tegas (*crips*).

## III. METODE

### A. Desain *Greenhouse* dan Sistem Hidroponik

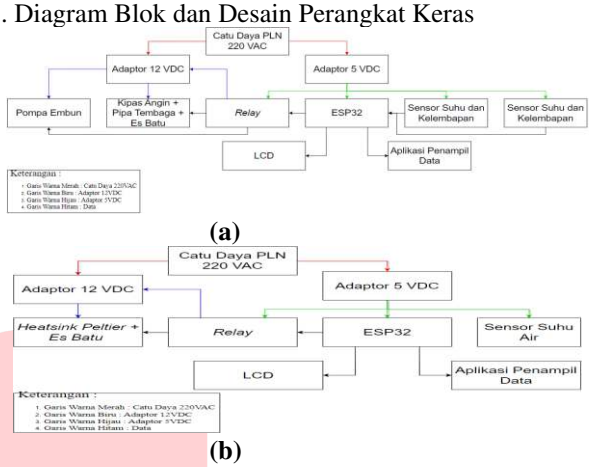


**(a)** **(b)**

GAMBAR 1.
Desain (a) *Greenhouse* (b) Bedeng Tanaman

Perancangan sisem menggunakan dua *greenhouse* berukuran 200 x 200 x 200 cm. *Greenhouse* pertama digunakan untuk menempatkan sistem hidroponik dengan penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur dibangun dari baja ringan, plastik UV 14% ketebalan 200 micron, dan seng plastik bening. Sedangkan, pada *greenhouse* kedua untuk menempatkan sistem hidroponik tanpa penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur dibangun dari jaring *paranet*, seng plastik bening, dan baja ringan. Perbedaan dari kedua *greenhouse* tersebut untuk mengetahui perbandingan antara penggunaan dan tanpa penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur di daerah perakaran dan lingkungan. Bedeng tanaman berukuran 150 x 50 x 40 cm, terbuat dari multiplek (*plywood*) ketebalan 1 cm dilapisi cat *anti-drop*, plastik PE, serta terpasang kawat loket sebagai penyangga umbi ubi jalar, sehingga akar tanaman dapat menyerap larutan nutrisi secara sistem NFT dan sistem Sumbu. Tutup bedeng tanaman terbuat dari *styrofoam* ketebalan 2 cm, serta memiliki 6 lubang *netpot* berdiameter 6 cm dengan jarak antar lubang 50 x 20 cm. Pipa penyaluran larutan nutrisi terdapat dua jalur, yaitu jalur NFT pada bagian dalam bedeng tanaman menggunakan pipa paralon berlubang berdiameter 2,5 inch, serta jalur tetes pada bagian atas bedeng tanaman menggunakan selang *emitter* berdiameter 3/5 mm terpasang *drip stick* berbentuk huruf L dengan kecepatan aliran tetes 1,5 – 3,2 L/H untuk membantu distribusi penetesan larutan nutrisi secara sistem irigasi tetes. Tangki penampungan larutan nutrisi berupa galon berukuran 15 liter. Selain itu, terdapat ember dilapisi *aluminium foil*.

### B. Diagram Blok dan Desain Perangkat Keras

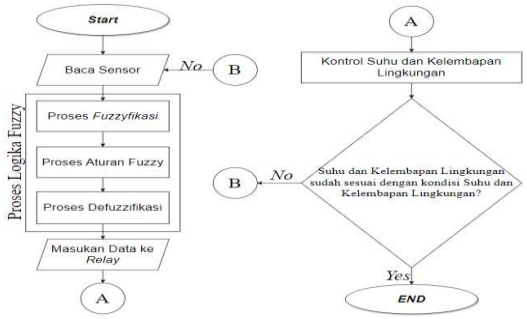



GAMBAR 2.
Diagram Blok Kelistrikan Sistem Kontrol : (a) Suhu dan Kelembapan (b) Suhu Air

Gambar 2 merupakan diagram blok kelistrikan untuk sistem pemantauan dan kontrol suhu dan kelembapan lingkungan di *greenhouse,* serta untuk sistem pemantauan dan kontrol suhu air daerah perakaran di bedeng tanaman. Masukan sumber daya PLN 220 VAC dikonversi dengan adaptor menjadi tegangan 5 VCD untuk mengaktifkan *microcontroller* berupa ESP32 dan *feedback* sistem berupa dua buah sensor suhu dan kelembapan, serta sensor suhu air, tegangan 12 VDC untuk mengaktifkan aktuator berupa kipas angin 16 inch terpasang pipa tembaga AC 3/8 inch dan botol berlubang 600 ml berisi balok es batu untuk mengatur suhu lingkungan pada *greenhouse*, pompa embun atau pompa air DC terpasang *mist nozzle sprayer* untuk mengatur kelembapan udara pada *greenhouse,* dan *heatsink peltier* dengan tambahan balok es batu untuk menurunkan suhu air daerah perakaran pada bedeng tanaman serta dibantu dengan *relay* sebagai penggerak. Kemudian, data ditampilkan pada LCD sebagai *display* dan aplikasi penampil data sebagai penyimpan data secara daring.

### C. Diagram Alir dan Simulasi Logika Fuzzy

Masukan diperoleh dari hasil pembacaan nilai rata – rata kedua sensor suhu dan kelembapan dengan parameter berupa nilai *set point* suhu lingkungan berkisar antara 21°C – 27°C dan nilai *set point* kelembapan udara berkisar antara 50% – 80%. Kemudian, dilakukan proses logika fuzzy. Setelah itu, diteruskan sebagai masukan data pada *relay* untuk mengaktifkan dan mematikan aktuator suhu dan kelembapan lingkungan, serta akan dilihat apakah kontrol suhu dan kelembapan lingkungan telah sesuai dengan kondisi suhu dan kelembapan lingkungan.




Gambar 3. Diagram Alir Sistem Kontrol Suhu dan Kelembapan

Simulasi pada suhu dan kelembapan lingkungan diberikan variabel masukan logika fuzzy dari sensor suhu dan kelembapan berupa nilai *set point* sesuai syarat karakteristik pertumbuhan tanaman ubi jalar. Serta, variabel keluaran logika fuzzy dari aktuator berupa nilai *set point* sesuai lama menyalanya aktuator.

TABEL 1.
Fungsi Keanggotaan Fuzzy Suhu dan Kelembapan

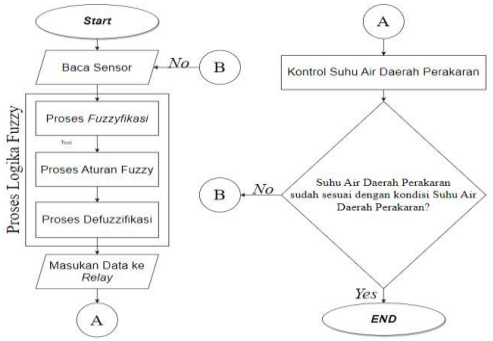
| ***Input* Fuzzy** | | | | ***Output* Fuzzy** | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T** | **SP [°C]** | **H** | **SP [%]** | **KA** | **SP [min]** | **PE** | **SP [min]** |
| Dingin | [0,23] | Kering | [0,58] | *Off* | [0] | *Off* | [0] |
| Normal | [23, 27] | Normal | [58, 74] | Cepat | [1,6] | Cepat | [1,6] |
| Panas | [27, 40] | Basah | [74, 100] | Normal | [6,12] | Normal | [6,12] |
| | | | | Lambat | [12, 15] | Lambat | [12, 15] |

Keterangan: T = Suhu; SP = *Set Point;* H = Kelembapan; KA = Kipas Angin;PE = Pompa Embun;

TABEL 2.
Aturan Fuzzy Suhu dan Kelembapan

| **No** | ***Input* Fuzzy** | | ***Output* Fuzzy** | |
|---|---|---|---|---|
| | **Suhu** | **Kelembapan** | **Kipas Angin** | **Pompa Embun** |
| 1 | Dingin | Kering | Cepat | Lambat |
| 2 | Dingin | Normal | Normal | Cepat |
| 3 | Dingin | Basah | *Off* | *Off* |
| 4 | Normal | Kering | *Off* | Lambat |
| 5 | Normal | Normal | *Off* | *Off* |
| 6 | Normal | Basah | Cepat | *Off* |
| 7 | Panas | Kering | Lambat | Lambat |
| 8 | Panas | Normal | Lambat | Normal |
| 9 | Panas | Basah | Lambat | *Off* |

Masukan diperoleh dari hasil pembacaan nilai sensor suhu air untuk mendeteksi suhu air daerah perakaran pada bedeng tanaman dengan parameter berupa nilai *set point* suhu air daerah perakaran berkisar antara 18°C – 25°C. Setelah itu, diteruskan sebagai masukan data pada *relay* untuk mengaktifkan aktuator suhu air daerah perakaran, serta akan dilihat apakah kontrol suhu air daerah perakaran telah sesuai dengan kondisi suhu air daerah perakaran.




**Gambar 4.** Diagram Alir Sistem Kontrol Suhu Air

Simulasi pada suhu air daerah perakaran diberikan variabel masukan logika fuzzy dari sensor suhu air berupa nilai *set point* sesuai syarat karakteristik pertumbuhan tanaman sistem hidroponik. Serta, variabel keluaran logika fuzzy dari aktuator berupa nilai *set point* sesuai lama menyalanya aktuator. Selanjutnya, variabel masukan dan keluaran tersebut diklasifikasi menjadi fungsi keanggotaan fuzzy dan aturan fuzzy.

TABEL 3.
Fungsi Keanggotaan Fuzzy Suhu Air

| ***Input* Fuzzy** | | ***Output* Fuzzy** | |
|---|---|---|---|
| **Suhu** | ***Set Point* [°C]** | ***Heatsink Peltier*** | ***Set Point*[min]** |
| Dingin | [0,20] | *Off* | [0] |
| Normal | [20,25] | Cepat | [1,6] |
| Panas | [25,40] | Lambat | [6,15] |

TABEL 4.
Aturan Fuzzy Suhu Air

| **No** | ***Input* Fuzzy** | ***Output* Fuzzy** |
|---|---|---|
| | **Suhu** | ***Heatsink Peltier*** |
| 1 | Dingin | *Off* |
| 2 | Normal | Cepat |
| 3 | Panas | Lambat |

## IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

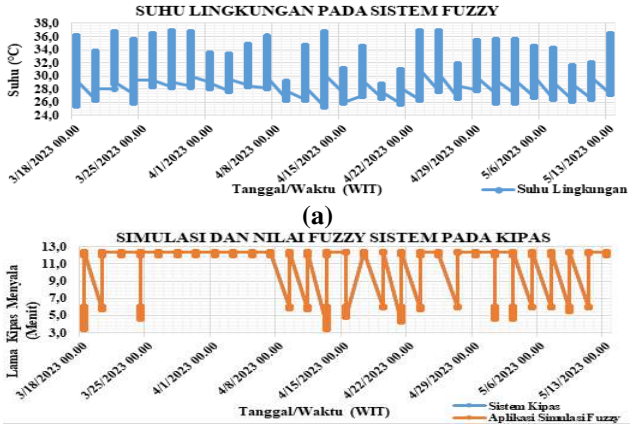
### A. Pengujian Logika Fuzzy

TABEL 5.
Persentase Pengkondisian Fuzzy Untuk Suhu dan Kelembapan

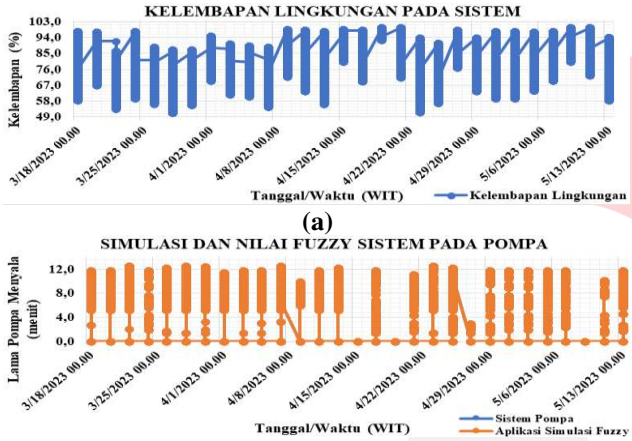
| **Persentase Parameter Fuzzy (%)** | | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **T** | | **H** | | | **K** | **P** | | **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** | **7** | **8** | **9** |
| **D** | 0 | **K** | 3 | ***O*** | 0 | 67 | ***Rules Base*** | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 3 | 29 | 63 |
| **N** | 5 | **N** | 29 | **C** | 5 | 2 | | | | | | | | | | |
| **P** | 95 | **B** | 68 | **N** | 0 | 29 | | | | | | | | | | |
| | | | | **L** | 95 | 2 | | | | | | | | | | |

Keterangan : T = Suhu (°C); H = Kelembapan (%); K = Kipas (min); P = Pompa (min);

Tabel 5 merupakan persentase respon pengkondisian dari penerapan penggunaan sistem kontrol logika fuzzy untuk suhu dan kelembapan lingkungan pada sistem hidroponik. Dimana, pengkondisian tersebut berdasarkan dari variabel fungsi keanggotaan fuzzy dan aturan fuzzy. Sehingga, didapatkan empat aturan fuzzy dari sembilan aturan fuzzy.




GAMBAR 5.
Pengujian Fuzzy Suhu Lingkungan (a) Suhu Lingkungan (b) Kipas

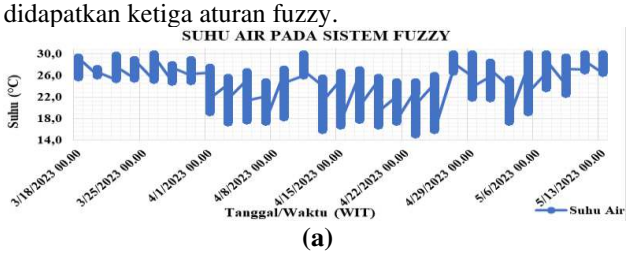


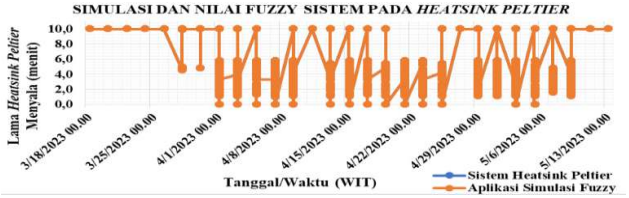

GAMBAR 6.
Pengujian Fuzzy Kelembapan Lingkungan (a) Kelembapan Lingkungan (b) Pompa

TABEL 6.
Persentase Pengkondisian Fuzzy Untuk Suhu Air

| Persentase Parameter Fuzzy (%) | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Suhu** | | ***Heatsink Peltier*** | | **Rules Base** | **1** | **2** | **3** |
| **Dingin** | 12 | ***Off*** | 12 | 12 | 27 | 61 | |
| **Normal** | 27 | **Cepat** | 27 | | | | |
| **Panas** | 61 | **Lambat** | 61 | | | | |

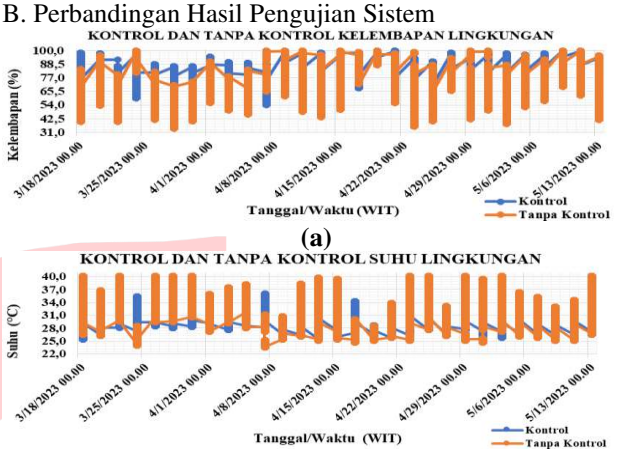
Tabel 6 merupakan persentase respon pengkondisian dari penerapan penggunaan sistem kontrol logika fuzzy untuk suhu air daerah perakaran pada sistem hidroponik. Dimana, pengkondisian tersebut berdasarkan dari variabel fungsi keanggotaan fuzzy dan aturan fuzzy. Sehingga, didapatkan ketiga aturan fuzzy.



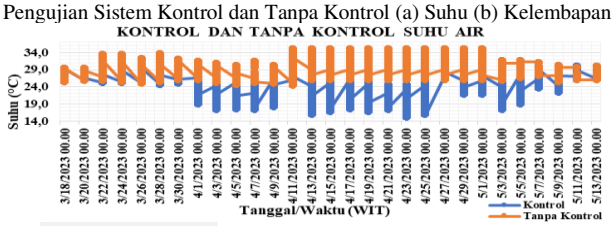




Gambar 7.
Pengujian Fuzzy Suhu Air Daerah Perakaran (a) Suhu Air (b) *Heatsink Peltier*

B. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem



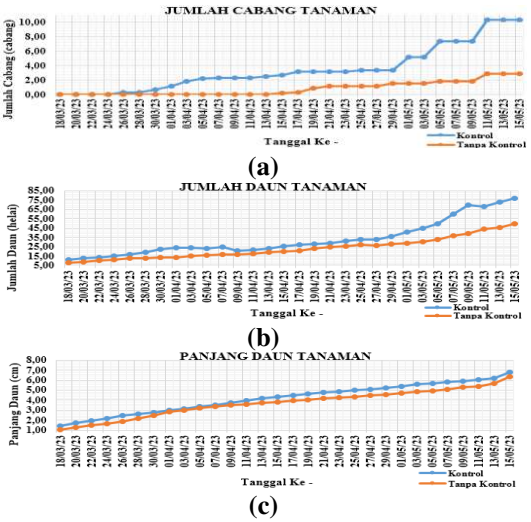

GAMBAR 8.
Pengujian Sistem Kontrol dan Tanpa Kontrol (a) Suhu (b) Kelembapan




GAMBAR 9.
Pengujian Sistem Kontrol dan Tanpa Kontrol Suhu Air

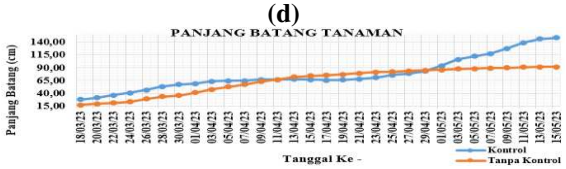
C. Perbandingan Hasil Pertumbuhan Tanaman

Pengambilan data dilakukan selama kurang lebih 3 bulan, setelah dua minggu tanaman dipindahkan pada sistem hidroponik dengan rentang selisih waktu sehari tanpa pengambilan data dan jumlah tanaman yang diamati sebanyak enam tanaman di setiap sistem hidroponik.



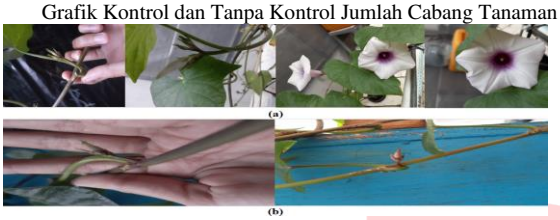



**(d)**

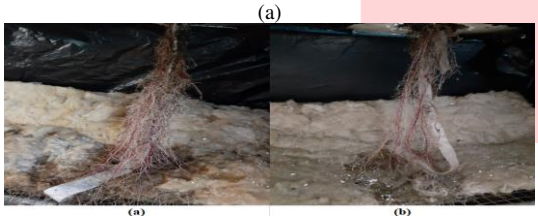



**(e)**

GAMBAR 10.
Grafik Kontrol dan Tanpa Kontrol Jumlah Cabang Tanaman



(a)



(b)

GAMBAR 11.
Pertumbuhan : (a) Bakal Bunga (b) Akar Tanaman

Gambar 11 terlihat perbandingan pertumbuhan bakal bunga tanaman dan akar tanaman. Dimana, pada minggu ke–24 pertumbuhan bakal bunga tanaman untuk penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur memiliki 4 bakal bunga dan tangkai lebih panjang, sedangkan untuk tanpa penggunaan sistem kontrol temperatur memiliki 1 bakal bunga dan tangkai lebih pendek. Pada minggu ke–27 pertumbuhan bakal bunga tanaman untuk penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur memiliki 3 bakal bunga yang telah mekar, sedangkan untuk tanpa penggunaan sistem kontrol temperatur masih belum mekar. Selain itu, pertumbuhan akar tanaman pada penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur lebih lebat dan panjang menjalar di bedeng tanaman, serta telah mengelilingi permukaan pipa NFT, sedangkan tanpa penggunaan sistem kontrol temperatur belum begitu lebat dan panjang menjalar di bedeng tanaman. Selain itu, pada penelitian ini belum mencapai awal tanaman memiliki umbi dikarenakan lamanya proses pertumbuhan generatif dan kesalahan peletakan posisi penjalaran tanaman ubi jalar.

## V. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisis penelitian rancang bangun sistem pemantauan dan kontrol temperatur di daerah perakaran dan lingkungan pada sistem hidroponik untuk tanaman ubi jalar, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Sistem telah diterapkan dengan penggunaan sistem kontrol logika fuzzy dan berfungsi sesuai syarat karakteristik pertumbuhan tanaman ubi jalar dan sistem hidroponik dengan penggunaan metode sistem NFT, sistem irigasi tetes, dan sistem sumbu, serta penggunaan komponen perangkat keras dan perangkat lunak. Selain itu, telah didapatkan beberapa parameter pengujian sistem dan pengukuran pertumbuhan tanaman.
2. Penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur didapatkan empat aturan fuzzy dari sembilan aturan yang ditentukan untuk suhu dan kelembapan lingkungan, serta ketiga aturan fuzzy yang ditentukan untuk suhu air daerah perakaran. Hasil pengujian sistem pemantauan dan kontrol suhu lingkungan sebesar 25,4°C – 36,8°C dan 51,0% – 99,9% untuk kelembapan lingkungan, serta 15,1°C – 29,9°C untuk suhu air daerah perakaran.
3. Penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur pada budidaya sistem hidroponik untuk tanaman ubi jalar mempengaruhi, yaitu rata – rata laju pertumbuhan jumlah cabang, jumlah daun, panjang daun, lebar daun dan panjang batang tanaman untuk penggunaan sistem pemantauan dan kontrol temperatur adalah sebesar 0,356 cabang/hari, 2,27 helai/hari, 0,184 cm/hari, 0,163 cm/hari dan 4,144 cm/hari. Kemudian, pertumbuhan bakal bunga terjadi pada minggu ke-24 memiliki 4 bakal bunga, tangkai lebih panjang dan telah mekar pada minggu ke-27. Serta, pertumbuhan akar tanaman pada minggu ke-24 lebih lebat dan memanjang di bedeng tanaman dan permukaan pipa NFT. Selain itu, rata – rata laju pertumbuhan umbi tidak dapat dilakukan pengambilan data dikarenakan lamanya proses pertumbuhan generatif dan kesalahan posisi penjalaran tanaman ubi jalar yang tidak berada sejajar dengan posisi akar utama, sehingga tanaman ubi jalar tidak mendapatkan nutrisi yang cukup untuk pertumbuhan umbi.

## REFERENSI

[1] H. Yaningsih, B. A. H, and S. Mulyani, “Studi Karakteristik Gizi Ubi Jalar Ungu ( Ipomoea batatas var Gunung Kawi ) Pada Beberapa Umur Panen,” *J. Rekayasa dan Manaj. Agroindustri*, vol. 1, no. 1, pp. 21–30, 2016.

[2] Purnama, “Pengaruh Pupuk Organik Cair (POC) Kotoran Sapi Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Ubi Jalar Ungu (Ipomoea batatas L.),” Universitas Andalas, 2017.

[3] S. Tiffani, “Pengaruh Ukuran Bedengan Terhadap Pertumbuhan dan Produksi Beberapa Genotipe Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.,” Universitas Sumatera Utara, 2019.

[4] Nawir, “Budidaya Ubi Jalar Ungu,” *cyberextension*, 2019. http://cybex.pertanian.go.id/mobile/artikel/84789/ Budidaya-Ubi-Jalar-Ungu/ (accessed Apr. 08, 2023).

[5] S. Aminah, S. Sulfiani, and A. Upe, “Uji Optimum Pertumbuhan dan Produksi Ubi Jalar Ungu Melalui

Aplikasi Zat Pengatur Tumbuh," *J. TABARO Agric. Sci.*, vol. 4, no. 2, p. 490, 2021, doi: 10.35914/tabaro.v4i2.671.

[6] Direktorat Jenderal Tanaman Pangan, "Data Produksi Ubi Jalar," *Kementerian Pertanian*, 2016. https://tanamanpangan.pertanian.go.id/detil-konten/ubi_jalar/64 (accessed Aug. 16, 2023).

[7] Redaksi, "Harga Komoditas Pangan ini Masih Stabil di Kota Jayapura," *KabarPapua.co*, 2019. https://kabarpapua.co/harga-komoditas-pangan-ini-masih-stabil-di-kota-jayapura/ (accessed Aug. 18, 2023).

[8] dan M. K. Hayati, M., Nurhayati, A. Marliah, "Pertumbuhan dan Hasil Beberapa Klon Ubi Jalar (Ipomoea batatas L.) di Dataran Menengah Saree, Kabupaten Aceh Besar," *J. Floratek*, vol. 11, no. 1, pp. 44-50., 2016.

[9] J. Limbongan and A. Soplanit, "Ketersediaan Teknologi dan Potensi Pengembangan Ubi Jalar di Papua," *J. Litbang Pertan.*, vol. 26, no. 4, pp. 131–138, 2007.

[10] E. Sumartono; Sumarni, "Pengaruh Suhu Media Tanam Terhadap Pertumbuhan Vegetatif Kentang Hidroponik di Dataran Medium Tropika Basah," *Agronomika*, vol. 13, no. 1, 2013.

[11] Y. Suharto, H. Suhardiyanto, and A. Susila, "Pengembangan Sistem Hidroponik Untuk Budidaya Tanaman Kentang (Solanum tuberosum L.)," *J. Keteknikan Pertan.*, vol. 04, no. 2, pp. 1–8, 2016, doi: 10.19028/jtep.04.2.211-218.

[12] A. Y. H. Putra and W. S. Pambudi, "Sistem Kontrol Otomatis pH Larutan Nutrisi Tanaman Bayam Pada Hidroponik Nft (Nutrient Film Technique)," *J. Ilm. Mikrotek*, vol. 2, no. 4, pp. 11–20, 2017.

[13] P. Denanta, B. Perteka, N. Piarsa, and K. S. Wibawa, "Sistem Kontrol dan Monitoring Tanaman Hidroponik Aeroponik Berbasis Internet of Things," *J. Ilm. Merpati*, vol. 8, no. 3, pp. 197–210, 2020.

[14] Dadang, "Empat Hal Penting dalam Mengelola Hidroponik," 2017. https://www.its.ac.id/news/2017/02/24/empat-hal-penting-dalam-mengelola-hidroponik/#:~:text=Persiapan yang perlu dilakukan untuk,27 derajat celsius%2C%22 jelasnya. (accessed Nov. 01, 2021).

[15] OmKeree, "7 Trik Cegah Suhu Air Nutrisi Hidroponik Panas," *KereeAktif.com*, 2016. https://kereeaktif.wordpress.com/2016/04/12/7-trik-cegah-suhu-air-nutrisi-hidroponik-panas/ (accessed Nov. 01, 2021).

[16] G. P. Kurniawan, "Cara Menurunkan Suhu Air Tandon Nutrisi Hidroponik," *blogidn.com*, 2021. https://blogidn.com/menurunkan-suhu-tandon-hidroponik/ (accessed Nov. 01, 2021).

[17] Pertanian, "Cara Mengatur Suhu Air Pada Hidroponik," *thehijau.com*, 2019. https://thehijau.com/cara-mengatur-suhu-air-pada-hidroponik/ (accessed Jul. 21, 2023).

[18] Slamet Riyanto, "6 Cara Menjaga Suhu Air Tandon Nutrisi Hidroponik," *legioma.com*, 2022. https://legioma.republika.co.id/posts/92625/6-cara-menjaga-suhu-air-tandon-nutrisi-hidroponik (accessed Jul. 21, 2023).

[19] Susilawati, *Dasar – Dasar Bertanam Secara Hidroponik*. 2019.

[20] Pemerintah Provinsi Papua, "Kondisi Wilayah," *papua.go.id*, 2016. https://papua.go.id/view-detail-page-204/undefined (accessed Oct. 28, 2021).

[21] Badan Meteorlogi Klimatologi dan Geofisika, "Perkiraan Cuaca," *Badan Meteorlogi Klimatologi dan Geofisika*, 2023. https://www.bmkg.go.id/cuaca/prakiraan-cuaca.bmkg?Kec=Heram&kab=Kab._Jayapura&Prov=Papua&AreaID=5013992 (accessed Jul. 21, 2023).

[22] H. Nasution, "Implementasi Logika Fuzzy Pada Sistem Kecerdasan Buatan," *ELKHA J. Tek. Elektro*, vol. 4, no. 2, pp. 4–8, 2012, [Online]. Available: https://jurnal.untan.ac.id/index.php/Elkha/article/view/512.

[23] H. Fakhrurroja, S. A. Mardhotillah, O. Mahendra, A. Munandar, M. I. Rizqyawan, and R. P. Pratama, "Automatic pH and Humidity Control System for Hydroponics Using Fuzzy Logic," *2019 Int. Conf. Comput. Control. Informatics its Appl. Emerg. Trends Big Data Artif. Intell. IC3INA 2019*, no. October, pp. 156–161, 2019, doi: 10.1109/IC3INA48034.2019.8949590.

[24] A. R. Al Tahtawi and R. Kurniawan, "pH Control for Deep Flow Technique Hydroponic IoT Systems Based on Fuzzy Logic Controller," *J. Teknol. dan Sist. Komput.*, vol. 8, no. 4, pp. 323–329, 2020, doi: 10.14710/jtsiskom.2020.13822.

[25] N. Febriany, "Metode Fuzzy Mamdani," *J. Math.*, pp. 29–49, 2019.

[26] I. Raga Djara, T. Widiastuti, and D. M. Sihotang, "Penerapan Logika Fuzzy Menggunakan Metode Mamdani Dalam Optimasi Permintaan Obat," *J. Komput. dan Inform.*, vol. 7, no. 2, pp. 157–161, 2019, doi: 10.35508/jicon.v7i2.1645.