

Implementasi *IoT* pada Sistem *Monitoring* dan Pengendali Sirkulasi Air Tanaman Hidroponik

Arief Prasetyo¹, Usman Nurhasan², Gilang Lazuardi³

^{1,2,3}Program Studi Teknik Informatika, Jurusan Teknologi Informasi, Politeknik Negeri Malang
¹arief.prasetyo@polinema.ac.id, ²usmannurhasan@polinema.ac.id, ³gilanglazu@gmail.com

Abstrak

Hidroponik merupakan budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Penerapan hidroponik lebih efisien di daerah yang memiliki ruang hijau terbatas. Salah satu jenis hidroponik adalah *Deep Flow Technic* (DFT) merupakan jenis hidroponik yang menerapkan aliran nutrisi secara kontinyu dan terdapat genangan setengah dari diameter pipa yang menggenangi akar tanaman. Namun, seringkali para penggiat hidroponik sistem DFT ini mengalami kegagalan selama proses pertumbuhan tanaman, dikarenakan kurangnya penjagaan terhadap unsur tumbuh tanaman seperti sirkulasi air, intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan pH air yang menyebabkan tanaman tersebut tidak tumbuh optimal. Maka diperlukan sistem monitoring dan pengendali sirkulasi air pada hidroponik DFT berbasis *IoT* untuk mengantisipasi terjadinya perubahan pada unsur tumbuh tanaman. Tanaman yang digunakan adalah sawi daging (pakchoy). Data unsur tumbuh tanaman diakusisi oleh sensor yang terintegrasi dengan *Raspberry Pi*. Pada proses *monitoring* menggunakan website akan menampilkan data unsur tumbuh tanaman berupa pH, suhu, kelembaban dan ketinggian air pada tandon hidroponik. Suhu dan kelembaban digunakan sebagai parameter pengendali sirkulasi air yang diproses menggunakan Metode *Fuzzy Sugeno* untuk menyalakan atau mematikan pompa pada hidroponik DFT. Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem dapat melakukan monitoring unsur tumbuh tanaman yang ditampilkan pada website secara *realtime* serta pengendalian sirkulasi air secara otomatis. Sistem yang diterapkan dalam hidroponik tanaman sawi daging ini pun menghasilkan pertumbuhan jumlah daun dan tinggi tanaman yang signifikan.

Kata Kunci : Hidroponik, *IoT*, *Fuzzy Sugeno*, Suhu, Kelembaban.

1. Pendahuluan

Hidroponik merupakan budidaya menanam dengan memanfaatkan air tanpa menggunakan tanah dengan menekankan pada pemenuhan kebutuhan nutrisi bagi tanaman. Hidroponik penerapannya lebih efisien di daerah yang memiliki ruang hijau terbatas. Hal ini menjadikan hidroponik merupakan solusi pertanian di perkotaan. Baik dalam skala industri maupun skala rumahan untuk dikonsumsi sendiri.

Salah satu jenis hidroponik adalah *Deep Flow Technic* merupakan jenis hidroponik yang menerapkan aliran nutrisi secara kontinyu dan terdapat genangan setengah dari diameter pipa yang menggenangi akar tanaman. Sistem DFT ini bertujuan agar penyerapan nutrisi dari tanaman dapat lebih optimal. Perlu perhatian khusus bagi unsur tumbuh tanaman hidroponik agar dapat menghasilkan tanaman yang bagus dan sehat. Unsur tumbuh tanaman hidroponik berupa sirkulasi air, intensitas cahaya, suhu, kelembaban dan pH air. Seringkali para penggiat hidroponik mengalami kegagalan selama proses pertumbuhan tanaman, dikarenakan kurangnya penjagaan terhadap unsur tumbuh tanaman yang menyebabkan tanaman tersebut layu, mengalami perubahan warna daun tanaman menjadi

kuning, hingga mati. Dengan banyaknya unsur tumbuh tanaman yang ada, untuk memudahkan mengetahui kondisi tanaman perlu dilakukan monitoring unsur-unsur tersebut secara berkala.

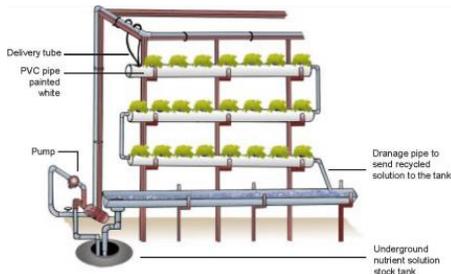
Perkembangan teknologi komunikasi sekarang semakin pesat seiring munculnya istilah Internet of Thing (*IoT*). *IoT* memungkinkan semua benda dapat berkomunikasi satu sama lain melalui internet. Konsep *IoT* bisa diterapkan pada pertanian baik pertanian konvensional (media tanah) maupun pertanian hidroponik Tajrie, *et al* (2017). Pada tugas akhir ini akan merancang dan membangun sebuah sistem berdasarkan kebutuhan tanaman hidroponik. Sistem yang dibangun bertujuan untuk pengendali sirkulasi air sistem hidroponik DFT serta monitoring unsur tumbuh tanaman hidroponik seperti pH, suhu, kelembaban dan tinggi air pada tandon hidroponik yang menggunakan sensor-sensor terkait unsur-unsur pertumbuhan tanaman hidroponik.

2. Landasan Teori

2.1 Hidroponik DFT

Sistem Hidroponik *Deep Flow Technique* merupakan metode budidaya tanaman hidroponik dengan meletakkan akar tanaman pada lapisan air yang dalam Desmira & Didik (2016). Prinsip kerja

sistem hidroponik DFT yaitu mensirkulasikan larutan nutrisi tanaman secara terus menerus selama 24 jam. Teknik hidroponik ini dikategorikan sebagai sistem hidroponik tertutup. Umumnya penerapan teknik hidroponik ini digunakan pada budidaya tanaman daun dan sayuran buah. Pada teknik DFT system pipa, aliran nutrisi dengan kedalaman 2-3 cm mengalir pada pipa PVC berdiameter 10 cm dan pada pipa tersebut dikletakkan tanaman dalam pot plastik, sehingga tanaman akan menerima nutrisi yang mengalir tersebut.



Gambar 1. Ilustrasi Sistem DFT Zig Zag

2.2 Fuzzy Sugeno

Fuzzy metode sugeno merupakan metode inferensi fuzzy untuk aturan yang direpresentasikan dalam bentuk *IF – THEN*, dimana *output* (konsekuen) sistem tidak berupa himpunan fuzzy, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Model Sugeno menggunakan fungsi keanggotaan Singleton yaitu fungsi keanggotaan yang memiliki derajat keanggotaan 1 pada suatu nilai crisp tunggal dan 0 pada nilai crisp yang lain. Untuk Orde 0 dengan rumus :

$$\begin{aligned}
 &IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\
 &THEN z = k,
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden (alasan), \circ adalah operator fuzzy (*AND* atau *OR*) dan k merupakan konstanta tegas sebagai konsekuen (kesimpulan).

Sedangkan rumus Orde 1 adalah:

$$\begin{aligned}
 &IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ \dots \circ (x_n \text{ is } A_n) \\
 &THEN z = p_1 * x_1 + \dots + p_n * x_n + q,
 \end{aligned}
 \tag{2}$$

dengan A_i adalah himpunan fuzzy ke i sebagai antaseden, \circ adalah operator fuzzy (*AND* atau *OR*), p_i adalah konstanta ke i dan q juga merupakan konstanta dalam konsekuen Wachdani, *et al* (2014).

3. Metodologi

Dalam membangun sistem monitoring dan otomasi pengendali sirkulasi air hidroponik ini, menggunakan metode fuzzy Sugeno untuk otomasi pengendali sirkulasi airnya. Metode ini diterapkan untuk membantu menyimpulkan akan dilakukan

sirkulasi air dengan menyalakan pompa atau tidak melakukan sirkulasi air dengan mematikan pompa pada hidroponik berdasarkan parameter suhu dan kelembaban.

3.1 Analisis Kebutuhan Sistem

Pada tahap ini dilakukan pencarian referensi melalui jurnal, artikel, majalah ilmiah untuk membantu dan membimbing dalam proses pembuatan sistem dan juga pengumpulan kebutuhan fungsional sistem yang nantinya akan digunakan.

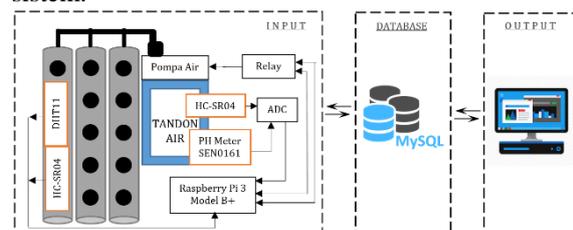
4. Analisa dan Perancangan

4.1 Gambaran Umum

Proses awal yang dilakukan system adalah sensor diletakkan pada hidroponik untuk mendeteksi nilai data sensor yang sesuai dengan parameter yang dibutuhkan tanaman sawi pada hidroponik. Setelah mendapatkan data dari sensor seperti suhu, kelembaban, ph dan ketinggian air tandon, akan disimpan dalam database dan ditampilkan pada website sebagai output dari proses monitoring. Kemudian data sensor yang telah didapat akan diolah untuk menentukan proses pengendalian sirkulasi air hidroponik. Pada proses pengendalian ini, data yang digunakan adalah suhu dan kelembaban yang akan diproses menggunakan metode fuzzy sugeno dalam penentuan waktu yang tepat untuk mengalirkan air hidroponik.

4.2 Diagram Blok

Sistem monitoring dan pengendali sirkulasi air dirancang menggunakan sensor DHT11 suhu dan kelembaban udara, sensor pH SEN0161 dan sensor jarak HC-SR04. Data yang diperoleh dari sensor disimpan kedalam database MySQL yang terdapat di raspberry pi yang kemudian diakses oleh website melalui webserver yang terdapat di raspberry pi untuk ditampilkan datanya dan diproses oleh fuzzy untuk menentukan penyalan pompa air pada hidroponik. Penggunaan relay berfungsi sebagai saklar untuk mengendalikan pompa air dalam kondisi menyala atau mati berdasarkan output dari fuzzy. Berikut Gambar 2 di bawah ini merupakan blok diagram sistem.

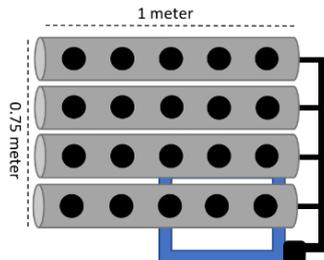


Gambar 2. Diagram Blok

4.3 Perancangan Alat

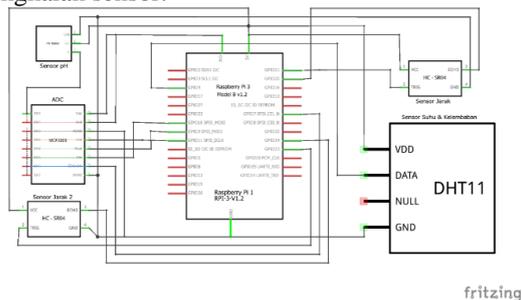
Untuk penerapan rancangan hidroponik yaitu menggunakan pipa yang dirangkai membentuk hidroponik DFT dengan luas 1 x 0,75 x 0,75 dalam satuan meter, dilengkapi dengan pompa air dan tandon air di bawah pipa.

Rancangan rangkaian hidroponik terdapat pada gambar di bawah ini:



Gambar 3. Rangkaian hidroponik tampak atas

Kemudian perencanaan alat yang terdiri dari beberapa sensor meliputi DHT11, HC-SR04, SEN0161 serta ADC MPC3008 yang dihubungkan ke raspberry pi menggunakan kabel jumper. Berikut Gambar 4. di bawah ini merupakan skematik rangkaian sensor.



Gambar 4. Skematik rangkaian sensor

4.4 Analisa Perangkat Lunak dan Perangkat Keras

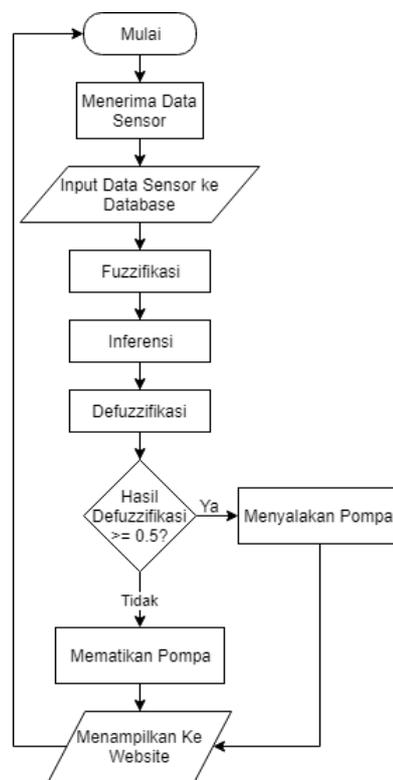
Dalam pengerjaan sistem ini penulis membutuhkan spesifikasi perangkat lunak dan keras untuk menunjang pengerjaan sistem.

- a. Spesifikasi perangkat lunak.
 - Sistem Operasi Windows 7/8/10
 - Raspbian
 - puTTY
 - Sublime
 - IP Scanner
- a. Spesifikasi perangkat keras.
 - Raspberry Pi 3
 - Laptop
 - Analog to Digital Converter (MCP3008)
 - Sensor pH Meter (SEN0161)
 - Sensor Suhu dan Kelembaban (DHT11)

- Sensor Jarak Ultrasonik (HC-SR04)
- Relay 1 channel 5V
- Kabel Jumper
- Resistor 1k
- PCB matrix
- USB Adapter
- Pompa Akuarium 220V

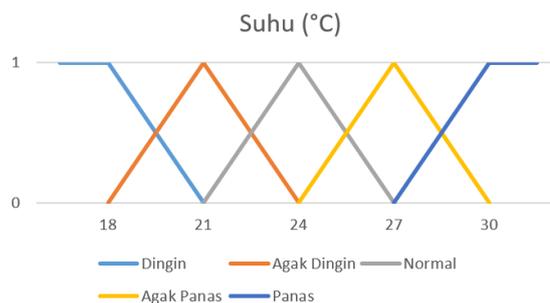
4.5 Perancangan Sistem

Perancangan sistem dengan menggunakan metode fuzzy membutuhkan beberapa proses sehingga terbentuknya suatu keputusan *output* dari sistem sesuai dengan perhitungan fuzzy.



Gambar 5. Diagram Alir Sistem Fuzzy

Pada proses fuzzyfikasi akan memproses data *input* yang didapat ketika melakukan sensing. Data tersebut berupa nilai tegas atau crisp. Sub proses fuzzyfikasi akan merubah nilai tegas yang ada kedalam fungsi keanggotaan atau derajat *membership*.



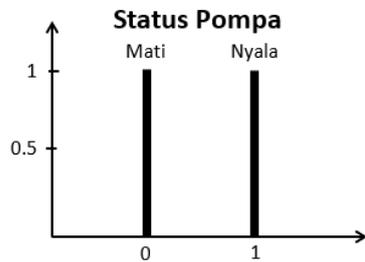
Gambar 6. *Membership* Suhu



Gambar 7. *Membership* Kelembaban

Gambar 6 dan Gambar 7 merupakan himpunan variabel *input* suhu dan kelembaban yang di dalamnya terdapat masing-masing 5 kondisi, untuk kondisi *input* suhu memiliki range yaitu Dingin [0, 0, 18, 21], Agak Dingin [18, 21, 24], Normal [21, 24, 27], Agak Panas [24, 27, 30], dan Panas [27, 30, 40, 41]. Sedangkan untuk range kondisi *input* kelembaban adalah Kering [0, 0, 15, 25], Agak Kering [20, 30, 40], Sedang [35, 50, 65], Agak Basah [60, 70, 80], dan Basah [75, 85, 90, 100].

Tahap kedua adalah implikasi dengan menggunakan fungsi min, mengambil nilai α -predikat berupa nilai minimumnya dari masing-masing *rule*. Pada metode logika fuzzy Sugeno, agregasi hanya berupa *singleton*. Dalam penelitian ini nilai *singleton* menyatakan status dari aktuatur pompa yaitu Pompa *ON* atau Pompa *OFF* yang direpresentasikan dengan nilai 0 dan 1.



Gambar 8. *Singleton* Status Pompa

Tahap terakhir adalah defuzzifikasi. Defuzzifikasi mengambil *input* berupa nilai α -predikat dan Z masing-masing *rule*. Defuzzifikasi dilakukan dengan menghitung nilai *center of singleton* yaitu jumlah dari perkalian antara nilai keanggotaan dengan nilai *singleton* kemudian dibagi dengan jumlah nilai keanggotaannya. Hasil defuzzifikasi akan menentukan status aktuatur pompa. Status aktuatur terdiri dari *ON* atau *OFF*. Karena dalam sistem ini merupakan sistem *real time*, maka perhitungan defuzzifikasi dilakukan untuk setiap data terakhir yang masuk dalam *rule fuzzy*. Sehingga rumus yang digunakan menjadi:

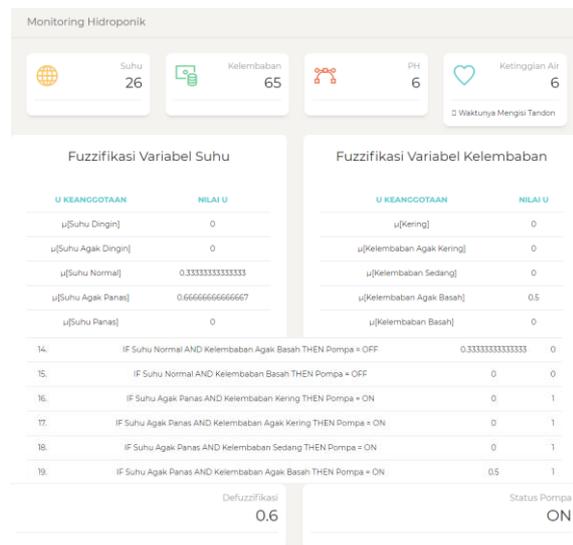
$$Z^* = \frac{\mu_c(\bar{z}) \cdot \bar{z}}{\mu_c(\bar{z})} \quad (3)$$

\bar{z} merupakan nilai *singleton*.

5. Implementasi

5.1 Implementasi Antar Muka

Website merupakan antarmuka untuk pengguna yang digunakan pada sistem monitoring dan pengendali sirkulasi air hidroponik ini. Pada halaman website, sesuai dengan perencanaan antarmuka yang ada, akan menampilkan data suhu, kelembaban, ph, tinggi air tandon dan status pompa yang ada.



Gambar 9. Antarmuka Website

5.2 Implementasi Perangkat Keras

Pada tahap implementasi khususnya instalasi perangkat keras, dilakukan proses pembuatan hidroponik DFT dan rangkaian mikrokontroler yang digunakan. Rangkaian hidroponik dibuat dari pipa 2.5 inci sebagai tempat meletakkan tanaman sawi. Kemudian dilengkapi dengan wadah air dan pompa air 220V untuk menyalurkan air nutrisi dari wadah ke dalam pipa.



Gambar 10. Rangkaian Hidroponik DFT

Rangkaian keseluruhan hardware terdapat dalam box yang terdiri dari raspberry pi berfungsi untuk mengontrol keseluruhan sistem, mcp3008 berfungsi untuk merubah dari data analog menjadi digital, relay berfungsi untuk switch on atau of, sensor suhu dan kelembaban DHT11 berfungsi untuk mendeteksi suhu dan kelembaban udara, sensor ph dan sensor jarak ultrasonic yang digunakan untuk mendeteksi ketinggian air dalam pipa maupun pada tandon.



Gambar 11. Rangkaian Sensor

6. Pengujian

6.1 Pengujian Sistem

Pengujian sistem pengendali sirkulasi air secara otomatis dilakukan dengan membandingkan hasil pertumbuhan tanaman sawi yang menggunakan pengendalian air hidroponik secara manual dan secara otomatis. Berikut pada tabel 1 dan 2 merupakan uji coba penanaman sawi hidroponik secara manual atau tanpa menggunakan system pengendali sirkulasi air dan dengan menggunakan system pengendali sirkulasi air atau secara otomatis yang menggunakan tanaman sawi berumur 18 hari setelah semai.

Tabel 1. Pertumbuhan Sawi Tanpa Sistem Pengendali Sirkulasi Air.

No	18 Hari		21 Hari		25 Hari		30 Hari	
	D	T	D	T	D	T	D	T
1	11	18	13	20	15	22	18	24
2	10	14	11	18	13	20	15	22
3	10	17	12	19	13	20	15	22
4	10	15	11	17	12	19	14	21
5	10	16	12	18	13	20	15	22
6	11	16	12	17	14	20	16	23
7	10	14	12	16	13	19	16	22
8	10	17	11	18	14	20	16	23

9	12	15	13	19	15	21	17	22
10	12	18	14	20	16	22	18	25
11	10	15	11	17	13	18	15	20
12	9	16	11	18	13	21	14	24
13	9	14	11	16	12	18	14	20
14	10	17	12	19	14	20	16	22
R	10.3	15.8	11.8	18	13.5	20	15.6	22.2

Tabel 2. Pertumbuhan Sawi Menggunakan Sistem Pengendali Sirkulasi Air.

No	18 Hari		21 Hari		25 Hari		30 Hari	
	D	T	D	T	D	T	D	T
1	11	16	14	19	16	22	18	24
2	11	17	14	20	15	23	17	24
3	10	15	12	19	14	22	17	23
4	10	17	14	22	16	24	18	25
5	11	16	13	19	14	22	16	24
6	11	17	14	21	16	23	18	25
7	11	15	14	19	15	23	18	24
8	10	17	12	19	14	22	16	24
9	9	16	13	19	15	21	17	23
10	10	17	13	20	15	23	19	25
11	9	15	13	18	15	21	18	23
12	10	17	13	20	14	23	16	24
13	11	16	13	19	14	22	16	24
14	10	15	13	18	14	21	16	23
R	10.3	16	13.2	19.5	14.7	22.3	17.1	23.9

Keterangan:

D = Jumlah Daun

R = Rata-rata

T = Tinggi Tanaman

Tabel 3. Perbandingan Hasil Pengujian Sistem

Umur	Rata-Rata Tinggi Tanaman Sawi		Rata-Rata Jumlah Daun Sawi	
	Manual	Otomatis	Manual	Otomatis
18 Hari	15.8	16	10.3	10.3
21 Hari	18	19.5	11.8	13.2
25 Hari	20	22.3	13.5	14.7
27 Hari	22.2	23.9	15.6	17.1

6.2 Analisa Hasil Uji Coba

Analisis hasil uji coba didapat dari setelah melakukan uji coba dengan membandingkan hasil pertumbuhan tanaman sawi hidroponik dengan menggunakan alat dari system pengendali sirkulasi air dan tanpa menggunakan alat dari system pengendali sirkulasi air. Pada proses pengujian terhadap sensor suhu dan kelembaban diletakkan pada area pipa hidroponik dapat mendeteksi suhu dan kelembaban sesuai dengan yang telah ditentukan.

Hasil data sensor tersebut dapat mengendalikan sirkulasi air menggunakan pompa pada hidroponik sesuai dengan sistem yang telah dirancang sebelumnya. Berdasarkan data pertumbuhan tanaman dari hasil pengujian yang ada, terdapat perbedaan hasil pertumbuhan tanaman sawi yang cukup signifikan berupa tinggi dan jumlah daun yang tumbuh.

7. Kesimpulan dan Saran

7.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan penulis mengenai *monitoring* dan pengendalian sirkulasi air pada hidroponik sawi daging menggunakan raspberry pi, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

- Penelitian ini telah berhasil membuat sistem yang digunakan untuk *monitoring* dan mengendalikan sirkulasi air hidroponik secara otomatis dengan fuzzy sugeno melalui antarmuka website.
- Sistem ini sangat sesuai dan berjalan dengan baik pada hidroponik Deep Flow Technic (DFT), dikarenakan sirkulasi air dapat berjalan dengan lebih efektif ketika kondisi tertentu.
- Berdasarkan perbandingan hasil pengamatan terhadap pertumbuhan tanaman sawi daging dalam dua kondisi menghasilkan perbedaan hasil pertumbuhan tinggi dan jumlah daun yang cukup signifikan.

7.2 Saran

Saran untuk pengembangan sistem ini adalah penambahan parameter pH pada perhitungan fuzzy sugeno, dikarenakan pH merupakan salah satu bagian penting dalam pertumbuhan tanaman hidroponik, agar nutrisi yang terkandung dalam air dapat dimanfaatkan sebaik-baiknya oleh tanaman.

Daftar Pustaka:

- Desmira dan Didik, Aribowo (2016), *Perancangan Smarthome dengan Raspberry Berbasis Wireless Menggunakan Microcontroller AVR ATMEGA328 dan Fuzzy Logic*, Jurnal Simetrid, Vol.7. No.2. ISSN: 2252-4983.
- Hendrik, Alfendo, 2016, *Perancangan dan Pembangun Prototipe Sistem Otomasi Berbasis IoT pada Pertanian Hidroponik*, Bandung: Universitas Telkom.
- Panjaitan, Musepini, 2016, *Makalah Hidroponik*, [Online], Tersedia: <https://www.academia.edu/5418625/> Paper hidro [30 Januari 2018]
- Prasetyo, et al, 2017, *Pertumbuhan Dan Kadar Protein Tanaman Sawi Sendok (Brassica Rapa L) Dengan Pemberian Pupuk Organik Cair (POC) Dari Limbah Ampas Teh Dan Limbah Biji Nangka*, Surakarta: Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Purnomo, Rezak Andri, et al, 2018, *Implementasi Metode Fuzzy Sugeno Pada Embedded System Untuk Mendeteksi Kondisi Kebakaran Dalam Ruangan*, Malang: Universitas Brawijaya Malang
- Tajrie, Achmad Mahdiyatul, et al, 2017, *Sistem Kendali Penyiraman Dan Pencahayaan Tanaman Otomatis Pada Smart Greenhouse Menggunakan Logika Fuzzy*, e-Proceeding of Engineering, Vol. 4, No. 3, hal. 3216, ISSN 2355-9365
- Ulhaq, Avicienna, 2014, *Teknologi Hidroponik untuk Tanaman Sawi Menggunakan Metode DFT*, Departemen Teknik Mesin Dan Biosistem Fakultas Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor.
- Wachdani, Rosida, et al, 2014, *Aplikasi Fuzzy Inference System (Fis) Metode Sugeno Dalam Menentukan Kebutuhan Energi Dan Protein Pada Balita*, Malang: Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Wijaya, Indra Dharma, et al, 2017, *Implementasi Raspberry Pi Untuk Rancang Bangun Sistem Keamanan Pintu Ruang Server Dengan Pengenalan Wajah Menggunakan Metode Triangle Face*, Jurnal Informatika Polinema, [S.l.], vol. 4, no. 1, hal. 9, ISSN 2407-070X