

**KONTROL NUTRISI DAN PH SISTEM HIDROPONIK NUTRIENT FILM
TECHNIQUE (NFT) TANAMAN TOMAT UNGU (*Indigo Rose*)
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

**NUTRIENT AND PH CONTROL OF HYDROPONIC SYSTEM
NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) PURPLE TOMATO PLANT
(*Indigo Rose*) USING FUZZY LOGIC**

TUGAS AKHIR

Disusun sebagai syarat mata kuliah Tugas Akhir

Di Program Studi S1 Teknik Fisika

Disusun oleh:

HAFIDZ ESYA WIJDANI

1104174044



FAKULTAS TEKNIK ELEKTRO

UNIVERSITAS TELKOM

BANDUNG

2023

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**KONTROL NUTRISI DAN PH SISTEM HIDROPONIK NUTRIENT FILM
TECHNIQUE (NFT) TANAMAN TOMAT UNGU (*Indigo Rose*)
MENGUNAKAN LOGIKA FUZZY**

**NUTRIENT AND PH CONTROL OF HYDROPONIC SYSTEM
NUTRIENT FILM TECHNIQUE (NFT) PURPLE TOMATO PLANT
(*Indigo Rose*) USING FUZZY LOG**

Telah disetujui dan disahkan sebagai Tugas Akhir

Program Studi Teknik Elektro

Fakultas Teknik Elektro

Universitas Telkom

Disusun oleh:

HAFIDZ ESYA WIJDANI

1104174044

Bandung, 7 Februari 2023

Pembimbing I

Pembimbing II

Dr. Eng. Asep Suhendi, S.Si.

NIP. 15800021

Ahmad Qurthobi, S.T., M.T.

NIP. 14850010

ABSTRAK

Hidroponik merupakan metode budidaya tanaman tanpa menggunakan media tanah. Faktor eksternal dari lingkungan seperti kadar oksigen, CO₂, suhu, intensitas cahaya, periode pencahayaan, kelembaban udara berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman dan faktor internal nutrisi yaitu pH, konduktivitas listrik mempunyai peran vital terhadap laju pertumbuhan tanaman hidroponik. Pada penelitian ini dibuat sistem kontrol nutrisi untuk tanaman hidroponik menggunakan logika fuzzy. Parameter yang dikontrol yaitu nilai konduktivitas listrik dan kadar keasaman larutan nutrisi pada sistem hidroponik. Pada tanaman hidroponik nutrisi sebagai sumber makanan utama, dan dua parameter ini telah mewakili indikator kualitas nutrisi. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH dengan resolusi 0-14 dan sensitivitas 0,1 sedangkan sensor EC memiliki resolusi 0 ms/cm-20 ms/cm dan sensitivitas 0,1 ms/cm. Pada penelitian ini dilakukan perbandingan pertumbuhan tanaman menggunakan sistem kontrol dan tanpa sistem kontrol. Hasil pengamatan yang didapatkan yaitu pertumbuhan tinggi tanaman pada tanaman dengan sistem kontrol lebih baik 5cm dari pertumbuhan tanaman tanpa sistem kontrol sedangkan pertumbuhan jumlah daun sama banyak yaitu 5 helai. Untuk nilai pH selama dua minggu pada tanaman dengan sistem kontrol stabil sebesar 6, sedangkan nilai pH mengalami penurunan pada tanaman tanpa sistem kontrol minggu pertama sebesar 0,4 dan minggu kedua sebesar 0,5. Untuk nilai EC pada tanaman dengan sistem kontrol selama dua minggu mengalami laju kenaikan yang lambat sebesar 0,5, sedangkan nilai EC mengalami kenaikan pada tanaman tanpa sistem kontrol minggu pertama sebesar 0,9 dan minggu kedua sebesar 0,8. Pada tanaman hidroponik tanpa sistem kontrol setelah 7 hari harus dilakukan penyesuaian nilai pH dan EC ke set poin untuk menjaga keberlangsungan kehidupan tanaman hidroponik. Hasil dari pengamatan menunjukkan pertumbuhan tanaman menggunakan sistem kontrol lebih baik daripada tanpa sistem kontrol walaupun selisih pertumbuhan yang tidak terlalu besar namun dari pengamatan yang dilakukan pada waktu yang sebentar selama dua minggu sudah menghasilkan selisih tinggi tanaman.

Kata Kunci: *Hidroponik, NFT, Fuzzy Logic, pH air, Konduktivitas listrik*

ABSTRACT

Hydroponics is a method of cultivating plants without using soil media. External factors from the environment such as oxygen levels, CO₂, temperature, light intensity, lighting period, air humidity affect plant growth and internal nutritional factors, namely pH, electrical conductivity have a vital role in the growth rate of hydroponic plants. In this research a nutrient control system for hydroponic plants was created using fuzzy logic. Parameters controlled are the value of electrical conductivity and the acidity of the nutrient solution in the hydroponic system. In hydroponic plants, nutrition is the main food source, and these two parameters have represented indicators of nutritional quality. The sensor used is a pH sensor with a resolution of 0-14 and a sensitivity of 0.1 while the EC sensor has a resolution of 0 ms/cm-20 ms/cm and a sensitivity of 0.1 ms/cm. In this study, a comparison of plant growth was carried out using a control system and without a control system. The observation results obtained were that the growth in plant height in plants with a control system was 5cm better than plant growth without a control system while the growth in the number of leaves was the same, namely 5 strands. The pH value for two weeks for plants with a stable control system was 6, while the pH value decreased for plants without a control system for the first week of 0.4 and 0.5 for the second week. The EC value for plants with a control system for two weeks experienced a slow rate of increase of 0.5, while the EC value increased for plants without a control system for the first week by 0.9 and the second week by 0.8. In hydroponic plants without a control system, after 7 days, adjustments to the pH and EC values must be made to the set point to maintain the sustainability of hydroponic plant life. The results of the observations showed that plant growth using a control system was better than without a control system, even though the difference in growth was not too large, but from observations made for a short period of time for two weeks, it had resulted in a difference in plant height.

Keywords: Hydroponics, NFT, Fuzzy Logic, water pH, electrical conductivity

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR GAMBAR.....	vii
DAFTAR TABEL	viii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang Masalah	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan dan Manfaat.....	3
1.4. Batasan Masalah	3
1.5. Metodologi Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Hidroponik.....	5
2.2. Pengaruh pH Pada Tanaman Hidroponik.....	5
2.3. Pengaruh Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik	6
2.4. Fuzzy Logic Control	6
2.5. Sensor pH.....	7
2.6. Sensor EC	8
BAB III METODE PENELITIAN	9
3.1. Metode Penelitian.....	9
3.2. Perancangan Sistem Hidroponik.....	11
3.3. Perancangan Perangkat Keras (<i>Hardware</i>)	13
3.3.1 Spesifikasi komponen	13
3.4. Perancangan Perangkat Lunak (<i>Software</i>)	18
3.5. Perancangan Fuzzy Logic	19
3.6. Pengujian Sistem Kontrol	22
3.7. Pengambilan Data.....	23
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	24
4.1. Kalibrasi Sensor pH.....	24
4.2. Kalibrasi Sensor EC.....	25
4.3. Pengujian Sistem Fuzzy pada Software	27
4.4. Pengujian Sistem Kontrol	29

4.5.	Hasil Data Pengamatan	31
4.6.	Perbandingan Data Pengamatan.....	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....		37
5.1.	Kesimpulan.....	37
5.2.	Saran	38
DAFTAR PUSTAKA.....		39
LAMPIRAN.....		41

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	9
Gambar 3.2 Perancangan Sistem Hidroponik	12
Gambar 3.3 Diagram Blok Sistem	13
Gambar 3.4 Arduino Uno ATmega 2560	14
Gambar 3.5 Sensor pH	14
Gambar 3.6 Sensor EC	15
Gambar 3.7 Motor Servo.....	15
Gambar 3.8 Power Supply	16
Gambar 3.9 Pompa DC 12 V	16
Gambar 3.10 Netpot	17
Gambar 3.11 <i>Flowchart</i> Sistem Hidroponik.....	19
Gambar 3.12 <i>Membership Function</i> Nilai pH.....	20
Gambar 3.13 <i>Membership Function</i> Nilai EC	20
Gambar 3.14 <i>Fuzzyfikasi Output</i>	21
Gambar 3.15 Diagram Sistem Kontrol.....	22
Gambar 4.1 Pengujian Fuzzy menggunakan Software	28
Gambar 4.2 Pengujian Fuzzy menggunakan Software	28
Gambar 4.3 Pengujian Fuzzy menggunakan Software	29
Gambar 4.4 Pengujian Sistem Kontrol.....	30
Gambar 4.5 Pengujian Sistem Kontrol.....	30
Gambar 4.5.1 Data Tinggi Tanaman Tanpa Sistem Kontrol	32
Gambar 4.5.2 Data Jumlah Daun Dengan Sistem Kontrol	32
Gambar 4.5.3 Data Jumlah Daun Tanpa Sistem Kontrol.....	33

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 <i>Fuzzy Rule</i>	21
Tabel 4.1 Data Kalibrasi Sensor pH.....	25
Tabel 4.1.1 Data Standar Error Sensor pH.....	25
Tabel 4.2 Data Kalibrasi Sensor EC	26
Tabel 4.2.1 Data Standar Error Sensor EC	21
Tabel 4.5 Data Tinggi Tanaman Dengan Sistem Kontrol.....	31
Tabel 4.5.4 Data Nilai pH dan EC Dengan Sistem Kontrol.....	33
Tabel 4.5.5 Data Nilai pH dan EC Tanpa Sistem Kontrol	34
Tabel 4.5.6 Rincian Biaya Sistem	36

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang Masalah

Pada era 4.0 perkembangan teknologi semakin maju terutama pada bidang pertanian dimana sudah banyak alat alat tercipta yang mampu mempermudah pekerjaan manusia [1,2]. Metode hidroponik merupakan salah satu inovasi dimana media tanah tidak lagi digunakan dan tidak memerlukan lahan yang luas [3]. Nutrisi yang dibutuhkan tanaman seperti pupuk urea digantikan oleh larutan nutrisi [4]. Metode hidroponik dengan sistem NFT(*Nutrient Film Technique*) mempunyai keunggulan dimana larutan nutrisi yang dialirkan tidak menghasilkan endapan [3]. Air terus mengalir dalam media yang digunakan serta tanaman terus menerus menyerap berbagai kandungan unsur hara [4] .

Tomat ungu memiliki kandungan antosianin yang sangat tinggi sehingga di dalam buahnya dapat berfungsi sebagai penghalau penyakit kanker [5]. Selain itu, tomat ungu juga mengandung berbagai macam jenis vitamin diantaranya, B1, B2, B3, E, C serta D [6] . Dalam industri pertanian, tanaman tomat ungu masih sangat sedikit untuk dibudayakan [6]. Tanaman Tomat memiliki pertumbuhan yang lebih baik ketika ditanam menggunakan sistem hidroponik dibandingkan dengan sistem semi hidroponik dan non hidroponik [7].

Pada metode hidroponik tingkat kadar keasaman dan konduktivitas listrik dalam larutan sangat mempengaruhi pertumbuhan untuk tanaman tomat. Pertumbuhan tanaman tomat maksimal apabila memenuhi beberapa kondisi dimana kadar pH air pada sistem hidroponik mempunyai rentang dari 5,5-6,5 dan nilai EC mempunyai rentang 2,5 ms/cm - 5,0 ms/cm [8]. Pada metode hidroponik untuk mengetahui tingkat kadar keasaman dan konduktivitas listrik dalam larutan dilakukan pemantauan manual secara rutin dan konsisten. Apabila pemantauan tidak dilakukan secara berkala sehingga nilai pH dan nilai EC tidak sesuai dengan rentang yang ditentukan mengakibatkan pertumbuhan tanaman terganggu. Pada penelitian sebelumnya di buat perancangan kadar keasaman menggunakan kontrol *hybrid fuzzy PID* pada sistem hidroponik NFT untuk pertumbuhan tomat cherry [9]. Pada

penelitian tersebut parameter yang dikontrol yaitu kadar keasaman, untuk konduktivitas listrik, suhu dan kelembapan udara tidak dilakukan kontrol. Sistem kontrol yang dibuat dengan logika *fuzzy* tidak perlu adanya pemodelan serta *relate* dengan logika manusia. Logika *fuzzy* yang digunakan yaitu tsukamoto yang memiliki toleransi terhadap data data yang tidak tepat dan mudah dipahami [10,11].

Pada penelitian ini dibuat sistem hidroponik dengan jenis NFT yang telah terintegrasi dengan sistem kontrol menggunakan logika *fuzzy* tsukamoto. Sistem tersebut mengontrol tingkat konduktivitas listrik dan tingkat ke asaman air pada sistem hidroponik, dua parameter tersebut sangat mempengaruhi pertumbuhan tanaman tomat ungu dan sebagai faktor internal yang mempengaruhi kualitas nutrisi hidroponik, baik tidaknya nutrisi tergantung pada normalnya dua parameter tersebut. Sensor yang digunakan yaitu sensor pH dan sensor EC. Sistem terdiri dua input yaitu sensor konduktivitas listrik dan sensor ph yang menghasilkan output berupa durasi motor servo. Hasil yang didapatkan dari penelitian ini yaitu membandingkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik menggunakan sistem kontrol dan tanpa sistem kontrol dimana parameter yang diukur yaitu jumlah daun beserta tinggi tanaman. Dua parameter tersebut dipilih dikarenakan dapat dilakukan pengamatan secara langsung tanpa menunggu tomat memasuki masa dewasa siap berbuah dan sudah mewakili indikator pertumbuhan tanaman. Diharapkan dengan adanya sistem kontrol yang mengatur nilai pH dan EC pada metode hidroponik ini pertumbuhan tanaman memiliki jumlah daun dan tinggi tanaman lebih baik daripada tanaman tanpa kontrol.

1.2. Rumusan Masalah

Dengan merujuk pada latar belakang masalah diatas, maka dapat disimpulkan rumusan masalah yang dibahas pada penelitian ini yaitu,

1. Bagaimana pengaruh pH dan konduktivitas larutan nutrisi terhadap pertumbuhan tanaman tomat ungu dengan menggunakan kontrol.
2. Bagaimana perbandingan hasil pertumbuhan tanaman tomat ungu yang dikontrol dengan yang tidak di kontrol.

1.3. Tujuan dan Manfaat

Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah

1. Untuk mengetahui pengaruh pH dan konduktivitas listrik larutan nutrisi terhadap pertumbuhan tomat pada sistem hidroponik dengan pengatur sistem hidroponik menggunakan *Fuzzy*.
2. Untuk mengetahui perbandingan hasil pertumbuhan tanaman tomat ungu yang dikontrol dengan yang tidak di kontrol.

1.4. Batasan Masalah

Untuk menghindari meluasnya pembahasan pada materi penelitian ini, maka penulis akan mencakup hal-hal berikut :

1. Penanaman menggunakan sistem hidroponik NFT.
2. Nilai pH pada bak air diatur dari 5,5-6,5.
3. Tanaman yang digunakan yaitu tomat ungu(*Indigo Rose*).
4. Pemantauan nilai pH dan EC pada sistem hidroponik dengan kontrol dan tanpa kontrol dilakukan setiap hari.
5. Penyesuaian nilai pH dan EC pada sistem hidroponik tanpa kontrol dilakukan setiap minggu.
6. Analisis dilakukan secara perbandingan pertumbuhan sistem hidroponik tomat ungu dengan kontrol dan tanpa kontrol.
7. Perbandingan biaya sistem hidroponik dengan kontrol dan tanpa kontrol.

1.5. Metodologi Penelitian

Metode Penelitian yang dilakukan sebagai berikut:

1. Studi literatur, pada tahap ini dilakukan pencarian jurnal dan tugas akhir terkait kontrol pH dan EC larutan nutrisi pada tanaman hidroponik.
2. Perancangan sistem hidroponik, pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem hidroponik yang terintegrasi dengan sistem control.

3. Perancangan sistem kontrol, pada tahap ini dimulai dengan perancangan *hardware* dan *software*.
4. Pengujian alat, Pada tahapan ini dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah sistem kontrol yang telah dibangun bisa berjalan dengan semestinya atau tidak.
5. Pengambilan data, Pada tahap ini dilakukan pengambilan data berupa data pertumbuhan tanaman tomat ungu dengan kontrol dan tanpa kontrol.
6. Evaluasi dan penulisan laporan, Pada tahapan ini data yang diperoleh dilakukan analisis perbandingan data yang dikontrol dan tanpa kontrol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Hidroponik

Hidroponik adalah budidaya tanaman dalam larutan nutrisi tanpa menggunakan tanah. Kebutuhan nutrisi sebagai sumber makanan digantikan dengan penggunaan larutan dan pupuk kimia untuk pertumbuhan tanaman tanpa menggunakan tanah [3]. Hidroponik juga sering disebut *Controlled Environmental Agriculture* atau pertanian dengan lingkungan yang terkontrol, dimana cahaya, air, suhu, CO₂, oksigen, pH, dan nutrisi dapat dikontrol [8].

Pada pertanian sistem hidroponik penyerapan biasanya sebanding dengan konsentrasi nutrisi dalam larutan di dekat akar, dan sangat dipengaruhi oleh faktor-faktor lingkungan seperti kadar oksigen, CO₂, suhu, intensitas cahaya, periode pencahayaan, kelembaban udara sebagai pengaruh eksternal dan sebagai pengaruh internal nutrisi yaitu pH dan konduktivitas listrik. Sistem penanaman hidroponik mempunyai banyak keunggulan dibandingkan penanaman di tanah. Tanaman hidroponik hanya membutuhkan air yang ditambahkan dengan nutrisi sebagai sumber makanan untuk tanaman hidroponik tersebut. Sistem ini dikembangkan berdasarkan alasan bahwa jika tanaman diberi kondisi yang optimal maka hasil pertumbuhannya maksimal [7].

2.2. Pengaruh pH Pada Tanaman Hidroponik

Pada sistem hidroponik ketersediaan air sangat penting bagi tanaman karena 90% tanaman hidroponik adalah air [12]. Tanaman hidroponik yang tercukupi nutrisinya mempercepat pertumbuhan. Nilai pH air tanaman secara hidroponik perlu mendapat perhatian lebih. Karena pH air berdampak dalam penyerapan ke 13 unsur yang terkandung pada nutrisi dan diperlukan tanaman [3]. pH adalah parameter yang mengukur keasaman atau kebasaan suatu larutan. pH yang kurang dari 7 menyatakan berkadar asam, sebaliknya yang lebih besar dari 7 menyatakan berkadar basa dan pH normal sama dengan 7. Nilai pH yang baik untuk tanaman tomat mempunyai rentang 5,5-6,5. Mengatur pH yang tepat dalam sistem hidroponik dapat mencegah reaksi kimia negatif pada larutan nutrisi pada sistem

hidroponik. Nilai pH yang tinggi mengakibatkan penyumbatan pada saluran sistem hidroponik [8]. Pada sistem hidroponik konvensional untuk mengatur kadar keasaman pH dilakukan secara manual yaitu dengan cara menambahkan pH *up* yang berisi kalium hidroksida 10 % bersifat basa dan pH *down* yang berisi asam fosfat 10% bersifat asam ke dalam larutan nutrisi sedikit demi sedikit lalu diperiksa lagi kadar asam pH dengan pH digital. Cara seperti ini memakan waktu yang lama dan rentan sekali akan faktor kesalahan manusia. Karena kadar asam (pH) harus diperiksa sesering mungkin. Dengan mengatur kadar asam (pH) secara otomatis dapat menghemat waktu para pembudidaya tanaman hidroponik. Karena kadar asam (pH) selalu terjaga dengan baik.

2.3. Pengaruh Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik

Nutrisi dalam hidroponik dibagi menjadi 2 yaitu nutrisi yang mengandung unsur makro dan yang mengandung unsur mikro. Nutrisi yang mengandung unsur makro yaitu nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah banyak seperti N, P, K, S, Ca, dan Mg. Nutrisi yang mengandung unsur mikro merupakan nutrisi yang dibutuhkan dalam jumlah yang sedikit seperti Mn, Cu, Zn, Cl, Cu, Na dan Fe [13]. Nutrisi yang dipakai untuk tanaman tomat ungu secara hidroponik adalah nutrisi AB *mix*. Nutrisi AB *mix* merupakan larutan hara yang terdiri dari stok A yang berisi unsur hara makro dan stok B berisi unsur hara mikro. Pemilihan parameter kontrol pH dan konduktivitas listrik didasarkan karena dua parameter ini merupakan faktor internal pada nutrisi sebagai indikator kualitas nutrisi. Apabila kedua parameter ini tidak berada pada batas normal nya, nutrisi sebagai sumber makanan utama dapat terkontaminasi dan menimbulkan masalah pertumbuhan tanaman menjadi terganggu [4].

2.4. Fuzzy Logic Control

Metode Tsukamoto mempunyai beberapa karakteristik dimana setiap konsekuen pada aturan yang berbentuk *if-then* harus direpresentasikan dalam suatu himpunan *fuzzy* dengan fungsi keanggotaan monoton. Nilai hasil pada konsekuen setiap aturan *fuzzy* berupa nilai *crisp* yang diperoleh berdasarkan *fire strength* pada antiseden-nya. Keluaran sistem dihasilkan dari konsep rata-rata terbobot dari keluaran setiap aturan *fuzzy* [14].

Tahapan Fuzzy Tsukamoto Saat proses evaluasi aturan dalam mesin inferensi, metode *fuzzy* Tsukamoto menggunakan fungsi implikasi MIN untuk mendapatkan nilai α predikat tiap-tiap rule ($\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \dots, \alpha_n$). Masing masing nilai α -predikat digunakan untuk menghitung hasil inferensi secara tegas (*crisp*) masing-masing rule ($z_1, z_2, z_3, \dots, z_n$). Metode Tsukamoto menggunakan metode rata rata (*average*) dengan persamaan (1):

$$z = \frac{\sum \alpha_i . z_i}{\sum \alpha_i} \quad (1)$$

Secara umum FLC memiliki 3 proses utama yaitu fuzzifikasi, inferensi, dan defuzzifikasi [11] . Proses pertama dalam FLC adalah fuzzifikasi. Pada proses ini dibuat membership function yaitu pemodelan variabel-variabel (nilai *crisp*) dalam nilai *fuzzy* (0-1). Di dalam membuat *membership function*, dapat digunakan beberapa model yaitu model segitiga, model trapesium, model garis lurus, model gaussian, dan lain-lain. Pada penelitian ini variabel-variabel yang akan dimodelkan ada dua yaitu variabel input dan variabel output.

Proses kedua dalam FLC adalah Proses inferensi (pembuatan aturan fuzzy) Proses ini adalah proses pemetaan input terhadap output. Setiap kombinasi nilai linguistik variable input yang memungkinkan dipetakan nilai *membership function* variabel-variable outputnya. Untuk memudahkan, dibuat tabel sehingga lebih mudah dibuat aturan fuzzy (IF-THEN) nya.

Proses terakhir adalah defuzzifikasi. Pada proses ini nilai fungsi keanggotaan dari parameter-parameter output yang telah diperoleh pada proses inferensi, dipetakan ke nilai *crisp* masing-masing parameternya. Hasil *crisp* ini kemudian akan diumpankan ke sistem aktuasi yang sebelumnya telah terintegrasi dengan mikrokontroller.

2.5. Sensor pH

Sensor pH yang digunakan yaitu sensor yang mengukur tingkat keasaman atau kebasaan suatu cairan. Modul sensor ini difungsikan ke dalam berbagai aplikasi seperti aquaponik, hidroponik dan lain-lain. Sensor pH di aplikasikan

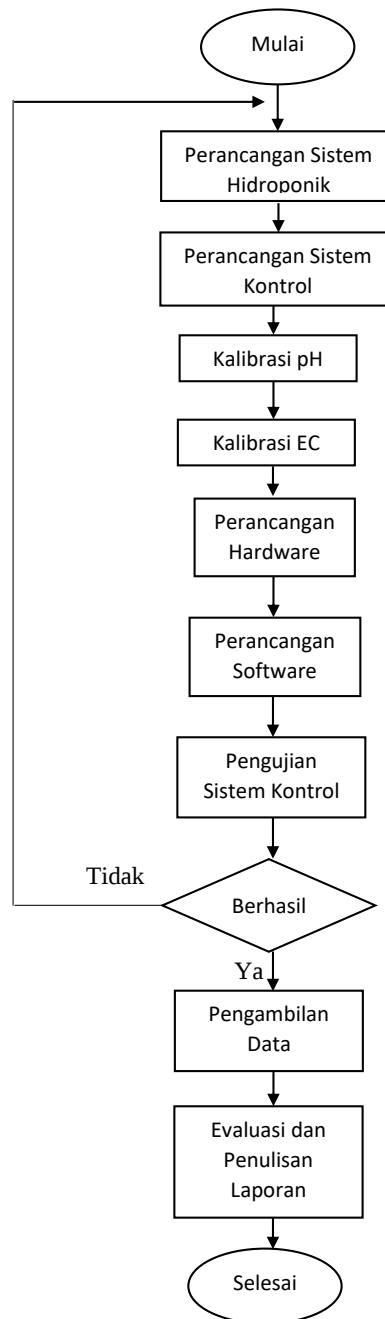
dengan memasukan *probe* kedalam suatu cairan. Sistem kerja pH sensor terletak pada *probe* pH yang terbuat dari kaca. Reaksi kimia pada ujung *probe* pH menyebabkan perbedaan tegangan dan perbedaan tegangan ini yang akhirnya diukur dan nilai pH yang terbaca akan ditampilkan pada LCD [9].

2.6. Sensor EC

Sensor Larutan Nutrisi Sensor ini digunakan untuk mengetahui nilai Electrical Conductivity (EC) dari larutan nutrisi. EC merupakan penghantar listrik yang ada pada cairan. Sensor EC di aplikasikan dengan memasukan probe elektroda ke dalam cairan. Sistem kerja sensor EC yaitu ketika dua buah probe elektroda yang di alirkan arus searah kemudian terjadi perubahan nilai konduktivitas listrik dan didapatkan nilai tegangan, data yang terbaca akan ditampilkan di LCD [15].

BAB III METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian



Gambar 3.1 Diagram alir penelitian

Dalam tugas akhir ini, penelitian dilakukan beberapa tahapan yaitu studi literatur, perancangan perangkat keras, perancangan sistem kontrol, pengujian alat dan evaluasi seperti pada Gambar 3.1.

Tahapan pertama yaitu studi literatur. Pada tahap ini dilakukan pencarian berbagai informasi yang berasal dari jurnal dan tugas akhir terkait kontrol keasaman dan konduktivitas listrik larutan nutrisi.

Tahap kedua yaitu perancangan sistem hidroponik. Pada tahapan ini dilakukan perancangan sistem hidroponik yang terintegrasi dengan sistem kontrol. Sistem hidroponik ini terdiri dari beberapa komponen yaitu bak penampung air, pompa, pipa, mikrokontroler, tabung EC *up*, tabung *down*, tabung pH *up*, tabung pH *down*, talang hidroponik, sensor pH, sensor EC, dan bak pembuangan air.

Tahap ketiga adalah perancangan sistem kontrol. Pada tahap ini dimulai dengan perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Sensor yang digunakan pada tugas akhir ini adalah sensor pH dan sensor EC. Aktuator yang digunakan dalam penelitian ini adalah motor servo. Kalibrasi sensor pH dan sensor EC dilakukan pada tahap ini.

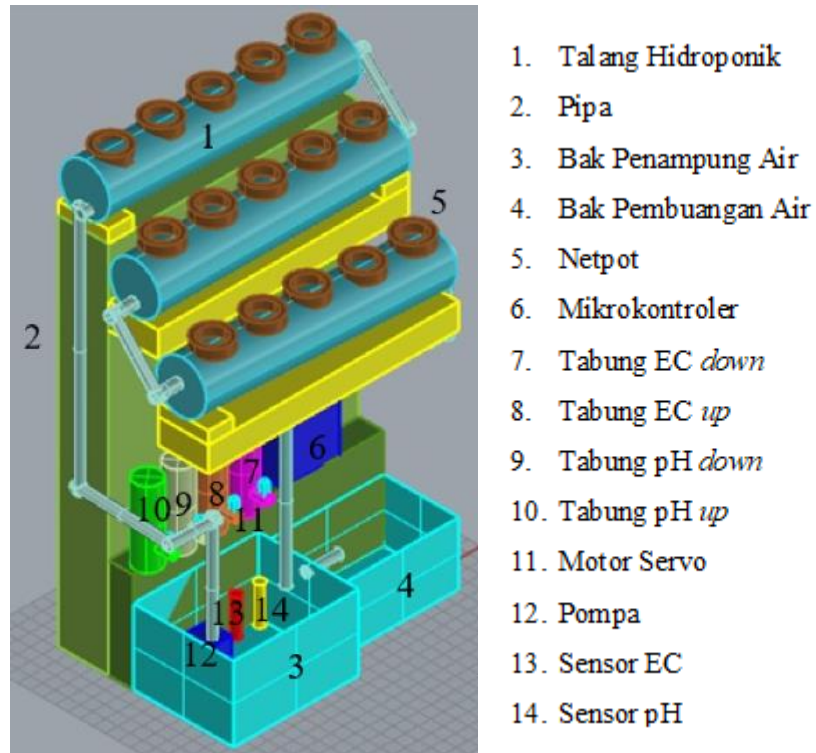
Tahap keempat adalah pengujian sistem kontrol. Pada tahapan ini dilakukan pengujian untuk mengetahui apakah sistem kontrol yang telah dibangun bisa berjalan dengan semestinya atau tidak. Indikator keberhasilan yaitu aktuator mampu melakukan sesuai perintah sistem kontrol dengan motor servo membuka dan menutup kran tabung sesuai jeda yang diperintahkan. Setelah sistem kontrol berjalan dengan baik maka dilanjutkan ketahap berikutnya. Jika sistem kontrol belum berjalan dengan baik maka diperbaiki sampai sistem kontrolnya berjalan dengan baik.

Tahapan terakhir adalah evaluasi dan penulisan laporan akhir. Pada tahapan ini data yang diperoleh selanjutnya di analisis.

3.2. Perancangan Sistem Hidroponik

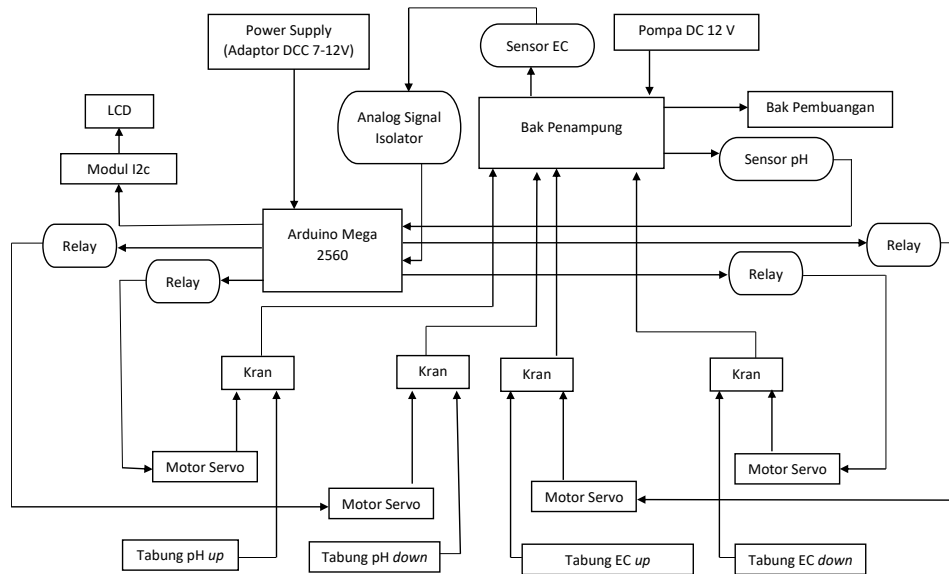
Pada tugas akhir ini dibuat sistem hidrponik dengan metode NFT. Larutan nutrisi pada bak penampung dipompa menuju talang air. Talang air hidpronik ini dibuat mirip anak tangga dengan bentuk zig zag. talang air ini memiliki diameter sebesar 2 inci dengan kemiringan sudut dibuat 5% dari panjang talang air. Netpot yang telah dipasang di talang hidropnik sudah tertanam tomat ungu teraliri oleh larutan nutrisi dan larutan nutrisi diserap oleh akar tanaman, kemudian larutan nutrisi keluar dari talang hidroponik menuju bak penampung. Pada bak penampung kadar keasaman dan konduktifitas listrik larutan nutrisi diukur oleh sensor dan datanya dikirimkan ke *controler*. Apabila nilai kadar keasaman dan konduktifitas listrik larutan nutrisi tidak sesuai dengan nilai set point yang telah ditentukan, *controler* melakukan perintah ke aktuator berupa motor servo. Motor servo yang terhubung dengan kran pada tabung membuka dan menutup. Tabung pH *up* yang berisi cairan kalium hidroksida 10% bersifat basa dan tabung pH *down* yang berisi asam fosfat 10% bersifat asam mengatur nilai kadar keasaman larutan nutrisi sedangkan tabung EC *up* yang berisi larutan nutrisi dan tabung EC *down* yang berisi air mengatur nilai konduktifitas listrik larutan nutrisi.

Saat kran tabung pH *up* terbuka ditambahkan larutan pH *up* nilai pH pada bak penampung mengalami peningkatan. Saat kran tabung pH *down* terbuka ditambahkan larutan pH *down* nilai pH pada bak penampung mengalami penurunan. Saat kran tabung EC *down* terbuka ditambahkan air pada bak penampung sehingga nilai konduktifitas listrik mengalami penurunan. Saat kran tabung EC *up* terbuka ditambahkan larutan pada bak penampung sehingga nilai konduktifitas listrik akan mengalami peningkatan. Perancangan sistem hidroponik dapat dilihat pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Perancangan Sistem Hidroponik

Pada Gambar 3.3 dapat dilihat bahwa Sistem bekerja sesuai dengan perintah perangkat lunak. Sistem membaca nilai pH dan nilai EC larutan nutrisi di dalam bak penampungan melalui Sensor pH dan sensor EC. Data yang diperoleh melalui sistem ditransmisikan melalui Arduino Uno dan ditampilkan di display (LCD). Apabila data yang diperoleh tidak sesuai dengan nilai set point maka Arduino Uno melakukan perintah ke aktuator berupa durasi motor servo. Motor servo yang telah terhubung dengan kran mengalirkan isi tabung sesuai dengan *fuzzy logic control*.



Gambar 3.3. Diagram Blok Sistem

3.3. Perancangan Perangkat Keras (*Hardware*)

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan perancangan perangkat keras (*hardware*) sistem kontrol nutrisi dengan EC dan pH menggunakan media tanam hidroponik NFT. Pada perancangan perangkat keras dibuat sistem pengairan nutrisi dan pH hidroponik NFT, Perancangan sistem minimum mikrokontroler, dan pompa untuk mengalirkan nutrisi dari bak penampungan menuju talang hidroponik.

3.3.1 Spesifikasi komponen

1. Arduino Uno ATmega 2560

Arduino Mega2560 berfungsi sebagai mikrokontroler arduino Mega 2560 adalah papan *microcontroller* berbasis Atmega 2560. Arduino Mega 2560 seperti Gambar 3.4 memiliki 54 pin digital *input / output*, dimana 15 pin dapat digunakan sebagai *output PWM*, 16 pin sebagai *input analog*, dan 4 pin sebagai *UART (port serial hardware)*, 16 MHz kristal osilator, koneksi USB, *jack power*, *header ICSP*, dan tombol *reset*.



Gambar 3.4 Arduino Uno ATmega 2560

2. Sensor pH SKU SEN0161

Sensor pH yang digunakan yaitu sensor pH SKU SEN0161.. Sensor ini memiliki resolusi pengukuran dengan rentang nilai pH yaitu antara angka 0 hingga 14 dan memiliki sensitivitas 0,1 pH. Jika nilai pH dibawah 7 maka dinyatakan asam sedangkan jika nilai ph diatas 7 maka dinyatakan basa. Sensor pH dapat dilihat pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Sensor pH

3. Sensor EC

Sensor konduktivitas listrik yang digunakan adalah sensor dua titik. Sensor ini akan digunakan untuk mengontrol nilai konduktivitas listrik larutan nutrisi agar sesuai titik-acuan (set-point). Sensor ini memiliki resolusi pengukuran dengan rentang nilai EC yaitu antara angka 0 ms/cm hingga 20 ms/cm dan memiliki sensitivitas 0,1 ms/cm Sensor EC dapat dilihat pada Gambar 3.6.



Gambar 3.6 Sensor EC

4. Motor Servo

Motor Servo adalah suatu device yang digunakan untuk memberikan kontrol mekanik pada jarak. Motor servo mempunyai keluaran shaft (poros). Poros ini dapat ditempatkan pada posisi sudut spesifik dengan mengirimkan sinyal kode pada saluran kontrol motor servo. Selama sinyal kode ada di saluran kontrol, servo akan tetap berada di posisi sudut poros. Bila sinyal kode berubah, posisi sudut poros berubah. Untuk memutar valve tabung pada sistem kontrol ini sudut putar motor servo diatur 90 derajat. Motor servo dapat dilihat pada Gambar 3.7.



Gambar 3.7. Motor Servo

5. Power Supply (Adaptor DC 7-12 V)

Power Supply berfungsi untuk menyuplai arus yang dibutuhkan oleh sebuah perangkat elektronik sedangkan Adaptor berfungsi untuk mengubah tegangan listrik yang besar menjadi tegangan listrik lebih kecil sesuai dengan spesifikasi, atau rangkaian untuk mengubah arus AC menjadi Arus DC. Power supply dapat dilihat pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Power Supply

6. Relay

Relay berfungsi untuk mengendalikan sesuatu dari jarak jauh dan merupakan saklar magnetis.

7. Pompa DC 12 V

Pompa air berfungsi untuk memompa air pada bak penampungan yang berisi cairan nutrisi menuju hidroponik NFT dengan debit air 2500/h. Pompa DC 12 V dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pompa DC 12 V

8. LCD

LCD merupakan salah satu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. Pada layar LCD akan menampilkan sebuah tulisan atau karakter huruf, angka maupun simbol.

9. Modul I2C

Modul I2C berfungsi mengurangi pin yang terhubung dan mengurangi eror.

10. Analog Signal Isolator

Analog signal isolator yang dipasang pada sensor EC agar pembacaan sensor tidak terganggu.

11. Talang air

Talang air hidponik ini akan dibuat 3 tingkat dengan panjang 1 meter. Diameter sebesar 2 inci dengan kemiringan sudut dibuat 5% dari panjang talang air.

12. Netpot

Netpot berfungsi tempat media tanam hidroponik dengan diameter atas 5,5 cm, diameter atas dalam 4,4 cm, diameter bawah 3,5 cm, tinggi 5 cm dapat dilihat pada Gambar 3.10.



Gambar 3.10 Netpot

13. Bak Penampung

Bak penampungan berfungsi sebagai tempat larutan nutrisi yang akan dipompa menuju sistem hidroponik dengan ukuran 50 x 40 x 30 dan berkapasitas 80 liter.

14. Bak Pembuangan

Bak pembuangan berfungsi sebagai tempat pembuangan larutan nutrisi yang melampaui kapasitas bak penampungan dengan ukuran 45 x 30 x 25 dan berkapasitas 30 liter.

15. Tabung pH up

Berisi Larutan basa dengan kalium hidroksida 10% berfungsi untuk menaikkan pH sesuai nilai set-point.

16. Tabung pH down

Berisi Larutan asam dengan asam fosfat 10% berfungsi untuk menurunkan pH sesuai nilai set-point.

17. Tabung Larutan Nutrisi

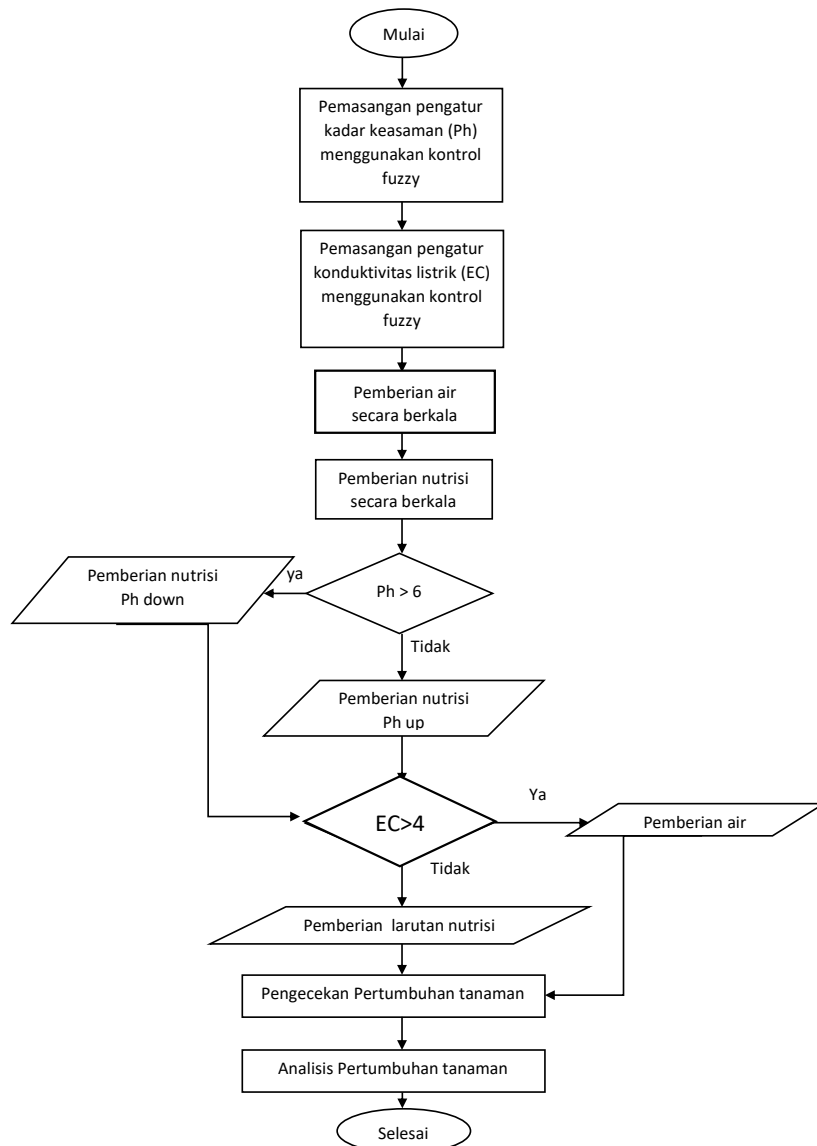
Berisi Larutan nutrisi AB mix berfungsi untuk menaikkan konsentrasi nutrisi sesuai nilai set-point.

18. Tabung air

Berisi air berfungsi untuk menurunkan konsentrasi nutrisi sesuai nilai set-point.

3.4. Perancangan Perangkat Lunak (Software)

Pada penelitian tugas akhir ini terbagi menjadi dua yaitu perancangan fuzzy logic menggunakan software MATLAB 2016 dan arduino IDE untuk pembuatan program sistem kontrolnya. Pada Gambar 3.11 merupakan sistem yang dirancang untuk mengontrol dan memonitoring nilai EC larutan nutrisi dan larutan pH tanaman hidroponik NFT. Berdasarkan Gambar 3.11 nilai EC larutan nutrisi dan nilai pH diset sesuai set-point. Apabila sistem menerima nilai pH lebih dari 6 maka ditambahkan larutan pH *down*. Jika nilai pH kurang dari 6 maka ditambahkan larutan pH *up*. Untuk nilai EC larutan nutrisi nilai set-point yaitu 4, jika sistem menerima nilai EC kurang dari set-point maka ditambahkan larutan nutrisi. Untuk nilai EC yang melebihi nilai set-point maka ditambahkan air, proses ini terus berlangsung selama sistem berjalan.

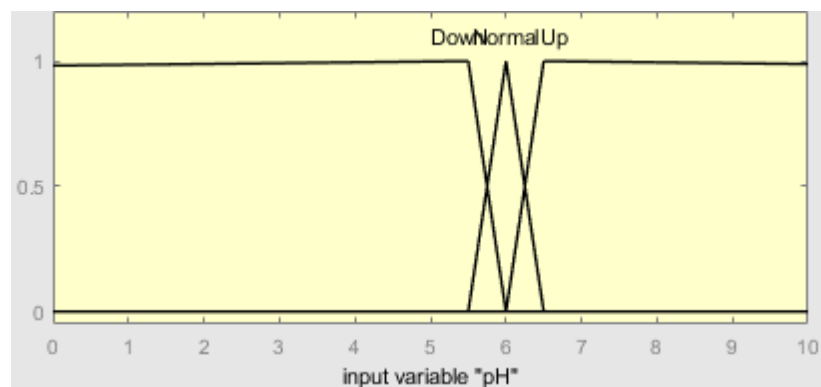


Gambar 3.11 Flowchart Sistem Hidroponik

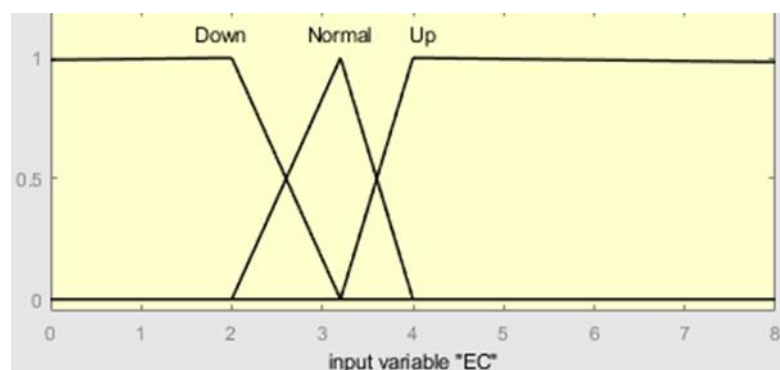
3.5. Perancangan Fuzzy Logic

Pada sistem ini dikontrol menggunakan *fuzzy logic control*. Adapun langkah-langkah kerja *fuzzy logic* adalah sebagai berikut, tahap pertama dalam perancangan *fuzzy logic control* adalah perancangan *membership function* (fuzzifikasi). Jenis *Membership function* yang digunakan yaitu fungsi segitiga *Membership function* yang dibuat mencakup *membership*

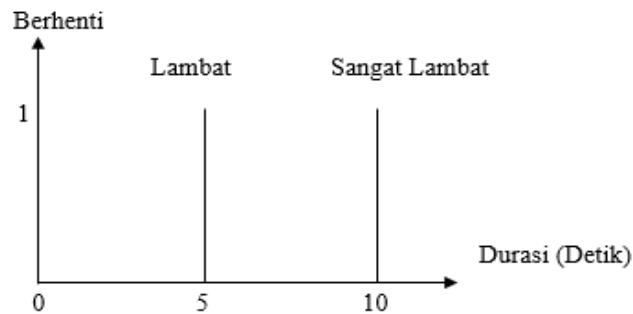
function input dan *membership function* output. Jenis *Membership function* input yang digunakan yaitu fungsi segitiga sedangkan *membership function* output menggunakan garis lurus. Dalam sistem ini inputnya adalah nilai pH dan nilai EC larutan nutrisi dan outputnya adalah durasi motor servo. Untuk fuzzifikasi input dibuat 3 fungsi keanggotaan yaitu down, normal, dan up dengan fungsi keanggotaan normal pH memiliki rentang 5,5-6,5 titik puncak 6 sebagai nilai set poin dapat dilihat pada Gambar 3.12 dan fungsi keanggotaan normal EC memiliki rentang 2,5-5 titik puncak 4 sebagai nilai set poin dapat dilihat Gambar 3.13. Untuk fuzzifikasi output dibuat tiga fungsi keanggotaan yaitu, Sangat lambat, Lambat dan Berhenti dengan output berupa durasi dapat dilihat pada Gambar 3.14. Durasi dipilih untuk mengurangi error pengaplikasian sistem karena menggunakan motor servo yang terintegrasi dengan kran air.



Gambar 3.12 *Membership Function* Nilai pH



Gambar 3.13 *Membership Function* Nilai EC



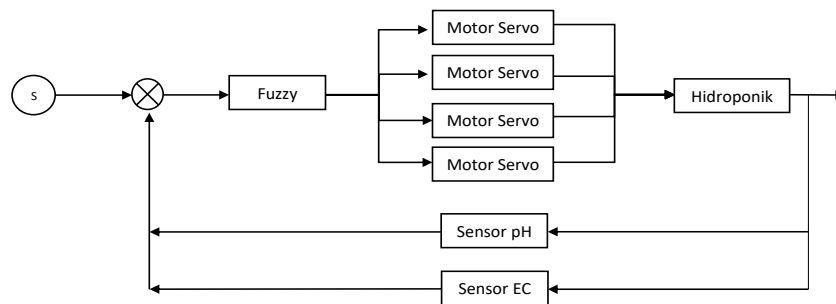
Gambar 3.14 Fuzzyfikasi Output

Tahap kedua yaitu inferensi (*fuzzy-rule*). Untuk menghubungkan input dan output maka dirancang inferensi (*fuzzy-rule*). Aturan *fuzzy-rule* dibangun berdasarkan studi literatur dan hasil kalibrasi aktuator. Proses pengkonversian input-fuzzy menggunakan aturan “*if-then*” menjadi output-fuzzy. Untuk nilai rule base nilai pH yaitu *if* pH normal pH up berhenti *and* pH down berhenti, *if* pH up *then* pH up berhenti *and* pH down lambat, *if* pH down *then* pH up sangat lambat *and* pH down berhenti. Untuk rule base nilai EC yaitu *if* EC normal *then* larutan nutrisi berhenti *and* air berhenti, *if* EC up *then* larutan nutrisi berhenti *and* air lambat, *if* EC Down *then* larutan nutrisi sangat lambat *and* air berhenti seperti pada tabel 3.1.

Tabel 3.1 *Fuzzy Rule*

pH/EC	Kran pH up	Kran pH down	Kran EC up	Kran EC down
<i>Down</i>	Sangat Lambat	Berhenti	Sangat Lambat	Berhenti
<i>Normal</i>	Berhenti	Berhenti	Berhenti	Berhenti
<i>Up</i>	Berhenti	Lambat	Berhenti	Lambat

Tahapan terakhir yaitu defuzzifikasi. Proses konversi output-fuzzy dari nilai linguistik kedalam nilai tegas (*crisp*) menggunakan fungsi keanggotaan serupa (sebelumnya) menjadi sebuah nilai yaitu durasi aktif motor servo. Pada tugas akhir ini defuzzifikasinya menggunakan metode rata rata. Ketiga tahapan diatas (fuzzifikasi, inferensi dan defuzzifikasi) dilakukan untuk mengontrol kadar keasaman dan konduktifitas listrik sesuai dengan set-point.



Gambar 3.15 Diagram Sistem Kontrol

Pada gambar 3.15 dapat dilihat, sistem kontrol dimulai saat sensor pH dan sensor EC membaca larutan nutrisi. Nilai yang diperoleh dari sensor dibandingkan dengan set-point, apabila nilai yang dihasilkan tidak sesuai dengan set-point logika fuzzy membangkitkan sinyal kontrol yang berupa durasi nyala motor servo. Motor servo terus menyala sampai nilai yang diperoleh sensor sama dengan nilai set-point. Kemudian larutan nutrisi diteruskan pada sistem hidroponik. Proses tersebut terus berulang selama sistem berlangsung.

3.6. Pengujian Sistem Kontrol

Pada pengujian sistem kontrol untuk memastikan sistem kontrol yang telah dibuat dengan fuzzy berjalan dengan baik. Pada tahap pertama untuk memastikan respon dari sistem kontrol nilai EC dan pH di set pada nilai tertentu. Untuk mempengaruhi nilai EC dan pH maka dilakukan penambahan air dan larutan pH down secara perlahan. Apabila terjadi respon pada aktuator dengan membuka dan menutup kran dari tabung pH up dan tabung larutan nutrisi maka sistem kontrol telah berfungsi.

Sistem kontrol yang telah dibuat dengan fuzzy dapat berfungsi dengan baik apabila tahapan tersebut memiliki hasil yang baik kemudian di implementasikan pada sistem hidroponik menggunakan tanaman. Parameter parameter yang mempengaruhi sistem hidroponik seperti suhu, kelembapan dan intensitas cahaya tidak dilakukan kontrol.

3.7. Pengambilan Data

Pada penelitian tugas akhir ini dilakukan pengambilan data pada sistem hidroponik NFT dengan sistem kontrol dan tanpa kontrol. Data yang diambil meliputi nilai pH, nilai EC larutan nutrisi dan pertumbuhan tanaman tomat ungu. Untuk nilai pH dan nilai EC larutan nutrisi data diambil setiap hari. Untuk pertumbuhan tanaman tomat ungu diambil data tinggi tanaman dan jumlah daun. Pengamatan pertumbuhan tanaman tomat ungu dilakukan selama dua minggu dengan laporan untuk setiap minggu. Data yang diperoleh dilakukan analisis dan perbandingan.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Kalibrasi Sensor pH

Pada tahap ini dilakukan pengujian kalibrasi sensor pH dengan pH bufer nilai 4,01 dan 6,86. Tahap pertama mencari nilai tegangan yang dihasilkan dari nilai pH bufer 4,01 dan 6,86, dilakukan pengambilan 10 data untuk setiap nilai pH bufer. Nilai tegangan pH didapatkan dari rumus konversi besaran nilai analog yang terbaca dengan persamaan tegangan $pH = \text{Adc pH} \cdot (5/1023)$. Nilai 5 merupakan nilai maksimum yang terbaca oleh arduino dan nilai 1023 merupakan batas maksimal pembacaan sensor. Data yang diperoleh dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear online untuk mencari nilai kemiringan (K) dan nilai konstanta (offset). Didapatkan persamaan $y = mX + B$, dimana y merupakan hasil kalibrasi pH, m merupakan nilai K yaitu hasil kemiringan dan B merupakan nilai offset yaitu konstanta. Pada Tabel 4.1 merupakan hasil dari kalibrasi sensor pH didapatkan hasil nilai k sebesar 4,01 dan nilai Offset -0,03. Pada Tabel 4.1.1 merupakan data standar error dari data pH 4,01 diambil 10 data dengan simbol X. Nilai mean merupakan nilai pH yang digunakan sebesar 4,01, nilai *average* merupakan rata rata dari $(X - \text{mean})^2$ dengan hasil 0,17. Nilai standar deviasi merupakan akar dari *average* didapatkan hasil sebesar 0,41 dan nilai standar error merupakan hasil dari standar deviasi dibagi dengan akar dari jumlah data yang diambil didapatkan hasil sebesar 0,12.

Tabel 4.1 Data Kalibrasi Sensor pH

No	Nilai tegangan dari pH=4,01	Nilai tegangan dari pH=6,86
1	0,87 v	1,58 v
2	0,88 v	1,65 v
3	0,91 v	1,69 v
4	1,00 v	1,71 v
5	1,09 v	1,73 v
6	1,15 v	1,74 v
7	1,13 v	1,75 v
8	1,10 v	1,72 v
9	1,09 v	1,71 v
10	1,06 v	1,70 v

Tabel 4.1.1 Data Standar Error Sensor pH

No	X	X-Mean	(X-Mean)^2
1	3,45	-0,56	0,31
2	3,49	-0,52	0,27
3	3,61	-0,40	0,16
4	3,97	-0,04	0,00
5	4,34	0,33	0,11
6	4,58	0,57	0,32
7	4,50	0,49	0,24
8	4,38	0,37	0,14
9	4,34	0,33	0,11
10	4,22	0,21	0,04
Average			0,17
Mean	4,01		
Standar deviasi	0,41		
Standar error	0,12		

4.2. Kalibrasi Sensor EC

Pada tahap ini dilakukan pengujian kalibrasi sensor EC dengan EC solution nilai 1,41 ms/cm dan 12,88 ms/cm. Tahap pertama mencari nilai tegangan yang dihasilkan dari nilai EC solution 1,41 ms/cm dan 12,88 ms/cm, dilakukan pengambilan 10 data untuk setiap nilai EC solution. Nilai tegangan EC didapatkan dari rumus konversi besaran nilai analog yang terbaca dengan persamaan tegangan $EC = \text{Adc EC} \cdot (5/1023)$. Nilai 5 merupakan nilai maksimum yang terbaca oleh

arduino dan nilai 1023 merupakan batas maksimal pembacaan sensor. Data yang diperoleh dilakukan perhitungan menggunakan metode regresi linear online untuk mencari nilai kemiringan (K) dan nilai konstanta (Offset). Didapatkan persamaan $y = mX + B$, dimana y merupakan hasil kalibrasi EC, m merupakan nilai K yaitu hasil kemiringan dan B merupakan offset yaitu konstanta. Pada Tabel 4.2 merupakan hasil dari kalibrasi sensor EC didapatkan hasil nilai k sebesar 4,07 dan nilai Offset -0,74. Pada Tabel 4.2.1 merupakan data standar error dari data EC 12,88 ms/cm diambil 10 data dengan simbol X. Nilai mean merupakan nilai EC yang digunakan sebesar 12,88 ms/cm, nilai *average* merupakan rata rata dari $(X - \text{mean})^2$ dengan hasil 0,0010. Nilai standar deviasi merupakan akar dari *average* didapatkan hasil sebesar 0,03 dan nilai standar error merupakan hasil dari standar deviasi dibagi dengan akar dari jumlah data yang diambil didapatkan hasil sebesar 0,01.

Tabel 4.2 Data Kalibrasi Sensor EC

NO	Nilai tegangan dari EC=1,41 ms/cm	Nilai tegangan dari EC=12,88 ms/cm
1	0,55 v	3,35 v
2	0,56 v	3,34 v
3	0,55 v	3,33 v
4	0,54 v	3,34 v
5	0,55 v	3,34 v
6	0,55 v	3,33 v
7	0,56 v	3,34 v
8	0,55 v	3,35 v
9	0,56 v	3,34 v
10	0,54 v	3,35 v

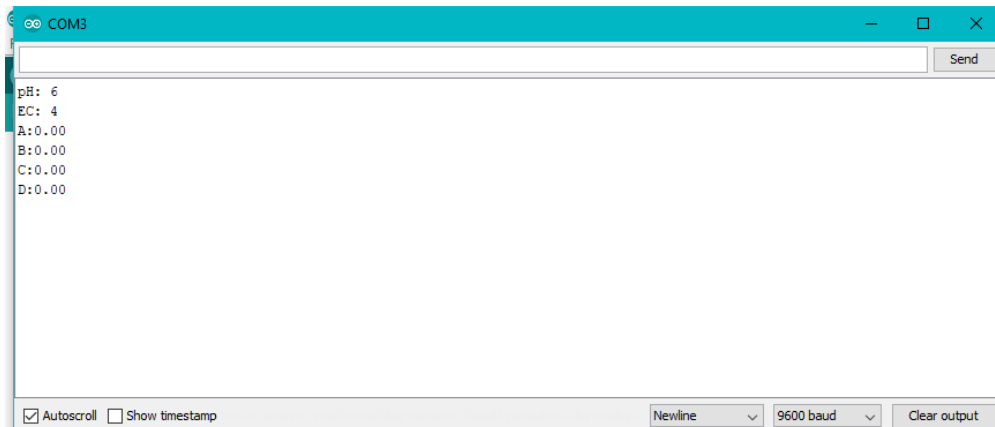
Tabel 4.2.1 Data Standar Error Sensor EC

No	X	X-Mean	(X-Mean) ²
1	12,90	0,0200	0,0004
2	12,86	-0,0200	0,0004
3	12,82	-0,0600	0,0036
4	12,86	-0,0200	0,0004
5	12,86	-0,0200	0,0004
6	12,82	-0,0600	0,0036
7	12,86	-0,0200	0,0004
8	12,90	0,0200	0,0004
9	12,86	-0,0200	0,0004
10	12,90	0,0200	0,0004
Average			0,0010
Mean	12,88		
Standar Dev	0,03		
Standar Error	0,01		

4.3. Pengujian Sistem Fuzzy pada Software

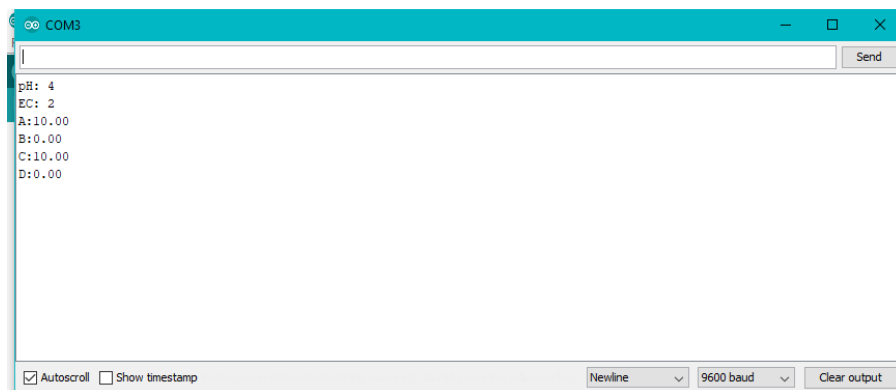
Pada pengujian Sistem Fuzzy dengan software dilakukan menggunakan Arduino IDE. Pengujian akan dilakukan input beberapa nilai pH dan nilai EC untuk menguji sistem fuzzy berjalan dengan baik. Pada tampilan serial monitor disesuaikan dengan tampilan lcd display seperti yang terlihat pada gambar.

Pada Gambar 4.1 untuk A menunjukkan durasi aktuator pH up, B menunjukkan durasi aktuator pH down, C menunjukkan durasi aktuator EC up, D menunjukkan durasi aktuator EC down. Tahap pertama dilakukan input nilai sesuai nilai set point dengan nilai pH sebesar 6 dan nilai EC sebesar 4. Pada gambar didapatkan hasil nilai A sebesar 0, B sebesar 0, C sebesar 0, D sebesar 0 maka dari hasil berikut dipastikan apabila pada nilai set point durasi aktuator sebesar 0 atau berhenti.



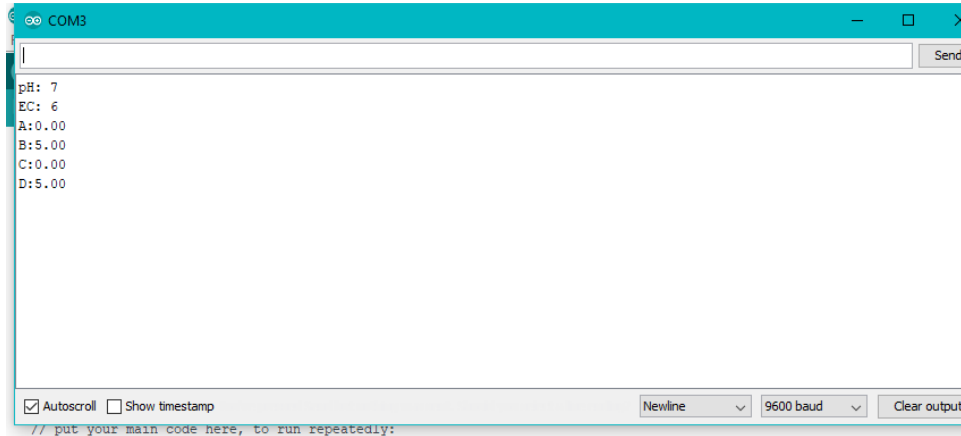
Gambar 4.1 Pengujian Fuzzy menggunakan Software

Tahap kedua dilakukan input nilai pH sebesar 4 dan nilai EC sebesar 2. Pada Gambar 4.2 didapatkan hasil nilai A sebesar 10, B sebesar 0, C sebesar 10, D sebesar 0 maka dari hasil berikut aktuator pH up akan beroperasi selama 10 detik dan aktuator EC up akan beroperasi selama 10 detik.



Gambar 4.2 Pengujian Fuzzy menggunakan Software

Tahap ketiga dilakukan input nilai pH sebesar 7 dan nilai EC sebesar 6. Pada Gambar 4.3 didapatkan hasil nilai A sebesar 0, B sebesar 5, C sebesar 0, D sebesar 5 maka dari hasil berikut aktuator pH down akan beroperasi selama 5 detik dan aktuator EC down akan beroperasi selama 5 detik.



Gambar 4.3 Pengujian Fuzzy menggunakan Software

4.4. Pengujian Sistem Kontrol

Pada tahap ini akan dilakukan pengujian sistem kontrol untuk memastikan sistem kontrol yang dibuat berjalan baik. Tahap pertama untuk memastikan respon sistem kontrol pada bak penampung nilai pH akan disesuaikan dengan nilai set poin untuk nilai pH 6 dan EC 4. Untuk menurunkan nilai EC dan pH maka dilakukan penambahan air dan larutan pH down secara perlahan. Pada Gambar 4.4 didapatkan nilai pH 5,2 dan nilai EC 3,8, ketika nilai pH 5,2 aktuator yang telah terintegrasi dengan kran air pH up membuka selama 10 detik kemudian menutup kembali. Untuk nilai EC 3,8 aktuator yang telah terintegrasi dengan kran air EC up membuka selama 6 detik kemudian menutup kembali. Setelah nilai pH dan nilai kembali ke nilai set poin, kemudian untuk menaikkan nilai EC dan pH maka dilakukan penambahan larutan nutrisi dan larutan pH up secara perlahan.



Gambar 4.4 Pengujian Sistem Kontrol

Pada Gambar 4.5 didapatkan nilai pH 6 dan nilai EC 5,5, ketika nilai pH 6 aktuator yang telah terintegrasi dengan kran air diam. Untuk nilai EC 5,5 aktuator yang telah terintegrasi dengan kran air EC down membuka selama 5 detik kemudian menutup. Dari respon aktuator yang berhasil membaca durasi sesuai intruksi sistem kontrol menunjukkan sistem bekerja dengan baik dan dilanjutkan ke tahap selanjutnya.



Gambar 4.5 Pengujian Sistem Kontrol

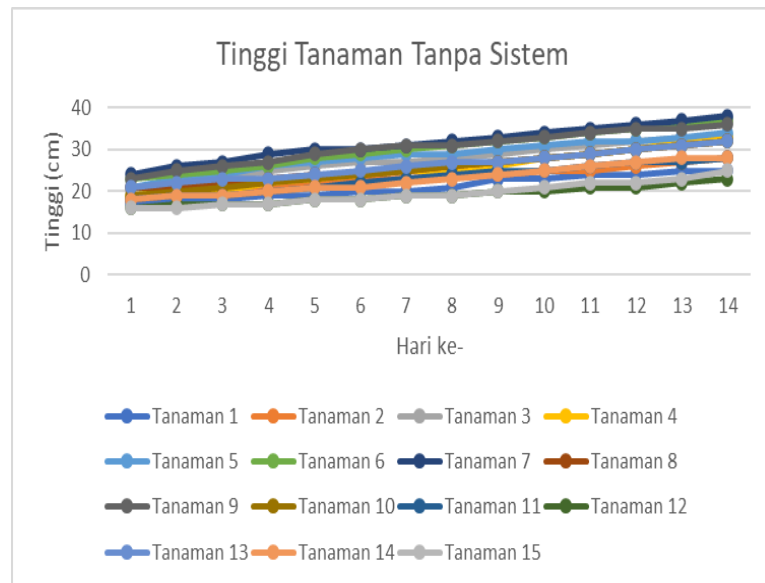
4.5. Hasil Data Pengamatan

Berikut ini data hasil pengamatan selama dua minggu. Data yang diambil yaitu tinggi tanaman dan jumlah daun. Untuk set point pH 6 dan EC 4, dan penyesuaian nilai pH dan EC pada sistem hidroponik tanpa kontrol dilakukan setiap minggu.

Tabel 4.5 Data Tinggi Tanaman Dengan Sistem Kontrol

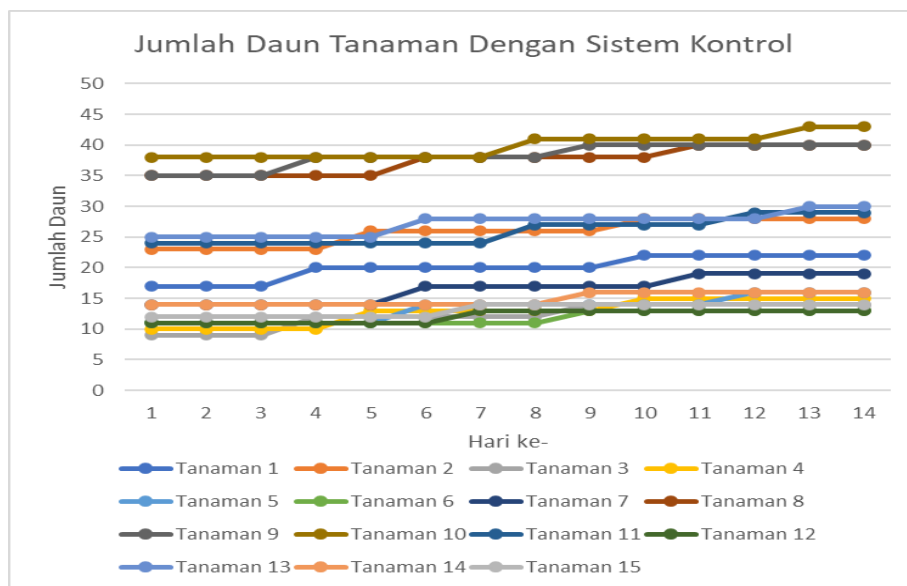
No	Hari/Tanggal	Tinggi Tanaman (cm)														
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1	Kamis, 20 Oktober 2022	21	20	18	18	17	13	20	23	25	24	18	15	20	17	15
2	Jumat, 21 Oktober 2022	23	21	20	19	17	14	22	24	27	26	19	16	20	18	15
3	Sabtu, 22 Oktober 2022	24	23	22	20	18	14	23	25	30	28	21	16	21	19	16
4	Minggu, 23 Oktober 2022	26	23	23	20	19	15	24	27	32	29	22	17	22	19	16
5	Senin, 24 Oktober 2022	27	24	23	21	20	15	25	28	33	30	23	17	23	20	17
6	Selasa, 25 Oktober 2022	28	25	24	21	20	16	26	29	34	32	24	18	24	20	17
7	Rabu, 26 Oktober 2022	30	26	25	22	21	16	27	30	36	33	24	18	25	21	18
8	Kamis, 27 Oktober 2022	31	28	25	23	23	16	28	31	37	34	25	19	26	21	18
9	Jumat, 28 Oktober 2022	32	31	26	24	23	17	29	33	38	35	26	19	27	21	18
10	Sabtu, 29 Oktober 2022	33	32	27	25	24	17	29	34	39	36	27	19	28	22	19
11	Minggu, 30 Oktober 2022	35	33	28	26	26	18	30	35	40	37	28	20	29	22	19
12	Senin, 31 Oktober 2022	37	34	28	27	28	20	31	36	42	38	29	20	30	23	20
13	Selasa, 1 November 2022	38	35	30	27	29	20	32	39	43	40	30	21	32	24	20
14	Rabu, 2 November 2022	39	38	30	28	30	21	32	40	44	41	32	21	33	24	21
Selisih		18	18	12	10	13	8	12	17	19	17	14	6	13	7	6

Pada Tabel 4.5 merupakan data hasil pengamatan tinggi tanaman dengan sistem kontrol selama dua minggu. Untuk nilai selisih tertinggi 19 cm dan selisih terendah 6 cm, maka pertumbuhan maksimal sebesar 19 cm dan minimal pertumbuhan 6 cm.



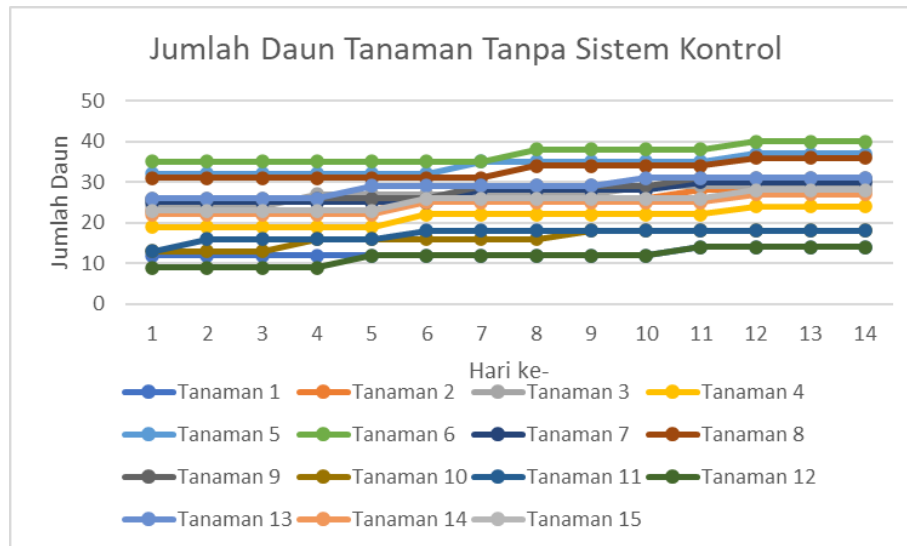
Gambar 4.5.1 Data Tinggi Tanaman Tanpa Sistem Kontrol

Pada Gambar 4.5.1 merupakan data hasil pengamatan tinggi tanaman tanpa sistem kontrol selama dua minggu. Untuk nilai selisih tertinggi 14 cm dan selisih terendah 7 cm, maka pertumbuhan maksimal sebesar 14 cm dan minimal pertumbuhan 7 cm.



Gambar 4.5.2 Data Jumlah Daun Dengan Sistem Kontrol

Pada Gambar 4.5.2 merupakan data hasil pengamatan jumlah daun tanaman dengan sistem kontrol selama dua minggu. Untuk nilai selisih tertinggi 5 helai dan selisih terendah 2 helai, maka pertumbuhan daun maksimal sebesar 5 helai dan minimal pertumbuhan daun sebesar 2 helai.



Gambar 4.5.3 Data Jumlah Daun Tanpa Sistem Kontrol

Pada Gambar 4.5.3 merupakan data hasil pengamatan jumlah daun tanaman dengan sistem kontrol selama dua minggu. Untuk nilai selisih tertinggi 5 helai dan selisih terendah 2 helai, maka pertumbuhan daun maksimal sebesar 5 helai dan minimal pertumbuhan daun sebesar 2 helai.

Tabel 4.5.4 Data Nilai pH dan EC Dengan Sistem Kontrol

No	Hari/Tanggal	pH	EC
1	Kamis, 20 Oktober 2022	6	4
2	Jumat, 21 Oktober 2022	6	4
3	Sabtu, 22 Oktober 2022	6	4,1
4	Minggu, 23 Oktober 2022	6	4,1
5	Senin, 24 Oktober 2022	6	4,2
6	Selasa, 25 Oktober 2022	6	4,2
7	Rabu, 26 Oktober 2022	6	4,2
8	Kamis, 27 Oktober 2022	6	4,3
9	Jumat, 28 Oktober 2022	6	4,3
10	Sabtu, 29 Oktober 2022	6	4,3
11	Minggu, 30 Oktober 2022	6	4,4
12	Senin, 31 Oktober 2022	6	4,4
13	Selasa, 1 November 2022	6	4,5
14	Rabu, 2 November 2022	6	4,5

Pada Tabel 4.5.4 merupakan data hasil pengamatan nilai pH dan nilai EC dengan sistem kontrol selama dua minggu. Untuk nilai pH stabil dengan nilai 6, sedangkan nilai EC mengalami kenaikan sebesar 0,5 selama dua minggu. Dari data pengamatan yang diperoleh untuk nilai pH dan EC masih dalam kategori normal. Sehingga nilai larutan nutrisi dan konduktivitas listrik masih baik untuk pertumbuhan tanaman.

Tabel 4.5.5 Data Nilai pH dan EC Tanpa Sistem Kontrol

No	Hari/Tanggal	pH	EC
1	Kamis, 20 Oktober 2022	6	4
2	Jumat, 21 Oktober 2022	6	4,1
3	Sabtu, 22 Oktober 2022	5,8	4,3
4	Minggu, 23 Oktober 2022	5,7	4,4
5	Senin, 24 Oktober 2022	5,7	4,5
6	Selasa, 25 Oktober 2022	5,6	4,7
7	Rabu, 26 Oktober 2022	5,6	4,9
8	Kamis, 27 Oktober 2022	6	4
9	Jumat, 28 Oktober 2022	5,9	4,1
10	Sabtu, 29 Oktober 2022	5,9	4,2
11	Minggu, 30 Oktober 2022	5,7	4,4
12	Senin, 31 Oktober 2022	5,7	4,5
13	Selasa, 1 November 2022	5,6	4,6
14	Rabu, 2 November 2022	5,5	4,8

Pada Tabel 4.5.5 merupakan data hasil pengamatan nilai pH dan nilai EC tanpa sistem kontrol selama dua minggu. Untuk penyesuaian nilai pH dan EC sesuai set point dilakukan setiap minggu. Pada minggu 1 Untuk nilai pH mengalami penurunan nilai sebesar 0,4, sedangkan nilai EC mengalami kenaikan sebesar 0,9 selama satu minggu. Pada minggu 2 Untuk nilai pH mengalami penurunan nilai sebesar 0,5, sedangkan nilai EC mengalami kenaikan sebesar 0,8 selama satu minggu. Dari data pengamatan yang diperoleh untuk nilai pH dan EC masih dalam kategori normal. Sehingga nilai larutan nutrisi dan konduktivitas listrik masih baik untuk pertumbuhan tanaman.

4.6. Perbandingan Data Pengamatan

Berikut perbandingan selisih tinggi tanaman pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol dan tanpa kontrol. Pada tanaman yang menggunakan

sistem kontrol memiliki pertumbuhan maksimal sebesar 19 cm, sedangkan pertumbuhan tanaman tanpa sistem kontrol sebesar 14 cm. Selisih pertumbuhan tanaman sebesar 5 cm dengan tanaman dengan sistem kontrol memiliki pertumbuhan yang lebih baik.

Pada perbandingan selisih jumlah daun pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol dan tanpa kontrol. Pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol memiliki pertumbuhan jumlah daun maksimal sebanyak 5 helai, sedangkan pertumbuhan jumlah daun pada tanaman tanpa sistem kontrol sebanyak 5 helai. Untuk tanaman dengan sistem kontrol dan tanpa kontrol memiliki pertumbuhan jumlah daun yang sama banyak yaitu 5 helai.

Pada perbandingan nilai pH pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol dan tanpa kontrol selama dua minggu. Pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol memiliki nilai pH yang stabil selama dua minggu dengan nilai sebesar 6, sedangkan nilai pH pada tanaman tanpa sistem kontrol mengalami penurunan untuk setiap minggunya. Pada minggu pertama mengalami penurunan nilai sebesar 0,4 dan minggu kedua mengalami penurunan sebesar 0,5. Nilai pH pada tanaman tanpa sistem kontrol normal selama 7 hari. Dari nilai pH tanaman dengan sistem kontrol dan tanpa sistem kontrol didapatkan hasil lebih baik dengan menggunakan sistem kontrol.

Pada perbandingan nilai EC pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol dan tanpa kontrol selama dua minggu. Pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol nilai EC mengalami kenaikan selama dua minggu dengan nilai sebesar 0,5, sedangkan nilai EC pada tanaman tanpa sistem kontrol mengalami kenaikann untuk setiap minggunya. Pada minggu pertama mengalami kenaikan nilai sebesar 0,9 dan minggu kedua mengalami kenaikan sebesar 0,8. Nilai EC pada tanaman tanpa sistem kontrol normal selama 7 hari. Dari nilai EC tanaman dengan sistem kontrol dan tanpa sistem kontrol didapatkan hasil lebih baik dengan menggunakan sistem kontrol.

Pada tanaman tanpa sistem kontrol nilai pH dan EC setelah hari ke 7 perlu dilakukan penyesuaian nilai ke set poin. Hal ini dilakukan untuk menjaga kualitas

kadar keasaman dan konduktivitas listrik larutan nutrisi tetap normal. Pada tanaman tomat memiliki kerentanan yang tinggi terhadap kualitas larutan nutrisi, apabila pH dan EC bernilai di luar batas normal dapat mengganggu laju pertumbuhan tanaman dan bisa mengakibatkan tanaman mati.

Pada Tabel 4.5.6 dapat dilihat perbandingan biaya pada sistem hidroponik dengan sistem kontrol dan tanpa kontrol. Apabila membuat sistem hidroponik tanpa sistem kontrol menghabiskan biaya Rp.460.000 dan biaya yang dihabiskan ketika membuat sistem hidroponik menggunakan sistem kontrol yaitu Rp.2.850.000. Selisih biaya membuat sistem hidroponik menggunakan sistem kontrol dan sistem hidroponik tanpa kontrol yaitu Rp.2.390.000.

Tabel 4.5.6 Rincian Biaya Sistem

No	Nama Barang	Kategori	Jumlah	Harga	Total
1	Pipa 3 inc	Sistem Hidroponik	6 meter	Rp160.000	Rp460.000
2	Pipa 3/4 inc		12 meter	Rp140.000	
3	Netpot		15 pcs	Rp25.000	
4	Rockwool		1/4 slab	Rp35.000	
5	Pompa		1 pcs	Rp100.000	
6	Standing Galvalum	Sistem Kontrol	2 meter	Rp30.000	Rp2.390.000
7	Sensor EC		1 pcs	Rp1.000.000	
8	Sensor pH		1 pcs	Rp500.000	
9	Box Hitam		1pcs	Rp10.000	
10	Arduino 2560		1 pcs	Rp250.000	
11	Relay 4 chanel		1 pcs	Rp35.000	
12	Motor Servo		4 pcs	Rp70.000	
13	Analog Signal Isolator		1 pcs	Rp250.000	
14	Power Supply 7-12 v		1 pcs	Rp45.000	
15	LCD 16 x 2		1 pcs	Rp20.000	
16	Modul LCD I2c		1 pcs	Rp15.000	
17	Jumper		100 pcs	Rp70.000	
18	Tabung 1 L		4 pcs	Rp15.000	
19	Kran		4 pcs	Rp60.000	
20	Breadboard		1 pcs	Rp20.000	
					Rp2.850.000

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Pada penelitian ini telah dibuat sistem kontrol nutrisi dan pH pada sistem hidroponik menggunakan logika fuzzy. Parameter yang dikontrol yaitu nilai pH menggunakan sensor pH dan nilai EC menggunakan sensor EC, kedua nilai tersebut sebagai input kemudian untuk output menggunakan aktuator motor servo yang terintegrasi dengan kran air berupa durasi jeda membuka dan menutup kran air. Pada pengujian sistem kontrol yang dilakukan menunjukkan respon yang baik dari aktuator motor servo terhadap pembacaan sistem kontrol berupa nilai durasi jeda membuka dan menutup kran air. Untuk nilai pH 5,2 kran air pH *up* jeda membuka dan menutup 10 detik. Untuk nilai EC 3,8 kran air EC *up* jeda membuka dan menutup 6 detik. Untuk nilai pH 6 kran air diam. Untuk nilai EC 5,5 kran air EC *down* jeda membuka dan menutup 5 detik. Dari hasil penelitian yang telah dilakukan selama dua minggu berupa nilai pH, nilai EC, jumlah daun dan tinggi tanaman menggunakan sistem kontrol dan tanpa sistem kontrol kemudian dilakukan perbandingan. Pada tanaman yang menggunakan sistem kontrol memiliki nilai pH yang stabil dengan nilai 6 dan kenaikan nilai EC tidak terlalu cepat selama dua minggu sebesar 0,5. Sehingga pertumbuhan tanaman menggunakan sistem kontrol lebih baik dari pada tanaman tanpa sistem kontrol sebesar 5 cm. Pada tanaman tanpa menggunakan sistem kontrol nilai pH mengalami penurunan dengan nilai sebesar 0,4 untuk minggu pertama dan minggu kedua sebesar 0,5. Untuk nilai EC mengalami kenaikan sebesar 0,9 pada minggu pertama dan pada minggu kedua sebesar 0,8. Pentingnya dilakukan penyesuaian nilai pH dan EC pada tanaman tanpa sistem kontrol setelah hari ke 7 sesuai nilai set point untuk mencegah gangguan laju pertumbuhan dan menghindari kematian sehingga kualitas nutrisi tetap pada batas normal. Hasil tersebut menunjukkan nilai pH dan EC yang lebih stabil menghasilkan pertumbuhan tanaman yang lebih baik walaupun selisih pertumbuhan yang tidak terlalu signifikan namun dari pengamatan yang dilakukan pada waktu yang singkat selama dua minggu sudah menunjukkan tanaman hidroponik menggunakan sistem kontrol lebih baik daripada tanaman tanpa sistem kontrol.

5.2. Saran

Untuk mendapatkan data yang bervariasi penelitian selanjutnya dilakukan pengamatan tanaman sampai berbuah.

DAFTAR PUSTAKA

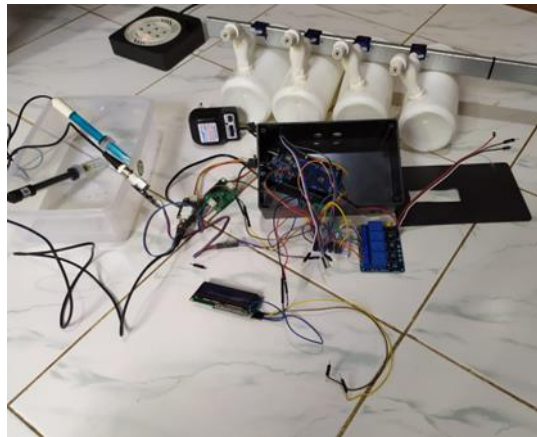
- [1] Mislaini R dan Khandra Fahmy, "Penerapan Teknologi Pertanian Melalui Penggunaan Alsintan Pada Lahan Sawah Kepada Masyarakat Tani Di Nagari Minangkabau Kec.Sungayang Kab.Tanah Datar," *Jurnal Ilmiah Pengabdian kepada Masyarakat* , vol. 1, no. 1, pp. 29-38, 2017.
- [2] D. Purwantoro, Trikuntari Dianpratiwi dan Sri Markumningsih, "Analisis Penggunaan Alat Mesin Pertanian Berbasis Traktor Tangan pada Kegiatan Perawatan Budidaya Tebu," *Agritech*, vol. 38, no. 3, pp. 313-319, 2018.
- [3] E. D. Purbajanti, Widyati Slamet and Florentina Kusmiyati, "Hidroponik Bertanam Tanpa Tanah," Semarang: EF Press Digimedia, 2017.
- [4] Y. Winda, "Dinamika Unsur Hara di Dalam Tanah dan Tanaman," Jakarta: Rineka Cipta, 2013.
- [5] F. A. Thaherah dan Anna Satyana Karyawati, "Respon Pertumbuhan dan Hasil Tanaman Tomat Ungu (*Lycopersicum esculentum*. L. var. indigo rose) Terhadap Intensitas Naungan dan Pemberian Pupuk $MgSO_4$," *Jurnal Produksi Tanaman*, vol. 8, no. 4, pp. 421-429, 2020.
- [6] R. Dhaniaputri, "Perbandingan Pertumbuhan Tomat Merah (*Lycopersicum esculentum* L. var commune) Dan Tomat Ungu (*Lycopersicum esculentum* L. var indigo rose) Yang Ditanam Dengan Teknik Hidroponik Metode Drip Irrigation (Irigasi Tetes)," *Urecol Proceeding*, vol. 5, pp. 834-837, 2017.
- [7] T. Onggo, Sumadi dan R. Fauziah, "Pertumbuhan, hasil dan kualitas tomat cv. Marta-9 pada berbagai sistem budidaya dalam rumah plastik di dataran medium Jatinangor," *Jurnal Kultivasi*, vol. 14, no. 1, pp. 37-42, 2015.

- [8] F. B. Akbar, M. Aziz Muslim dan Purwanto, "Pengontrolan Nutrisi pada Sistem Tomat Hidroponik Menggunakan Kontroler PID," *Jurnal EECCIS*, vol. 10, no. 1, pp. 20-25, 2016.
- [9] R. N. Prabowo, Suwandi, dan Ahmad Qurthobi, "Perancangan Kontrol Kadar Keasaman Menggunakan Hybrid Fuzzy PID Pada Sistem Hidroponik Untuk Pertumbuhan Tomat," 2017.
- [10] R. S. Hasanuddin, Isnawaty, Rizal Adi Saputra dan Statiswaty, "Sistem Kontrol Dan Monitoring Tanaman Hidroponik Secara Real Time Menggunakan Metode Fuzzy Inference System Model Tsukamoto," *semanTIK*, vol. 5, no. 1, pp. 61-68, 2019.
- [11] Maryaningsih, Siswanto dan Mesterjon, "Metode Logika Fuzzy Tsukamoto Dalam Sistem Pengambilan Keputusan Penerimaan Beasiswa," *Jurnal Media Infotama*, vol. 9, no. 1, pp. 160-164, 2013.
- [12] S. Parks dan C. Murray, "Leafy Asian Vegetables and Their Nutrition in Hydroponics, " 2011.
- [13] H. D dan Samanhud, "Pengaturan Komposisi Nutrisi dan Media Dalam Budidaya Tanaman Tomat Dengan Sistem Hidroponik," *Biofarm Jurnal Ilmiah Pertanian*, vol. 13, no. 9, 2010.
- [14] L. P. Ayuningtias, M. Irfan dan J. Jumadi, "Analisa Perbandingan Logic Fuzzy Metode Tsukamoto, Sugeno, Dan Mamdani (Studi Kasus : Prediksi Jumlah Pendaftar Mahasiswa Baru Fakultas Sains Dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung)," *J. Khatulistiwa Inform*, vol. 10, no. 1, 2017.
- [15] M. R. T. A. Khusaeri, "Rancang Bangun Sistem Kontrol Total Dissolved Solid Berbasis Mikrokontroler," *ITS Paper*, pp. 1-6, 2014.

LAMPIRAN



Gambar Sistem Hidroponik



Gambar Perancangan Hardware



Gambar Kalibrasi EC



Gambar Hasil Kalibrasi pH



Gambar Tanaman Hidroponik Dengan Kontrol dan Tanpa Kontrol



Gambar Sistem Kontrol Beroperasi