

Sistem Otomatis Pembuatan Nutrisi Ideal untuk Tanaman Pakcoy Menggunakan Kendali Logika *Fuzzy*

Automatic Sistem for Making Ideal Nutrients for Pakcoy Plant Using Fuzzy Logic Control

Rodi Hartono*, Aditya Malik

Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer
Universitas Komputer Indonesia Jl. Dipati ukur No 112, Bandung

*Email: rodi.hartono@email.unikom.ac.id

Abstrak - Pada dasarnya, khususnya di Indonesia rata-rata perkebunan hidroponik itu masih menggunakan sistem manual. Hal tersebut memakan banyak waktu, petani harus terlebih dahulu memberi air untuk setiap tandon nutrisi, lalu petani harus memberi pupuk atau nutrisi A dan B untuk dicampur dengan air lalu diaduk. Tujuan dari penelitian ini adalah merancang dan mengimplementasikan sistem pengecekan dan pengaturan komposisi nutrisi dengan metoda logika *fuzzy* untuk mendapatkan dan menjaga kondisi ideal nutrisi untuk tanaman hidroponik jenis pakcoy. Dengan menggunakan metode *fuzzy*, sifat ketidakpastian yang sering muncul akan teratasi. Dengan membuat 19 himpunan keanggotaan *input* dan *output*, dibuat dengan cara mengambil data untuk nilai konsentrasi nutrisi mencapai set point yaitu 1050-1400 ppm, sistem akan mampu membuat dan juga mempertahankan nilai konsentrasi nutrisi pada range ideal. Dari pengujian sistem yang dilakukan didapatkan kesimpulan berupa, penambahan nutrisi A dan B terbanyak yaitu 5100 mL dengan waktu 17 menit dalam keadaan wadah nutrisi maksimal, dan penambahan nutrisi A dan B paling sedikit adalah 300 mL dengan waktu 1 menit dalam keadaan wadah nutrisi maksimal.

Kata kunci : *fuzzy*, nilai konsentrasi, nutrisi, pakcoy, ppm

Abstract - Basically, especially in Indonesia, on average, hydroponic plantations still use a manual sistem, including in regulating nutrition, farmers still use a manual sistem in their settings. It takes a lot of time to do the manual feeding, the farmer must first provide water for each nutrient reservoir, then after that the farmer must give fertilizer or nutrients A and B to mix with water and stir. The purpose of this research is to design and implement a sistem of checking and regulating nutrient composition with fuzzy logic method to obtain and maintain ideal nutritional conditions for hydroponic pakcoy plants. In this research, the method used is the fuzzy method, the nature of the uncertainty that often arises will be resolved. By creating 19 input membership sets and 19 output membership sets that have been created by taking data for nutrient concentration values reaching the set point of 1050-1400 ppm, the sistem will be able to create and maintain nutrient concentration values in the ideal range. From the sistem testing carried out, it was concluded that the most addition of nutrients A and B was 5100 mL with a time of 17 minutes in the state of the maximum nutrient container, and the addition of nutrients A and B at least 300 mL with a time of 1 minute in the state of the maximum nutrient container.

Keywords : *Fuzzy*, concentration value, nutrition, pakcoy, ppm

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Cara bercocok tanam hidroponik merupakan salah satu metode yang digunakan dalam proses bercocok tanam. Dengan media selain tanah, tanaman disimpan dengan media air sebagai pertumbuhannya. Pada masa kini bercocok tanam secara hidroponik sangatlah efektif dan memiliki banyak keunggulan yaitu, tidak memerlukan lahan

yang luas dan juga kualitas dari tanaman yang diproduksi sangatlah baik [1].

Bercocok tanaman secara hidroponik tentu tidak menggunakan pupuk organik dalam pemberian nutrisi pada tanaman, melainkan menggunakan nutrisi dari campuran unsur hara yang akan dilarutkan dengan air. Ini menjadi tantangan tersendiri untuk bercocok tanam hidroponik, untuk menciptakan hasil yang baik maka dibutuhkan juga nutrisi yang ideal untuk diberikan pada tanaman [2]

Pada dasarnya, khususnya di Indonesia rata-rata perkebunan hidroponik itu masih menggunakan sistem manual. Hal tersebut memakan banyak waktu, petani harus terlebih dahulu memberi air untuk setiap tandon nutrisi, lalu petani harus memberi pupuk atau nutrisi A dan B untuk dicampur dengan air lalu diaduk.

Kadar nutrisi ideal untuk setiap tanaman pun berbeda beda, petani sering kerepotan jika harus mengulang hal yang sama dengan mengatur kadar nutrisi yang berbeda-beda pada setiap tanamannya. Tidak jarang dalam sistem manual tersebut terjadi *human error* dalam pemberian nutrisi tersebut, petani terkadang lupa kadar nutrisi yang diberikan untuk tanaman A bukan lah nilai nutrisi yang ideal untuk tanaman A melainkan nilai nutrisi ideal untuk tanaman B, sehingga petani harus mengatur ulang kadar nutrisi yang ideal untuk tanaman A.

Apabila nilai nutrisi untuk tanaman A terlalu banyak maka tanaman tersebut akan menjadi gosong, dan apabila nilai nutrisi untuk tanaman A kurang maka tanaman tersebut akan menguning sehingga dapat menghambat ataupun sampai terjadi gagal panen. Dan nutrisi yang sudah diberikan akan mubazir.

Oleh karena itu diperlukan pengendalian pada parameter-parameter yang mempengaruhi tanaman hidroponik dengan suatu sistem yang dapat bekerja maksimal secara otomatis untuk pengendalian nilai nutrisi ideal dalam perkebunan hidroponik. Kendali logika *fuzzy* menjadi solusi untuk permasalahan penelitian ini dari berbagai penerapan yang telah dilakukan menunjukkan jika suatu sistem terdapat sifat atau nilai yang tidak pasti dapat dikendalikan menggunakan kendali logika *fuzzy*. Sehingga dapat memudahkan pekerjaan petani hidroponik. Dengan keakuratan data atau nilai nutrisi ideal Berdasarkan hal tersebut dibuatlah alat dan juga sistem pengontrolan nilai nutrisi ideal secara otomatis dengan menggunakan kendali logika *fuzzy* yang bisa mengatasi permasalahan yang sering terjadi pada sistem manual sehingga dapat membantu petani agar lebih mudah dalam pemberian nutrisi pada kebun hidroponik nya. [3]

B. Tinjauan *State of Art*

Penelitian sebelumnya pernah dibuat oleh Hidayanti [4]. Kelebihan dari sistem yang dibuat adalah sistem sudah berbasis mobile, dan masih memiliki kekurangan yaitu sistem yang dibuat hanya mengatur pH dan sistem monitoring saja.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Kunyanuth [5]. Kelebihan dari sistem ini adalah terdapat sistem kendali untuk mengatur pH dan ketinggian

air yang berbasis mobile. Namun masih memiliki kekurangan yaitu tidak ada pengendalian untuk nilai konsentrasi pada nutrisi.

Selanjutnya penelitian yang dilakukan oleh Sumarni [6]. Kelebihan dari sistem ini adalah sudah mengatur kadar nutrisi. Namun masih memiliki kekurangan yaitu pengaturan pada nutrisi masih dilakukan secara manual.

Penelitian yang dilakukan oleh Mohd Azlan [7]. Kelebihan dari system yang dibuat cukup lengkap dengan mengatur parameter intensitas cahaya dan juga pH menggunakan metode *fuzzy*, namun masih ada kekurangan yaitu tidak ada nya parameter yang mengendalikan nilai konsentrasi nutrisi.

Penelitian yang terakhir pernah dilakukan oleh Padma Nyoman [8]. Kelebihan dari sistem yang dibuat sudah otomatis yang mengatur nilai konsentrasi nutrisi. Namun belum menggunakan kendali dalam otomasi sistem nya.

C. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk merancang dan mengimplementasikan sistem pengecekan dan pengaturan komposisi nutrisi dengan metoda logika *fuzzy* untuk mendapatkan dan menjaga kondisi ideal nutrisi untuk tanaman hidroponik jenis pakcoy

D. Sistematika Pembahasan

Pada penulisan penelitian ini akan dibagi menjadi 4 bagian. Bagian pertama akan membahas tentang latar belakang penelitian ini dilakukan. Bagian kedua yaitu akan membahas tentang metodologi dari penelitian ini, berupa perancangan perangkat keras dan juga perangkat lunak, blokdiagram dan juga *flowchart*. Pada bagian tiga akan membahas tentang hasil dari pengujian yang telah dilakukan. Pada bagian terakhir akan memberikan kesimpulan dari pengujian yang telah dilakukan.

II. METODOLOGI

Pada bab ini akan dibahas mengenai seluruh perancangan yang akan dibuat dari sistem ini baik perancangan *hardware*, perancangan *software*, dan juga studi literature berupa data-data dari masing-masing komponen, perancangan perangkat keras dan pembuatan program untuk pengaturan nilai nutrisi ideal diperkebunan hidroponik pada *greenhouse*. Pada sistem terdapat sebuah *input* yaitu sensor TDS sebagai pendeteksi nilai nutrisi pada tanaman pakcoy. Terdapat aktuator sebagai *output* yang mengatur keluaran nutrisi. Sistem bekerja didukung oleh mikrokontroler sebagai

pengendali nilai nutrisi yang di deteksi oleh sensor TDS akan diolah menggunakan logika *fuzzy* pada mikrokontroler. Setelah di proses maka mikrokontroler akan mengirimkan perintah pada komponen-komponen yang akan mengeluarkan *output* sesuai perintah yang diterapkan pada program mikrokontroler.

Fuzzy logic secara garis besar merupakan suatu metode untuk menghitung atau memetakan suatu himpunan *input* kedalam himpunan *output* menggunakan variabel-variabel sebagai masukan nya. Prinsip dasar dari *fuzzy logic* ini adalah *fuzzifikasi*, *rulebase fuzzy*, dan juga *defuzzifikasi*.

Proses awal yaitu *fuzzifikasi* yaitu merubah suatu variable numeric menjadi variable linguistic, dimana suatu *variable* itu berasal dari sebuah masukan yang akan dibuat suatu himpunan keanggotaan untuk sebuah *input*. Selain membuat suatu himpunan *input*, himpunan dari keanggotaan *output* juga harus dibuat, agar bisa lanjut pada proses selanjutnya yaitu *rule base*. Pada tahap rule base ini dibuat suatu aturan implikasi IF-THEN untuk setiap himpunan keanggotaan *input* dan juga *output* nya. Selanjutnya setelah memetakan himpunan keanggotaan *input* dan juga *output* beserta aturan nya, maka selanjutnya masuk pada tahap *defuzzifikasi*, pada tahap ini adalah merubah suatu hasil dari *output fuzzy logic* yang berasal dari *variable linguistic* menjadi *variable numeric* kembali.

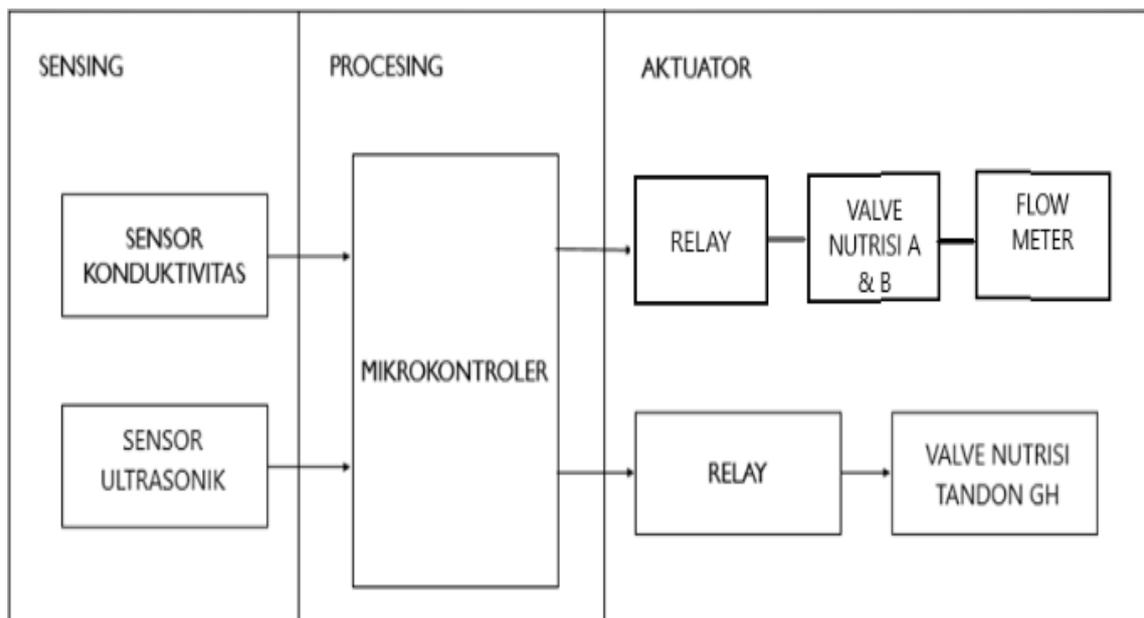
Untuk membuat sebuah sistem diperlukan sebuah perancangan terlebih dahulu agar sistem

yang dibuat dapat berjalan dengan baik sesuai dengan perancangannya. Yang pertama yang akan dibahas yaitu blok diagram sistem, dapat dilihat pada **Gambar 1**.

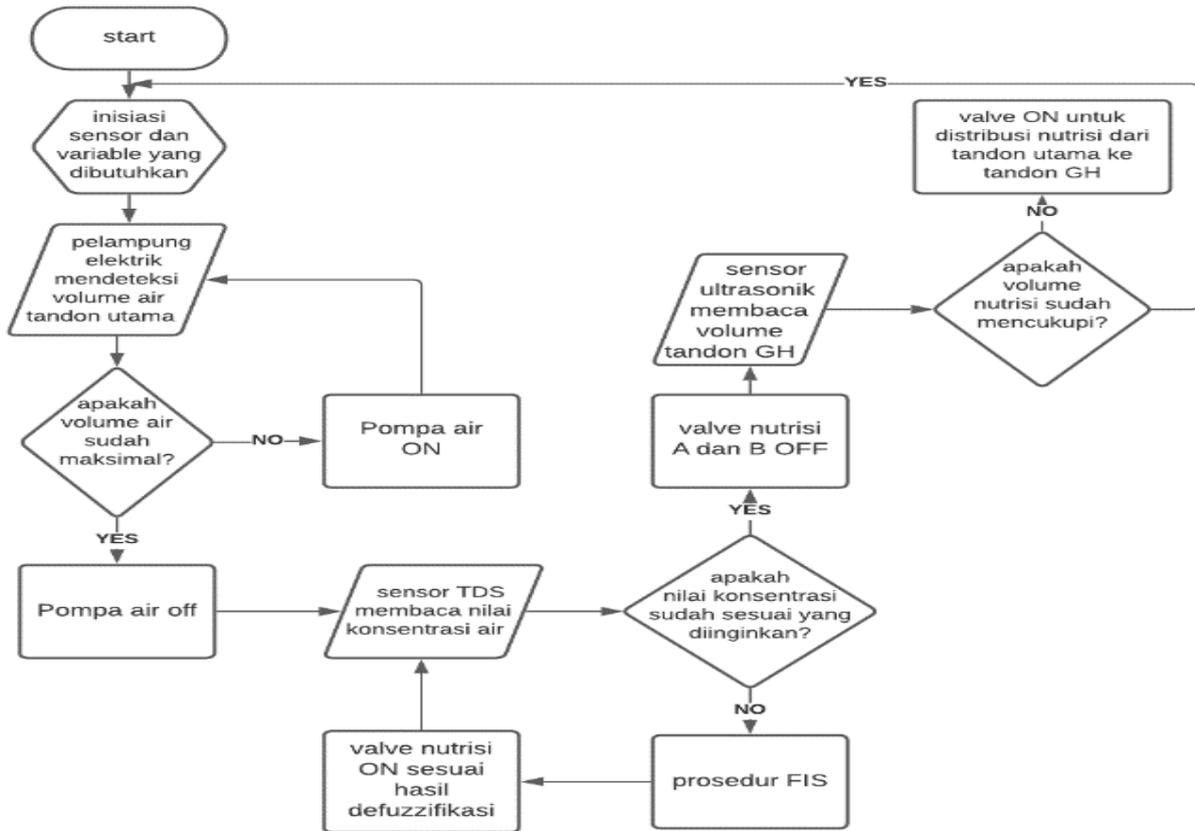
Secara singkat, pada sistem kontrol ini terdapat 3 blok, setiap blok pada **Gambar 1** dapat dijelaskan sebagai berikut:

1. Blok *Sensing* atau pendeteksian, sensor TDS bertugas sebagai masukan yang mendeteksi nilai konsentrasi nutrisi di tandon pembuatan nutrisi, dan juga sensor ultrasonik yang bertugas untuk mendeteksi ketinggian air yang berada pada tandon *greenhouse*
2. Blok *Processing*, yaitu Mikrokontroler, masukan dari sensor berupa sinyal analog akan diubah menjadi digital oleh mikrokontroler yang akan di proses sesuai *output* dari metode *fuzzy*.
3. Selanjutnya pada blok Aktuator, relay akan menerima *output* hasil dari metode *fuzzy* yang akan mengatur berapa banyak nutrisi yang akan ditambahkan melalui *valve* dan dihitung oleh flowmeter sebagai feedback dari hasil *defuzzifikasi*.

Selanjutnya untuk *flowchart* perancangan sistem dapat dilihat pada **Gambar 2**. *flowchart* mewakili suatu algoritma, alur kerja, ataupun proses yang menunjukkan langkah-langkah suatu system yang akan dibuat.



Gambar 1 Blok Diagram Sistem



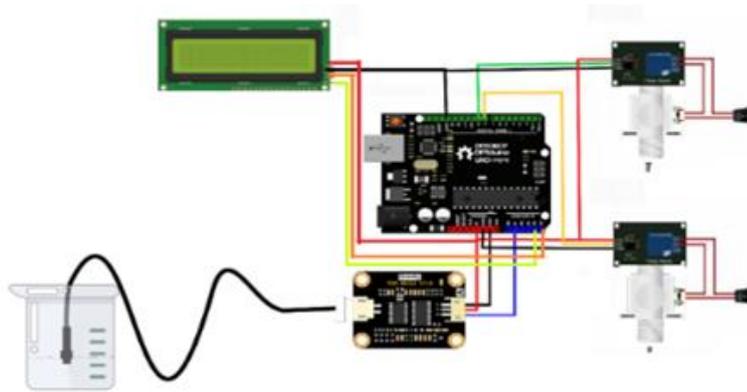
Gambar 2. Flowchart perancangan sistem

Pada Gambar 2 dapat dilihat flowchart dari sistem yang dibuat, alur dari flowchart tersebut terbagi menjadi 2 bagian yaitu pada tandon utama dan tandoh GreenHouse, pertama pada tandon utama adalah proses pembuatan nutrisi secara otomatis menggunakan metode fuzzy logic sebagai kendali dari sistem ini. Setelah proses pembuatan nutrisi selesai sampai nilai konsentrasi sudah mencapai set point atau ideal maka selanjutnya masuk pada tahap selanjutnya yaitu proses distribusi nutrisi yang telah dibuat, nutrisi yang telah dibuat akan disalurkan ke tandon yang ada di green house dengan masukan sensor ultrasonic sebagai input untuk mendeteksi volume nutrisi yang ada di greenhouse. Setelah volume pada tandon green house mencapai set point maka proses distribusi nutrisi dari tandon utama ke tandon green house akan berhenti.

Perancangan untuk skematik hardware akan dijelaskan pada Gambar 3. Pada bagian ini akan diperlihatkan jalur rangkaian dari setiap komponen yang digunakan pada pembuatan system ini.

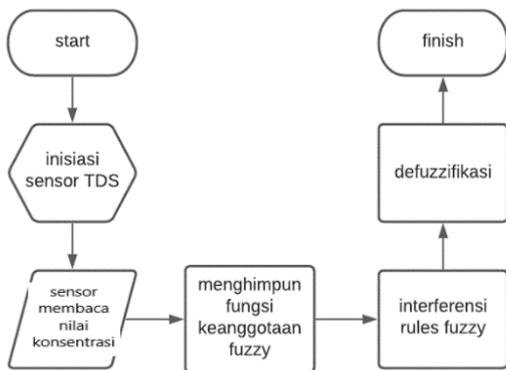
Pada Gambar 3 diperlihatkan sebuah skematik untuk perancangan hardware. Dari komponen komponen yang masuk dalam perancangan itu

semua sudah hasil dari pertimbangan yang memadai yang dapat membangun sebuah sistem ini dapat berjalan dengan baik. Yang pertama ada sensor TDS yang berfungsi untuk membaca nilai konsentrasi pada suatu larutan, sensor ini berfungsi sebagai masukan yang akan diproses oleh mikrokontroler dan juga akan berperan sebagai himpunan keanggotaan input dari kendali menggunakan logika fuzzy. Selanjutnya ada mikrokontroler yang berfungsi sebagai otak dari sistem yang dibuat. Semua masukan yang ada dalam sistem ini akan diproses pada mikrokontroler, lalu akan ditentukan keputusan menggunakan metode fuzzy logic sebagai kendali dari sistem ini, setelah menentukan keputusan maka akan dikeluarkan melalui actuator yaitu relay dan juga solenoid valve. Keputusan yang diambil berupa banyak nya nutrisi yang akan ditambahkan, relay berfungsi sebagai saklar ON atau OFF sampai nutrisi yang ditambahkan telah sesuai dengan hasil defuzzifikasi. Semua hasil dari pembacaan sensor TDS dan juga hasil defuzzifikasi akan ditampilkan melalui LCD, juga kenaikan nilai konsentrasi nutrisi.



Gambar 3. Skematik perancangan hardware

Perancangan *software* pada sistem ini dapat dilihat pada **Gambar 4**.



Gambar 4 perancangan software

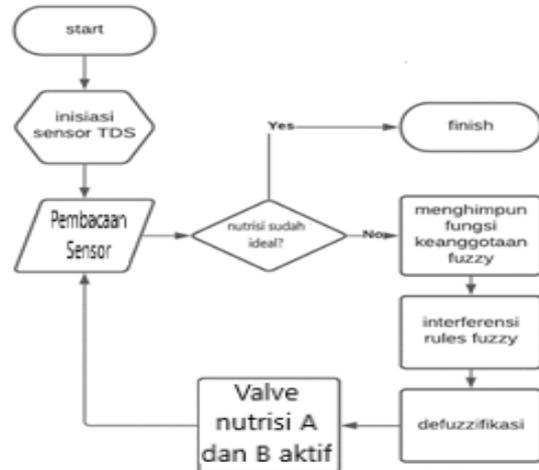
Software adalah otak dari sebuah sistem yang dibuat dalam penelitian ini, dalam perancangan *software* pada penelitian ini meliputi kode program, algoritma, dan juga metode *fuzzy* yang akan dibuat didalam perancangan *software* ini. Perancangan aktivasi untuk *valve* nutrisi A dan B merupakan hasil dari metode *fuzzy*.

Pada **Gambar 4** dapat dilihat perancangan *software* dari sistem ini. Perancangan *software* metode *fuzzy* meliputi *fuzzifikasi*, *inferensi rules fuzzy*, *defuzzifikasi*. Dalam tahap *fuzzifikasi* akan mengubah nilai numerik dari sensor TDS menjadi nilai linguistic menjadi keanggotaan dari *input* logika *fuzzy*.

Selanjutnya masuk pada tahap *inferensi* yaitu setelah *fuzzy* menghimpun nilai keanggotaan maka akan ditetapkan pula *output* untuk masing masing nilai keanggotaan nya, setelah itu akan ditetapkan *rules* untuk masing masing *input* dan *output* nya. Yang terakhir masuk dalam tahap *defuzzifikasi* yaitu mengubah nilai linguistic menjadi nilai numerik kembali yang akan menjadi *output* pada metode *fuzzy* ini, hasil dari *defuzzifikasi* ini akan

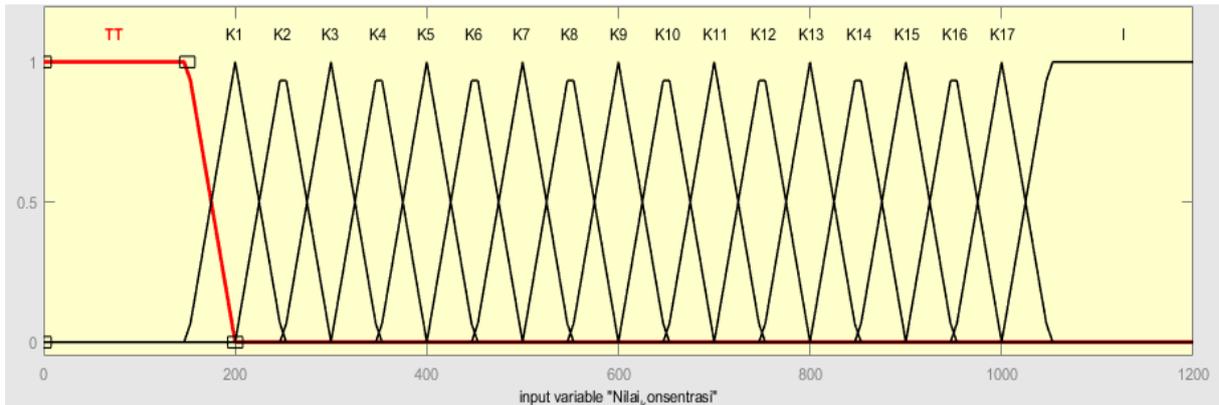
mempengaruhi lama waktu aktif pada *valve* A dan B untuk menambahkan berapa banyak nutrisi A dan B yang dibutuhkan.

Untuk *flowchart* dari perancangan prosedur *Fuzzy Inferensi System* dapat dilihat pada **Gambar 5**. *Flowchart* ini merupakan alur dari prosedur logika *fuzzy*.

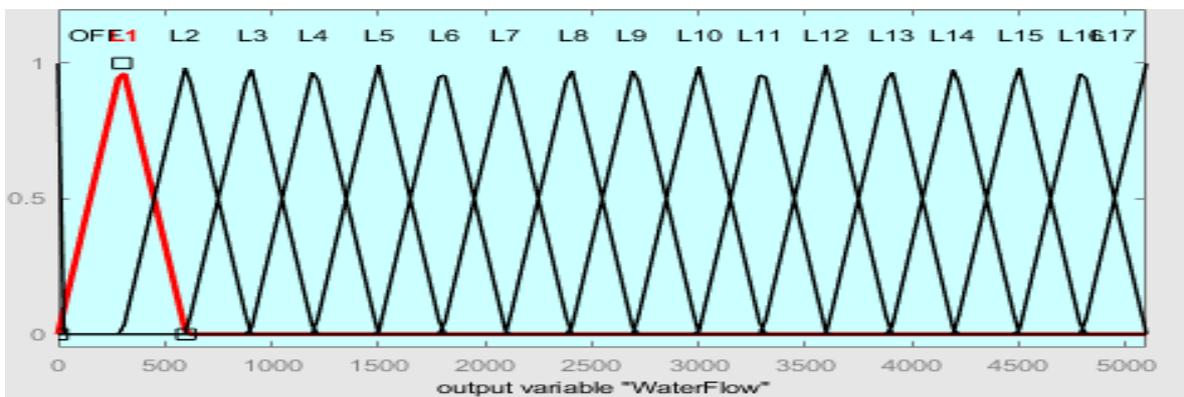


Gambar 5 flowchart prosedur Fuzzy Inferensi System

Gambar 5 menjelaskan tentang alur dari prosedur *Fuzzy Inferensi System*. Perancangan *Fuzzy Inferensi System* dibuat dengan simulasi MATLAB untuk mencari komposisi yang pas antara himpunan keanggotaan dan *output* nya pada grafik *fuzzy* itu dilakukan pada tahap *fuzzifikasi*, selanjutnya masuk pada rancangan *inferensi* nya yaitu *rules base fuzzy* untuk lanjut pada tahap *defuzzifikasi*, pada tahap rancangan *defuzzifikasi* setelah ditetapkan keputusan *output* nya maka akan mengatur lama waktu *valve* nutrisi A dan B aktif untuk menambahkan berapa banyak nutrisi yang dibutuhkan. Adapun himpunan keanggotaan untuk *input* dan juga *output*, dapat dilihat pada **Gambar 6** dan **7**.



Gambar 6. Himpunan keanggotaan *input*



Gambar 7. Himpunan keanggotaan *output*

Gambar 6 menjelaskan tentang himpunan keanggotaan *input* dari *fuzzy logic*. Dibuat 19 keanggotaan *input* dengan range per-100 PPM. Variable linguistic untuk keanggotaan nilai konsentrasi nutrisi yaitu “TT” untuk kelompok nilai konsentrasi yang belum terbaca , “K1” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “150 ppm – 250 ppm”, “K2” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “200 ppm– 300 ppm”, “K3” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “250 ppm – 350 ppm”, “K4” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “300 ppm – 400 ppm”, “K5” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “350 ppm – 450 ppm”, “K6” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “400 ppm – 500 ppm”, “K7” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “450 ppm – 550 ppm”, “K8” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sangat kurang dengan range “500 ppm – 600 ppm”, “K9” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “550 ppm – 650 ppm”, “K10” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “600 ppm – 700 ppm”, “K11” untuk

kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “650 ppm – 750 ppm”, “K12” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “700 ppm – 800 ppm”, “K13” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “750 ppm – 850 ppm”, “K14” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “800 ppm – 900 ppm”, “K15” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “850 ppm – 950 ppm”, “K16” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “900 ppm – 1000 ppm”, “K17” untuk kelompok nilai konsentrasi yang kurang dengan range “950 ppm – 1050 ppm”, “I” untuk kelompok nilai konsentrasi yang sudah ideal dengan range “1000 ppm – 1400 ppm”.

Gambar 7 menjelaskan tentang himpunan keanggotaan *output fuzzy logic*. Dibuat 19 keanggotaan *output* sesuai dengan banyak nya himpunan keanggotaan *input* karena tiap *input* memiliki jumlah penambahan nutrisi yang berbeda beda. Nilai Keanggotaan *output fuzzy* ini adalah banyak nya nutrisi A dan B yang ditambahkan untuk pembuatan nutrisi. Banyak nya nutrisi yang ditambahkan paling sedikit yaitu 0 mL dan paling banyak yaitu 5100 mL. Ada 19

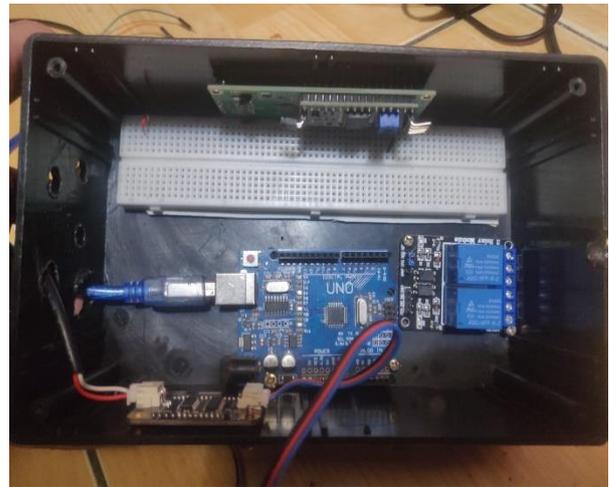
himpunan keanggotaan *output fuzzy* di antara nya, variabel “OFF” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 0 mL, variabel “OFF1” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 0 mL, “L1” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 300 mL, “L2” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 600 mL, “L3” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 900 mL, “L4” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 1200 mL, “L5” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 1500 mL, “L6” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 1800 mL, “L7” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 2100 mL, “L8” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 2400 mL, “L9” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 2700 mL, “L10” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 3000 mL, “L11” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 3300 mL, “L12” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 3600 mL, “L13” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 3900 mL, “L14” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 4200 mL, “L15” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 4500 mL, “L16” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 4800 mL, “L17” untuk banyak nya nutrisi yang ditambahkan 5100 mL. Lama bukaan ini adalah hasil konversi dari tiap 300 mL volume nutrisi yang keluar dengan keadaan wadah nutrisi dalam keadaan maksimal. Persamaan antara waktu dengan banyak nya nutrisi adalah seperti persamaan berikut ini.

$$1 \text{ menit} = 300 \text{ mL nutrisi} \quad (1)$$

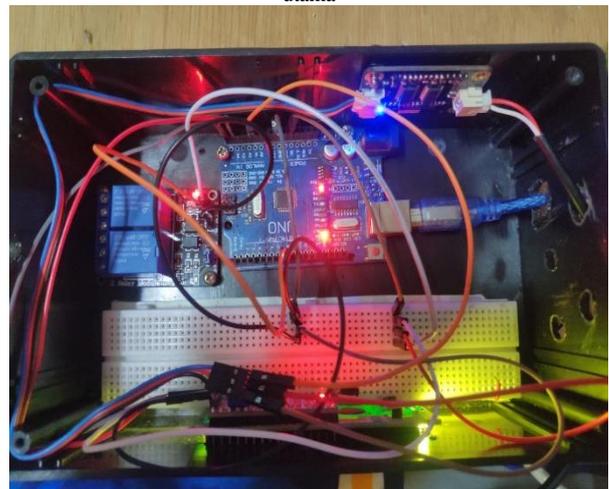
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini sistem terbagi menjadi 2 bagian, yaitu implementasi sistem perangkat keras dan juga implementasi sistem perangkat lunak. dalam mengimplementasikan sistem untuk perangkat keras ada beberapa perangkat yang digunakan, pada sisi tandon utama yaitu ada sensor konduktivitas yang digunakan sebagai masukan untuk sistem untuk mengetahui berapa nilai konsentrasi nutrisi yang terbaca, selanjutnya ada mikrokontroler berupa Arduino UNO digunakan sebagai perangkat untuk proses pengolahan data data dari masukan yang didapatkan yang akan di keluarkan oleh perangkat aktuator, selanjutnya ada solenoid *valve* untuk keluaran dari nutrisi A dan B data yang telah diolah oleh Arduino akan di keluarkan dengan keluaran berupa lama solenoid *valve* ON dan banyak nutrisi yang dibutuhkan untuk mengeluarkan nutrisi yang dibutuhkan, semua proses pembacaan nilai konsentrasi dan juga hasil *defuzzifikasi* akan ditampilkan melalui layar LCD. Sedangkan pada sisi tandon yang ada di

greenhouse ada sensor ultrasonik untuk mengukur volume pada tandon yang ada di greenhouse sebagai masukan pada Arduino, lalu ada solenoid *valve* untuk distribusi nutrisi dari tandon utama menuju tandon yang ada di *GreenHouse* dengan masukan dari sensor ultrasonik yang ada di tandon *GreenHouse*. Berikut gambar untuk implementasi perangkat keras dapat dilihat pada **Gambar 8** sampai dengan **Gambar 12**.



Gambar 8. Implementasi perangkat keras wadah komponen utama



Gambar 9. Implementasi perangkat keras wadah komponen utama tampak dalam



Gambar 10. Implementasi perangkat keras wadah komponen utama tampak depan



Gambar 11 implementasi perangkat keras wadah komponen tandon Greenhouse tampak atas



Gambar 12 implementasi perangkat keras wadah komponen tandon Greenhouse tampak depan

Selanjutnya dilakukan percobaan pengambilan data pada masing-masing komponen agar pemilihan komponen yang digunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem ini.

E. Pengujian Sensor TDS

Yang pertama dilakukan pengambilan data untuk sensor TDS dengan data-data yang didapatkan dari hasil percobaan dengan data pada **Tabel 1**. Dari hasil percobaan pengambilan data diatas dapat disimpulkan bahwa, semakin besar nilai konsentrasi maka akan semakin besar selisih antara pembacaan sensor TDS dan juga TDS meter, selisih yang paling kecil yaitu 1 dan yang paling besar yaitu 6.

Untuk mencari nilai *error* digunakan rumus berikut:

$$\%Error = \frac{(nilai\ TDS\ meter - nilai\ sensor\ TDS)}{nilai\ TDS\ meter} \times 100\% \dots\dots\dots(2)$$

Untuk mencari error rata-rata digunakan rumus berikut:

$$Error\ rata-rata = \frac{\sum \% error}{banyak\ data} = \frac{3.08\ \%}{10} = 0.30\% \dots\dots\dots(3)$$

Tabel I. Hasil pengujian sensor TDS

no	Sensor tds (ppm)	TDS meter (ppm)	selisih	Error (%)
1	200	200	-	0
2	304	305	1	0.32 %
3	454	454	-	0
4	556	556	-	0
5	660	663	3	0.45%
6	759	762	3	0.39%
7	862	866	4	0.46%
8	967	971	4	0.41%
9	1072	1078	6	0.55%
10	1184	1190	6	0.50%
Error rata-rata				0.30%

Pada **Tabel I** terlihat nilai error terkecil yaitu 0 pada data ke 1,3,4 saat pembacaan sensor TDS dan TDS meter tidak ada selisih. Dan untuk nilai error terbesar yaitu 0.55% pada data ke 9 dengan selisih 6 PPM pada pembacaan sensor TDS dan TDS meter, dari 10 percobaan yang dilakukan didapatkan error rata rata sebesar 0.30%.

E. Pengujian Solenoid Valve

Selanjutnya dilakukan pengujian pada solenoid *valve* dilakukan untuk mengetahui berapa volume yang dikeluarkan oleh *valve* setiap detik nya. Karena menggunakan solenoid *valve* maka sistem berupa mekanik dengan mengandalkan gravitasi bumi. Percobaan dilakukan dengan posisi wadah nutrisi A dan wadah nutrisi B disimpan pada ketinggian 150 cm, dan volume wadah nutrisi A dan nutrisi B sebanyak 10 liter. Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil dari **Tabel II** berikut.

Dari percobaan yang dilakukan didapatkan hasil yaitu waktu paling sebentar solenoid *valve* aktif yaitu 1 detik dengan keluaran sebanyak sebanyak 5 mL, dan untuk waktu terlama solenoid aktif yaitu 60 detik dengan keluaran sebanyak 300 mL. dari percobaan ini dapat disimpulkan bahwa setiap 10 detik solenoid *valve* mampu mengeluarkan sebanyak 50 mL, dan 60 detik mampu mengeluarkan sebanyak 300 mL, naik 50 mL setiap 10 detik nya.

Tabel II. Hasil pengujian solenoid valve

No	Lama Waktu	Volume (mL)
1	1 Detik	5
2	2 Detik	10
3	3 Detik	15
4	4 Detik	20
5	5 Detik	25
6	6 Detik	30
7	7 Detik	35
8	8 Detik	40
9	9 Detik	45
10	10 Detik	50
11	20 Detik	100
12	40 Detik	200
13	60 Detik	300

F. Pengujian Sistem Menggunakan Kendali Fuzzy

Dalam menguji sistem menggunakan kendali fuzzy, dibutuhkan data-data sebelum menentukan nilai keanggotaan *input* dan juga *output* nya, maka setelah dilakukan pengambilan data untuk variabel *linguistic fuzzy* didapatkan data pada **Tabel III** berikut.

Tabel III. Pengambilan data untuk nilai fuzzy input

N O	Nilai konsent rasi (ppm)	Penambahan nutrisi (mL)	Nilai konsent rasi (setelah)	Kenaikan nilai konsent rasi
1	200	+300	255	55
2	255	+300	303	48
3	303	+300	351	48
4	351	+300	404	53
5	404	+300	452	48
6	452	+300	505	53
7	505	+300	552	47
8	552	+300	602	50
9	602	+300	655	53
10	655	+300	704	49
11	704	+300	751	47
12	751	+300	806	55
13	806	+300	855	49
14	855	+300	902	47
15	902	+300	956	54
16	956	+300	1007	51
17	1007	+300	1052	45
18	1052	+300	1104	52
19	1104	+300	1154	50
20	1154	+300	1207	53
Rata-rata kenaikan				50.35

Setelah melakukan percobaan pengambilan data, maka didapatkan hasil yaitu Dengan ditambah 300 mL nutrisi A dan B kenaikan nilai konsentrasi yaitu rata rata 50.35 ppm, diperoleh dengan rumus berikut:

$$\text{Rata-rata kenaikan} = \frac{\sum \text{kenaikan}}{\text{banyak data}} = \frac{1007}{20} 50.35 (8)$$

Berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Herman [9], *output* dari hasil *defuzzifikasi* nya yaitu berupa lama waktu pompa aktif, dengan waktu paling sebentar yaitu 0-3 detik dan waktu paling lama yaitu 5-8 detik.

Penelitian yang dilakukan oleh Desta Yolanda [10]. Kenaikan nilai konsentrasi nutrisi setelah ditambahkan 1 mL yaitu 238 PPM, hal itu dikarenakan nutrisi yang dibuat sangat pekat.

G. Pengujian Sistem pada Nilai Konsentrasi

Pengujian ini dilakukan pada nilai konsentrasi, dengan volume pada wadah nutrisi A dan B 10000 mL atau dalam keadaan maksimal. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada **Tabel IV** dan **Gambar 13** sampai dengan **Gambar 5**.

Tabel IV. Pengujian sistem pada nilai konsentrasi nutrisi

no	Data awal	Penambahan nutrisi	Waktu yang dibutuhkan	Data akhir
1	200 ppm	+5100 mL	17 menit	1058 ppm
2	632 ppm	+2700 mL	13 menit	1074 ppm
3	956 ppm	+600 mL	5 menit	1052 ppm

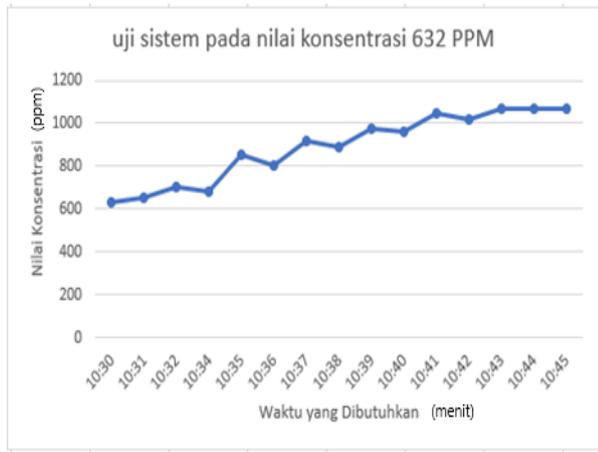
Dengan menguji sistem pada nilai konsentrasi 200 ppm, hasil dari *defuzzifikasi* didapatkan bahwa lama bukaan *valve* yaitu 17 menit, dengan waktu 17 menit *valve* akan mengeluarkan nutrisi A dan B sebanyak 5100 mL. Sehingga didapatkan nilai konsentrasi nutrisi ideal dari keadaan sebelumnya. Namun ketika *valve* sudah selesai menjalankan tugas nya, sistem memerlukan delay untuk menunggu pembuatan nutrisi tercampur rata.

Dengan menguji sistem pada nilai konsentrasi 632 ppm, hasil dari *defuzzifikasi*, *valve* akan mengeluarkan nutrisi A dan B sebanyak 2700 mL membutuhkan waktu selama 13 menit sehingga nutrisi menjadi ideal. Sehingga didapatkan nilai konsentrasi nutrisi ideal dari keadaan sebelumnya. Namun tetap ketika *valve* sudah selesai menjalankan tugas nya, sistem memerlukan delay untuk menunggu pembuatan nutrisi tercampur rata

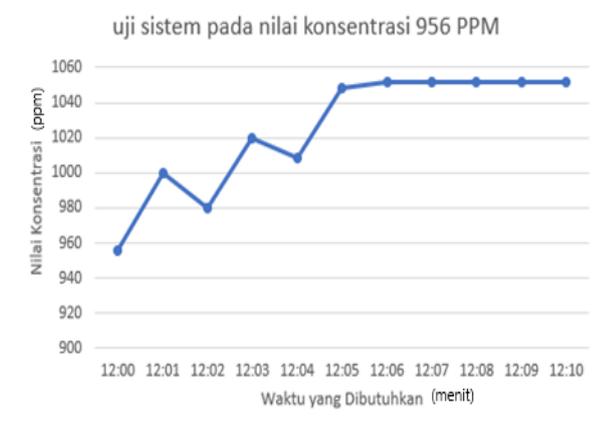
Pengujian selanjutnya pada nilai konsentrasi 956 ppm, dengan volume pada wadah nutrisi A dan B sisa dari pembuatan nutrisi sebelumnya yaitu 6100 mL. Hasil *defuzzifikasi* pada nilai konsentrasi 956 ppm ini yaitu penambahan nutrisi sebanyak 600 mL dan membutuhkan waktu selama 5 menit.



Gambar 13 Pengujian sistem pada nilai konsentrasi 200 ppm



Gambar 14 Pengujian sistem pada nilai konsentrasi 632 ppm

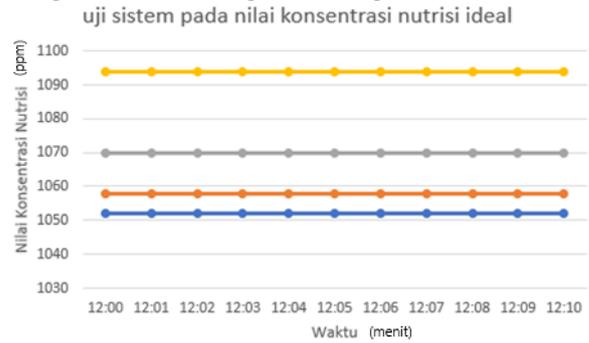


Gambar 15 Pengujian sistem pada nilai konsentrasi 956 ppm

H. Pengujian pada Nilai Konsentrasi Ideal

Selanjutnya dilakukan juga pengujian sistem pada saat nilai konsentrasi nutrisi ada di range ideal

untuk tanaman pakcoy yaitu 1050-1400 ppm, hasil dari percobaan ini dapat dilihat pada **Gambar 16**.



Gambar 16 Pengujian sistem pada nilai konsentrasi ideal

Dari gambar terlihat jika sistem mampu mempertahankan nilai konsentrasi pada saat dalam keadaan ideal. Hasil *defuzzifikasi* dari percobaan ini dapat dilihat pada **Tabel V**.

Tabel V. Pengujian Sistem pada Nilai Konsentrasi Nutrisi Ideal

no	Data awal	Penambahan nutrisi	Waktu valve aktif	Data akhir
1	1058 ppm	0	0	1058 ppm
2	1074 ppm	0	0	1074 ppm
3	1094 ppm	0	0	1094 ppm
4	1052 ppm	0	0	1052 ppm

I. Uji Nutrisi Terhadap Bobot Tanaman Pakcoy

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui nutrisi ideal yang dibuat oleh sistem bisa mencukupi kebutuhan dari tanaman pakcoy dari mulai 1 hari sampai masa panen yaitu umur 20 hari. Pengambilan data diambil pada hari ke-1, hari ke-10, hari ke-15, hari ke-20. Didapatkan hasil pada **Tabel VI**.

Tabel VI. Uji nutrisi terhadap bobot tanaman pakcoy

n o	Umur tanaman	Nilai konsentrasi (ppm)	Berat tanaman (gr)	Kenaikan berat (gr)
1	1 hari	1058	10-15	25
2	10 hari	1058	35-40	30
3	15 hari	1058	65-70	20-25
4	20 hari	1058	85-95	-

Setelah melakukan penelitian dan juga pembuatan *system* ini, dampak yang dirasakan bagi

petani hidroponik adalah proses pembuatan nutrisi untuk tanaman hidroponik secara otomatis mampu membantu para petani dalam melakukan pekerjaannya, selain lebih efektif dan juga lebih akurat dalam pembuatan nilai nutrisi sampai dengan keadaan ideal.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang sudah dilaksanakan didapatkan hasil yaitu sistem sudah mampu mengatur dan membuat juga mempertahankan nilai konsentrasi ideal untuk tanaman pakcoy dengan penambahan nutrisi terbanyak sebesar 5100 mL dengan waktu 17 menit dan penambahan paling sedikit sebanyak 600 mL dengan waktu 5 menit, namun dengan keterbatasan sistem dalam pengadukan nutrisi ini membuat sistem masih memiliki kekurangan. Dan disarankan untuk menggunakan pulsator untuk pengadukan nutrisi yang dibuat agar nutrisi lebih cepat tercampur dengan air secara merata dan juga nutrisi A dan B dibuat lebih pekat agar pembuatan nutrisi cepat mencapai set point yang diinginkan

Pengembangan lebih lanjut dari penelitian ini adalah untuk bisa menggunakan kendali berbasis *IoT* agar bisa mengendalikan nilai nutrisi darimana pun agar lebih mudah dan *flexible* dalam pengaturannya. Dan juga bisa menambahkan beberapa parameter untuk suhu dan juga kelembapan jika itu diperlukan pada perkebunan hidroponiknya, juga dapat mengubah *set point* untuk dapat diterapkan di semua jenis tanaman hidroponik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] N. Sharma, S. Acharya, K. Kumar, N. Singh dan o. chaurasia, "Hydroponics as an advanced technique for vegetable," *Journal of Soil and Water Conservation*, Vols. 17(4): 364-371, hal. 8, 2018.
- [2] M. R. Salis, M. J. Calvo, A. P. Boix dan G. Villalba, "Exploring nutrient recovery from hydroponics in urban agriculture: An environmental assessment," *Resources, Conservation and Recycling*, vol. 155, hal. 12, 2020.
- [3] M. S. Ivanova, "Fuzzy Set Theory and Fuzzy Logic for Activities Automation in Engineering Education," *2019 IEEE XXVIII International Scientific Conference Electronics (ET)*, Vols. 1-4, 2019.
- [4] F. Hidayanti, F. Rahmah dan A. Sahro, "Mockup as Internet of Things Application for Hydroponics Plant Monitoring System," *International Journal of Advanced Science and Technology*, Vols. Vol. 29, No. 5, ppm. 5157 - 5164, 2020.
- [5] K. Kularbphetong, U. Ampant dan N. Kongroj, "An Automated Hydroponics System Based on Mobile," *International Journal of Information and Education Technology*, Vols. Vol. 9, No. 8, 2019.
- [6] E. Sumarni, N. Farid, D. A. dan L. Soesanto, "Effect of electrical conductivity (EC) in the nutrition solution on aeroponic potato seed production with root zone cooling application in tropical lowland, Indonesia," *gricEngInt: CIGR Journal*, Vols. vol. 21, No. 2, hal. 70-77, 2019.
- [7] M. Azlan dan M. Y. Yacob, "Development and Simulation of an Agriculture Control System Using Fuzzy Logic Method and Visual Basic Environment," *Robotics, Biomimetics, Intelligent Computational System (ROBIONETICS)*, ppm. 135-142, 2013.
- [8] P. N. Crisnapati, I. N. K. Wardana, I. K. A. A. Aryanto dan A. Hermawan, "Hydroponic Management and Monitoring System for an IOT Based NFT Farm Using Web," *Conference on Cyber and IT Service Management (CITSM)*, 2017.
- [9] Herman. dan Nico. Surantha, "Intelligent Monitoring and Controlling System for Hydroponics Precision Agriculture," *International Conference on Information and Communication Technology (ICoICT)*, 2019.
- [10] D. Yolanda, H. Hindersah, F. Hadiatna dan M. A. Triawan, "Implementation of Real-Time Fuzzy logic control for NFT-based Hydroponic System on Internet of Things Environment," *International Conference on System Engineering and Technology (ICSET)*, ppm. 153-159, 2016.