



**RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK NFT (*NUTRIENT FILM TECHNIQUE*) PADA PEMBIBITAN TANAMAN STROBERI
MENGGUNAKAN METODE FUZZY**

TUGAS AKHIR

Program Studi
S1 Teknik Komputer

Oleh:
Wimar Rachman Hakim
15410200030

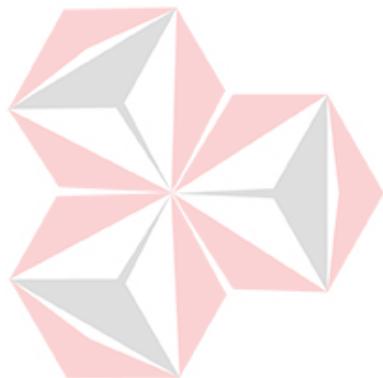
UNIVERSITAS
Dinamika

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2020**

**RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK NFT (*NUTRIENT FILM
TECHNIQUE*) PADA PEMBIBITAN TANAMAN STROBERI
MENGGUNAKAN METODE FUZZY**

TUGAS AKHIR

**Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan
Program Sarjana Teknik**



UNIVERSITAS
Dinamika
Oleh :

Nama : Wimar Rachman Hakim
NIM : 15410200030
Program Studi : S1 Teknik Komputer

**FAKULTAS TEKNOLOGI DAN INFORMATIKA
UNIVERSITAS DINAMIKA
2020**

TUGAS AKHIR

**RANCANG BANGUN SISTEM HIDROPONIK NFT (*NUTRIENT FILM
TECHNIQUE*) PADA PEMBIBITAN TANAMAN STROBERI
MENGGUNAKAN METODE FUZZY**

Dipersiapkan dan disusun oleh

Wimar Rachman Hakim

NIM : 15410200030

Telah diperiksa, diuji dan disetujui oleh Dewan Pembahas

Pada : Kamis, 16 Januari 2020

Susunan Dewan Pembahas

Pembimbing:

I. Harianto, S.Kom., M.Eng.
NIDN. 0722087701

II. Ira Puspasari, S.Si., M.T.
NIDN. 0710078601

Pembahas :

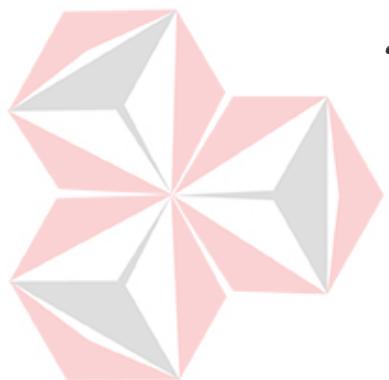
Pauladie Susanto, S.Kom., M.T.
NIDN. 0729047501

*JHn Amtz
y/1/20
JPF*

Tugas Akhir ini telah diterima sebagai salah satu persyaratan
untuk memperoleh gelar Sarjana



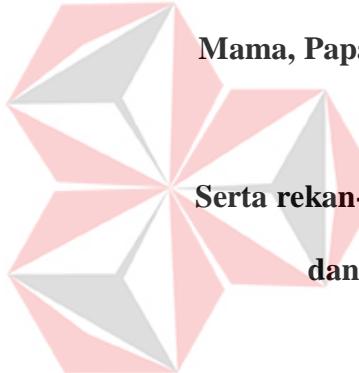
Dekan Fakultas Teknologi dan Informatika
UNIVERSITAS DINAMIKA



“TIDAK ADA YANG MUSTAHIL DI DUNIAINI”

“SEMUA TERJADI KARENA KEHENDAKNYA”

UNIVERSITAS
Dinamika



Kupersembahkan Kepada

ALLAH SWT

**Mama, Papa dan seluruh keluarga yang selalu mendukung, memotivasi dan
mendoakan yang terbaik untuk saya.**

**Serta rekan-rekan S1 Teknik Komputer yang selalu membantu, mendukung
dan memotivasi untuk menjadi pribadi yang lebih baik lagi.**

UNIVERSITAS
Dinamika

SURAT PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI DAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Sebagai mahasiswa Universitas Dinamika, saya :

Nama : Wimar Rachman Hakim
NIM : 15410200030
Program Studi : S1 Teknik Komputer
Fakultas : Fakultas Teknologi dan Informatika
Jenis Karya : Tugas Akhir
Judul Karya : **RANCANG BANGUN SISTEM
HIDROPONIK NFT (*NUTRIENT FILM
TECHNIQUE*) PADA PEMBIBITAN
TANAMAN STROBERI MENGGUNAKAN
METODE FUZZY**

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa:

1. Demi pengembangan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Seni, saya menyetujui memberikan kepada Universitas Dinamika Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif (*Non-Exclusive Royalty Free Right*) atas seluruh isi/ sebagian karya ilmiah saya tersebut di atas untuk disimpan, dialihmediakan dan dikelola dalam bentuk pangkalan data (*database*) untuk selanjutnya didistribusikan atau dipublikasikan demi kepentingan akademis dengan tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis atau pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta
Karya tersebut di atas adalah karya asli saya, bukan plagiat baik sebagian maupun keseluruhan. Kutipan, karya atau pendapat orang lain yang ada dalam karya ilmiah ini adalah semata hanya rujukan yang dicantumkan dalam Daftar Pustaka saya
- 2.
3. Apabila dikemudian hari ditemukan dan terbukti terdapat tindakan plagiat pada karya ilmiah ini, maka saya bersedia untuk menerima pencabutan terhadap gelar kesarjanaan yang telah diberikan kepada saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, Januari 2020
Yang menyatakan



Wimar Rachman Hakim
NIM : 15410200030

ABSTRAK

Lingkungan perkotaan saat ini jarang ditemukan lahan untuk melakukan kegiatan bercocok tanam dengan optimal, dikarenakan kualitas tanah yang buruk akibat dari limbah bangunan maupun limbah rumahan. Teknologi pertanian saat ini sangat memadai untuk bercocok tanam tanpa memerlukan lahan yang luas maupun lahan subur yaitu dengan metode hidroponik. NFT (*Nutrient Film Technique*) merupakan jenis hidroponik yang berbeda dengan hidroponik *wick*.

Pada metode NFT air bersirkulasi selama 24 jam terus – menerus agar perakaran selalu mendapatkan air nutrisi. Maka dari itu muncul permasalahan mengenai kualitas pH dari larutan nutrisi yang terus bersirkulasi dibandingkan dengan metode *wick* yang dianggap kurang efisien dikarenakan pemberian nutrisi kepada masing – masing tanaman kurang maksimal, sangat susah untuk mengontrol kondisi dari larutan nutrisi sehingga diharuskan mengganti air nutrisi secara berkala.

Dengan kelebihan dari metode NFT ini maka diciptakanlah suatu sistem untuk mengatur kondisi pH air nutrisi agar selalu berada pada batas toleransi tanaman. *Fuzzy Sugeno* yang digunakan memiliki nilai parameter keluaran ke aktuator berupa servo dengan 70° terbuka, 55° sedang, 0° tertutup. Pengujian telah dilakukan pada pH larutan nutrisi dan hasilnya adalah pH larutan nutrisi setelah mencapai *setpoint* dengan rentang *error* -0,143 sampai 0,116 dan rentang delta *error* -0,020 sampai 0,022.

Kata Kunci : Hidroponik, Sistem NFT, Arduino Uno, Perubahan pH.

KATA PENGANTAR

Pertama-tama penulis panjatkan puji dan syukur atas kehadiran Allah SWT, karena berkat izin, Rahmat dan hidayah-nya penulis dapat menyelesaikan laporan penelitian ini yang merupakan salah satu syarat menempuh Tugas Akhir pada Program Studi S1 Teknik Komputer di Fakultas Teknologi dan Informatika Universitas Dinamika. Shalawat serta salam tidak lupa selalu penulis panjatkan kepada Rasulullah SAW.

Di dalam buku Tugas Akhir ini dilakukan pembahasan mengenai Rancang bangun system hidroponik NFT (*Nutrient Film Technique*) pada pembibitan tanaman stroberi menggunakan metode *fuzzy*. Dalam usaha menyelesaikan Tugas Akhir ini penulis banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak baik moral maupun materi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada:

1. Orang tua dan saudara-saudara saya tercinta yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moral maupun materi sehingga penulis dapat menempuh dan menyelesaikan Tugas Akhir maupun laporan ini.
2. Kepada Bapak Harianto, S.Kom., M.Eng. dan juga kepada Ibu Ira Puspasari, S.Si., M.T. selaku Dosen Pembimbing. Terima kasih atas bimbingan yang diberikan sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan baik.
3. Kepada Bapak Pauladie Susanto, S.Kom., M.T., selaku Ketua Program Studi Teknik Komputer Surabaya atas ijin yang diberikan untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
4. Semua staf dosen yang telah mengajar dan memberikan ilmunya.

5. Terima kasih terhadap rekan-rekan S1 Teknik Komputer khususnya rekan-rekan seperjuangan angkatan 2015 khususnya Prodi S1 Teknik Komputer yang selalu memberikan semangat dan bantuannya.
6. Serta semua pihak lain yang tidak dapat disebutkan secara satu per satu, yang telah membantu dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga laporan ini dapat berguna dan bermanfaat untuk menambah wawasan bagi pembacanya. Penulis juga menyadari dalam penulisan buku Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu penulis berharap adanya saran maupun kritik dalam memperbaiki kekurangan dan berusaha untuk lebih baik lagi kedepannya.

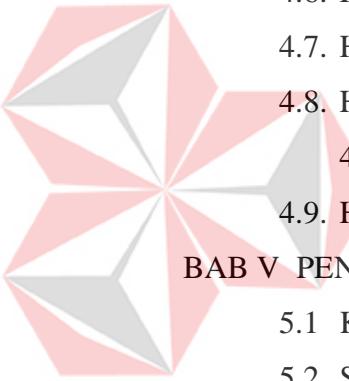


Penulis

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN SYARAT	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
MOTTO.....	iv
HALAMAN PERSEMAHAN	v
HALAMAN PERNYATAAN.....	vi
ABSTRAK	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	x
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah	3
1.4 Tujuan.....	4
1.5 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II LANDASAN TEORI	5
2.1 Hidroponik.....	5
2.2 Hidroponik Sistem NFT (<i>Nutrient Film Technique</i>)	5
2.3 Nutrisi AB Mix.....	6
2.4 Tanaman Stroberi.....	7
2.5 Arduino UNO	8
2.6 PH Sensor Data Acquisition	9
2.7 PH Up & PH Down.....	10
2.8 Motor Servo	11
2.9 Logika Fuzzy	12
2.10 Metode Sugeno	14



BAB III METODE PENELITIAN	15
3.1. Metode Penelitian	15
3.2. Perancangan Sistem	16
3.3. Sistem Fuzzy.....	17
3.4. Rangkaian Otomasi Sistem.....	22
3.5. Model Perancangan.....	24
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1. Pengujian Keseluruhan Sistem	25
4.2. Pengujian Arduino UNO	25
4.3. Pengujian Kalibrasi Sensor PH.....	26
4.4. Pengujian Otomasi Sistem.....	28
4.5. Hasil Pengujian Arduino UNO	29
4.6. Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH.....	31
4.7. Hasil Pengujian Perubahan PH	34
4.8. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem	35
4.8.1. Hasil Pengujian PH	35
4.9. Hasil Pengujian Tanaman.....	38
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
DAFTAR PUSTAKA	41
LAMPIRAN	42
BIODATA PENULIS	73

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1 Sistem NFT (Nutrient Film Technique).....	6
Gambar 2.2 Nutrisi AB mix	7
Gambar 2.3 Tanaman Stroberi Hidroponik	7
Gambar 2.4 Arduino UNO	8
Gambar 2.5 Sensor pH.....	10
Gambar 2.6 Cairan pH up & pH down	11
Gambar 2.7 Motor servo	12
Gambar 2.8 Representasi segitiga.....	13
Gambar 2.9 Representasi trapesium	13
Gambar 3.1 Blok Diagram	16
Gambar 3.2 Himpunan Fuzzy pada Error pH.....	18
Gambar 3.3 Himpunan Fuzzy pada Delta Error	18
Gambar 3.4 Himpunan fuzzy pada output servo	19
Gambar 3.5 Flowchart kontrol sistem.....	20
Gambar 3.6 Flowchart sistem fuzzy	21
Gambar 3.7 Rangkaian Otomasi Sistem	22
Gambar 3.8 Tampilan Depan Model	24
Gambar 3.9 Tampilan Belakang Model.....	24
Gambar 4.1 Proses upload program Arduino IDE.....	30
Gambar 4.2 Hasil program pada serial monitor	30
Gambar 4.3 Grafik perubahan pH	35
Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian.....	37
Gambar 4.5 Grafik hasil keseluruhan	37

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO.....	8
Tabel 3.1 Tabel rule fuzzy pada output Servo.....	19
Tabel 3.2 Pinout komponen Arduino.....	23
Tabel 4.1 Hasil uji coba pH buffer 4,01	31
Tabel 4.2 Hasil uji coba pH buffer 6,86.....	32
Tabel 4.3 Hasil pengujian perubahan pH	34
Tabel 4.4 Hasil pengujian keseluruhan sistem	36
Tabel 4.5 Hasil pengujian tanaman stroberi.....	38



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Source Code Uji Coba Arduino UNO.....	42
Lampiran 2. Source Code Pengujian Kalibrasi Sensor PH	43
Lampiran 3. Source Code Pengujian Keseluruhan Sistem.....	45
Lampiran 4. Tabel Hasil Pengujian Keseluruhan	53



BAB I

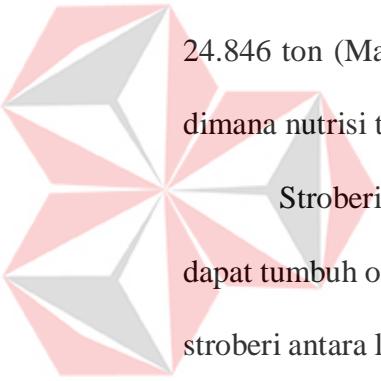
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada lingkungan perkotaan sudah sangat jarang ditemukan lahan yang cocok untuk bercocok tanam dengan optimal, dikarenakan untuk bercocok tanam dibutuhkan lahan yang luas dan subur. Dengan teknologi pertanian saat ini, sangat memadai untuk bercocok tanam tanpa memerlukan lahan yang luas maupun subur dengan menggunakan metode hidroponik.

Hidroponik merupakan suatu metode dimana kita dapat bercocok tanam tanpa menggunakan tanah, sehingga tanaman tidak memerlukan suatu media konvensional untuk tumbuh. Dengan air bernutrisi yang terdiri atas campuran air biasa dengan pupuk khusus hidroponik dan mineral – mineral lainnya yang dibutuhkan maka tanaman akan bisa tumbuh optimal tanpa perlu tanah. Ada beberapa sistem dasar dalam bercocok tanam secara hidroponik yaitu *Wick system* (sistem sumbu) dan *Nutrient Film Technique* (NFT). Pada penelitian Hidroponik kali ini penulis menggunakan sistem NFT.

NFT adalah sebuah metode budidaya tanaman dimana akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga memungkinkan tanaman memperoleh air, nutrisi dan oksigen yang cukup. Sistem Hidroponik NFT ini akan digunakan sebagai pembibitan dari tanaman stroberi. Keuntungan menggunakan sistem NFT ini yaitu larutan yang bersirkulasi dengan sendirinya secara terus menerus menjadi kaya akan oksigen terlarut.



Stroberi (*Fragaria sp.*) merupakan salah satu komoditas buah – buahan yang penting di dunia, terutama untuk negara-negara beriklim subtropis. Seiring perkembangan ilmu dan teknologi pertanian yang semakin maju, stroberi kini mendapat perhatian pengembangannya di daerah beriklim tropis. Tingkat pertumbuhan petani stroberi terus meningkat dari tahun ke tahun Budidaya stroberi telah dicoba oleh beberapa petani di daerah Sukabumi, Cianjur, Cipanas, dan Lembang (Jawa Barat); Batu (Malang); Bedugul (Bali); serta di Loka dan Malino (Sulawesi Selatan). Menurut Badan Pusat Statistik (2011), produksi stroberi Indonesia tahun 2009 sebesar 19.132 ton dan mengalami perkembangan produksi 29,87% (5.714 ton) pada tahun 2010, dimana jumlah produksi tahun 2010 sebanyak 24.846 ton (Mappanganro, 2013). Pada tanaman stroberi yang dialiri oleh nutrisi dimana nutrisi tersebut memiliki hubungan erat dengan kadar keasaman (pH).

Stroberi memiliki rentang pH ideal 5,5 - 6,5 untuk media tanamnya agar dapat tumbuh optimal. Kadar pH yang berlebihan dapat mengganggu pertumbuhan stroberi antara lain kerusakan membran akar, selain itu daun maupun buah menjadi berwarna lebih kuning sehingga jika buah dapat tumbuh akan menghasilkan buah yang kurang manis. Kadar pH yang kurang juga dapat mempengaruhi pertumbuhan stroberi yaitu stroberi menjadi tidak mampu menyerap nutrisi yang dibutuhkan (Kustanti, 2014).

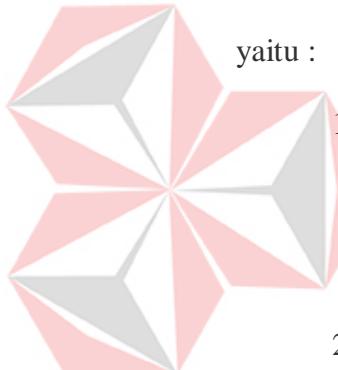
Pada penelitian sebelumnya yang berjudul “Implementasi *Fuzzy Logic Controller* Untuk Mengatur pH Nutrisi Pada Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique (NFT)*”. Dian Pancawati dan Andik Yulianto menggunakan sistem Hidroponik NFT pada selada dengan metode *Fuzzy Logic Control* sugeno untuk mengatur pH nutrisi pada sistem Hidroponik NFT supaya dapat menjaga kestabilan

nilai pH nutrisi sebesar 5,5. Sistem kontrol yang digunakan adalah Arduino Mega2560 dengan Analog pH Meter Kit sebagai input, serta *solenoid valve* sebagai aktuator pada sistem kontrol tersebut.

Yang akan direalisasikan oleh penulis yaitu tentang pengaturan pH pada Hidroponik NFT untuk pembibitan tanaman stroberi berbasis *Fuzzy Logic Control* menggunakan metode Sugeno untuk mengatur kestabilan pH pada nutrisi yang akan dialirkan ke tanaman stroberi Hidroponik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas dapat dirumuskan permasalahannya, yaitu :



1. Bagaimana cara mengatur nilai pH pada larutan nutrisi tanaman stroberi pada sistem Hidroponik NFT dengan menerapkan metode *fuzzy Sugeno*?
2. Bagaimana cara merancang sistem perubahan pH pada larutan Hidroponik NFT?

1.3 Batasan Masalah

Dalam perancangan ini, terdapat beberapa batasan masalah, antara lain :

1. Sistem mekanik tidak memberikan *feedback* mengenai kondisi dari tanaman.
2. Tidak membahas masalah wadah pupuk cair dan wadah air kosong.
3. Pencampuran larutan nutrisi dengan cara manual.

1.4 Tujuan

Tujuan perancangan alat ini, adalah :

1. Dapat mengatur nilai pH pada larutan nutrisi tanaman stroberi pada sistem Hidroponik NFT dengan menerapkan metode *fuzzy Sugeno*.
2. Merancang sistem perubahan pH pada larutan Hidroponik NFT.

1.5 Sistematika Penulisan

BAB I PENDAHULUAN

Pada bab ini dijelaskan tentang latar belakang, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan dari penelitian ini, dan sistematika penulisan tugas akhir.

BAB II LANDASAN TEORI

Pada bab ini membahas teori penunjang baik secara metode, software dan hardware secara singkat sebagai acuan pada penelitian tugas akhir.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini berisi tentang pengujian sistem yang meliputi perancangan sistem, Rangkaian otomasi sistem hingga sampai ke pengujian rancang bangun keseluruhan sistem.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas tentang hasil pengujian dari sistem keseluruhan dari rancang bangun yang akan menstabilkan kadar pH pada larutan nutrisi Hidroponik.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisi tentang kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan penulis, serta saran kedepan sebagai pengembangan penelitian.

BAB II

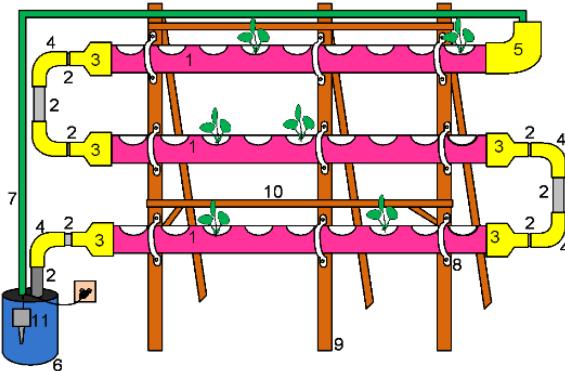
LANDASAN TEORI

2.1 Hidroponik

Hidroponik adalah media bercocok tanam menggunakan air sebagai pengganti tanah. Hidroponik sendiri berasal dari *hydro* yang berarti air dan *ponos* berarti kerja. Definisi dari hidroponik ialah penggeraan atau pengelolaan air yang digunakan sebagai media tumbuh tanaman dan tempat akar tanaman mengambil unsur hara yang diperlukan. Media tanam yang digunakan pada umumnya bersifat poros, seperti arang sekam, pasir, batu apung, *rockwool*, kerikil (Lingga, 2015).

2.2 Hidroponik Sistem NFT (*Nutrient Film Technique*)

NFT (*Nutrient Film Technique*) adalah metode budidaya tanaman dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman mendapatkan cukup air, nutrisi dan oksigen. Tanaman tumbuh dalam lapisan *polyethylene* dengan akar tanaman terendam dalam air yang berisi larutan nutrisi yang disirkulasikan secara terus menerus dengan pompa. Daerah perakaran dalam larutan nutrisi dapat berkembang dan tumbuh dalam larutan nutrisi yang dangkal sehingga bagian atas akar tanaman berada di permukaan antara larutan nutrisi dan *Styrofoam*.



Gambar 2.1 Sistem NFT (Nutrient Film Technique)

(Sumber: www.daunijo.com)

Gambar 2.1 merupakan ilustrasi dari gambaran sistem Hidroponik NFT dengan menggunakan bahan pipa PVC yang telah dilubangi dan digunakan sebagai wadah dari pot untuk menanam tanaman secara Hidroponik yang nantinya akan dialiri larutan nutrisi untuk tanaman tersebut secara terus menerus.

2.3 Nutrisi AB Mix

Nutrisi AB *mix* merupakan nutrisi yang paling banyak digunakan untuk tanaman Hidroponik. Nutrisi AB *mix* sendiri yaitu terdiri dari 2 formula yaitu pupuk A dengan pupuk B. Menurut (Umar, Akhmad, & Sanyoto, 2016) bahwa Nutrisi AB *mix* merupakan nutrisi yang sangat berpengaruh untuk tanaman Hidroponik yang dapat digunakan sebagai suplai hara, baik makro maupun mikro untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang optimum. Nutrisi hidroponik tersebut terdiri dari 2 larutan, yaitu A *mix* yang mengandung unsur hara makro dan B *mix* mengandung unsur hara mikro seperti pada gambar 2.2 di bawah.



Gambar 2.2 Nutrisi AB mix

(Sumber: www.bukalapak.com)

2.4 Tanaman Stroberi

Stroberi (*Fragaria sp.*) adalah tanaman yang sangat penting di Dunia terutama pada negara yang memiliki iklim subtropis. Seiring dengan berkembangnya teknologi di bidang pertanian, kini stroberi mendapatkan pengembangan di negara yang beriklim tropis salah satunya yaitu di Indonesia.



Gambar 2.3 Tanaman Stroberi Hidroponik

(Sumber: shopee.co.id)

Gambar 2.3 merupakan stroberi yang ditanam secara Hidroponik. Stroberi yang ditanam secara Hidroponik memiliki syarat tertentu agar dapat tumbuh dan berkembang yaitu kadar keasaman (pH). Stroberi memiliki rentang pH ideal sekitar 5,8 – 6,5 agar tanaman stroberi tetap tumbuh secara optimal.

2.5 Arduino UNO

Arduino UNO merupakan sebuah board mikrokontroler yang dikontrol penuh oleh ATmega328. Seperti yang ditunjukkan pada gambar 5 dibawah, Arduino UNO mempunyai 14 pin digital input/output (6 di antaranya dapat digunakan sebagai output PWM), 6 input analog, sebuah osilator Kristal 16 MHz, sebuah koneksi USB, sebuah power jack, sebuah ICSP header, dan sebuah tombol reset. Arduino UNO memuat semua yang dibutuhkan untuk menunjang mikrokontroler, mudah menghubungkannya ke sebuah computer dengan sebuah kabel USB atau mensuplainya dengan sebuah adaptor AC ke DC atau menggunakan baterai untuk menghidupkannya. Gambar 2.4 adalah contoh dari mikrokontroler Arduino dan tabel 2.1 adalah spesifikasi dari Arduino .



Gambar 2.4 Arduino UNO

(Sumber: www.khanacademy.org)

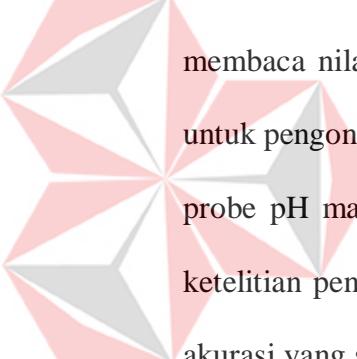
Tabel 2.1 Spesifikasi Arduino UNO

Mikrokontroler	ATmega328P
Tegangan Operasi	5V
Tegangan Input (Disarankan)	7-12V
Tegangan Input (Batas)	6-20V
Pin Digital I / O	14 (dimana 6 memberikan output PWM)
PWM Digital I / O Pins	6

Pin input analog	6
Arus DC per I / O Pin	20 Ma
Arus DC untuk pin 3.3V	50 Ma
Memori flash	32KB(ATmega328P)/0.5KB digunakan oleh bootloader
SRAM	2 KB (ATmega328P)
EEPROM	1 KB (ATmega328P)
Kecepatan jam	16 MHz
LED_BUILTIN	13

(Sumber: www.cronyos.com)

2.6 PH Sensor Data Acquisition



Modul ini berisikan rangkaian – rangkaian komponen yang digunakan untuk membaca nilai pH dari suatu objek. Pengukur pH analog ini, dirancang khusus untuk pengontrol Arduino dan memiliki penghubung yang praktis. Koneksi dengan probe pH maka akan didapatkan pembacaan pada Arduino untuk mendapatkan ketelitian pengukuran pH hingga 0,1. Sebagian besar alat sejenis dengan kisaran akurasi yang seperti ini dan dengan biaya yang rendah menjadikan alat ini sebagai modul pH yang tepat untuk biorobotik dan proyek lainnya.

Modul memiliki LED yang berfungsi sebagai Indikator Daya, konektor BNC dan antarmuka sensor pH. Untuk menggunakannya, cukup sambungkan sensor pH dengan konektor BND, dan sambungkan antarmuka PH 2.0 ke port input analog dari setiap pengontrol Arduino. Jika diprogram sebelumnya, Anda akan mendapatkan nilai pH dengan mudah. Modul ini sangat cocok digunakan untuk penggunaan penelitian dikarenakan ketelitian yang tinggi dan harga yang relatif murah. Gambar 2.5 adalah gambar dari sensor pH.

Berikut merupakan spesifikasi dari modul ini :

- 1) Tegangan pemanas: 5 +~ 0.2V (DC)
- 2) Arus Kerja : 5-10mA
- 3) Rentang konsentrasi deteksi: PH 0-14
- 4) Kisaran suhu yang terdeteksi: 0-80
- 5) Waktu respons: 5S
- 6) Waktu stabilisasi: 60S
- 7) Kekuatan elemen: 0.5W
- 8) Suhu kerja: -10 ~ 50 (suhu nominal 20)
- 9) Max Kelembaban: 95% RH (kelembaban nominal 65% RH)
- 10) Output sinyal tegangan analog



Gambar 2.5 Sensor pH

(Sumber: www.tokopedia.com)

2.7 PH Up & PH Down

Cairan pH up & pH down merupakan cairan khusus untuk Hidroponik untuk mengatur pH yang sesuai pada larutan nutrisi hidroponik. Cairan pH *down* ini adalah cairan untuk menurunkan pH yang memiliki kandungan Asam Fosfat 10%, sedangkan cairan pH *up* untuk menaikkan nilai pH yang memiliki kandungan

Kalium Hidroksida 10%. Saran pH yang digunakan untuk tanaman biasanya berkisar antara 5,5 – 6,5. Gambar 2.6 di bawah ini adalah contoh gambar cairan pH *up* & pH *down*.



Gambar 2.6 Cairan pH *up* & pH *down*

(Sumber: www.tokopedia.com)

2.8 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik *loop* tertutup (servo), sehingga dapat di *setup* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros *output* motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian *gear*, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian *gear* yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo. Penggunaan sistem kontrol *loop* tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Prinsip kerja motor servo yaitu dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar

pulsa (*Pulse Wide Modulation*) disingkat PWM melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam). Pada gambar 2.7 adalah gambar dari motor servo.

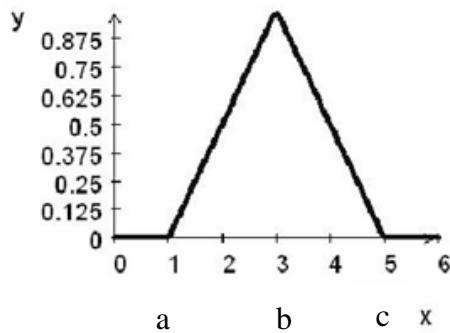


2.9 Logika Fuzzy

Menurut (Ridhamuttaqin, Trisanto, & Nasrullah, 2013) Logika *fuzzy* adalah sebuah bentuk logika yang memiliki banyak nilai (*many-valued-logic*) yang digunakan untuk mendefinisikan nilai antara 0 sampai 1 dengan menggunakan pendekatan bahasa lisan (verbal) agar komputer dapat berpikir layaknya manusia. Dalam aplikasinya *fuzzy logic* lebih banyak menggunakan pernyataan-pernyataan lisan (verbal) dari pada persamaan matematis untuk menganalisa dan

mengendalikan suatu proses. Berikut adalah beberapa fungsi dari himpunan *fuzzy* yang dapat digunakan dalam kehidupan sehari-hari diantaranya adalah:

1) Representasi Segitiga



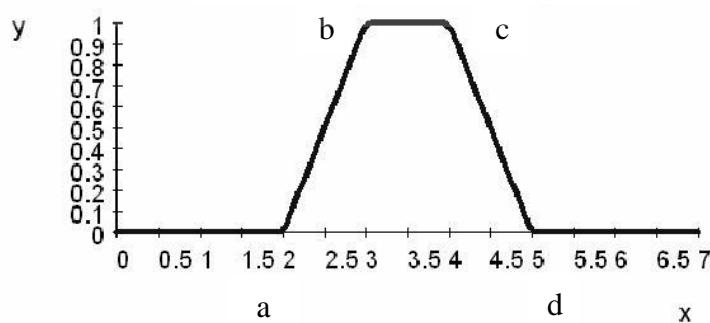
Gambar 2.8 Representasi segitiga

(Sumber: Olahan Sendiri)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, \frac{c-x}{c-b} \right), 0 \right)$$

2) Representasi Trapesium



Gambar 2.9 Representasi trapesium

(Sumber: Olahan Sendiri)

Fungsi keanggotaan :

$$\mu[x] = \max \left(\min \left(\frac{x-a}{b-a}, 1, \frac{d-x}{d-c} \right), 0 \right)$$

2.10 Metode Sugeno

Teknik inferensi *fuzzy* yang akan digunakan pada penelitian kali ini adalah metode Sugeno. Metode ini merupakan inferensi *fuzzy* yang direpresentasikan dalam bentuk *IF-THEN*, hanya saja *output* (konsekuensi) sistem tidak berupa himpunan *fuzzy*, melainkan berupa konstanta atau persamaan linear. Metode ini diperkenalkan oleh Takagi-Sugeno Kang pada tahun 1985. Menurut Cox (1994) metode ini terdiri dari 2 jenis yaitu orde 0 dan orde 1. Untuk orde 0 memiliki rumus:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ (x_2 \text{ is } A_2) \circ (x_3 \text{ is } A_3) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) THEN z = k$$

dengan A_i adalah himpunan *fuzzy* ke- i sebagai alasan (anteseden), dan k adalah konstanta sebagai konsekuensi. Sedangkan untuk rumus pada Orde 1:

$$IF (x_1 \text{ is } A_1) \circ \dots \circ (x_N \text{ is } A_N) THEN z = p_1*x_1 + \dots + p_N*x_N + q$$

dengan A_i sebagai himpunan *fuzzy* ke- i sebagai alasan (anteseden), dan p_1 adalah konstanta ke- i dan juga q merupakan konstanta dalam konsekuensi. Untuk defuzzifikasi dari metode Sugeno yaitu dengan cara mencari nilai rata-rata (Purnomo & Kusumadewi, 2010).

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1. Metode Penelitian

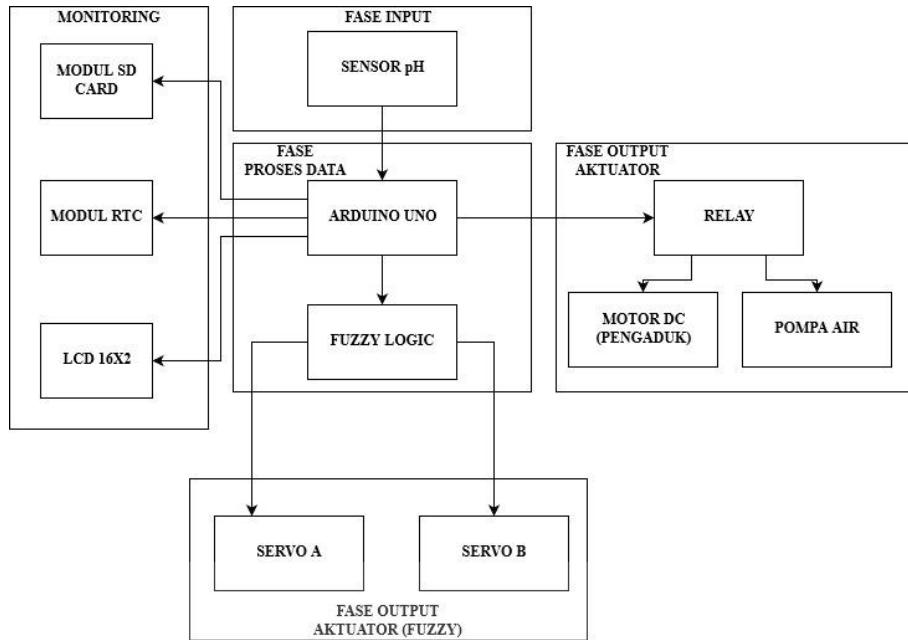
Metode penelitian yang digunakan pada tugas akhir ini yaitu membuat sebuah sistem rancang bangun menggunakan sebuah mikrokontroler Arduino UNO beserta komponen lainnya.

Pada sistem rancang bangun terdapat *input* yaitu sensor pH sebagai pembacaan kadar pH dari larutan nutrisi Hidroponik dan juga *output* yaitu Servo A sebagai pengatur larutan asam, Servo B sebagai pengatur larutan basa, Motor DC sebagai pengaduk larutan, Pompa air untuk memompa larutan nutrisi ke pipa hidroponik dan juga LCD untuk menampilkan nilai dari pH dan juga hasil perhitungan.

Hasil perhitungan yang didapat berdasarkan dari sebuah pembacaan sensor pH yang diolah menggunakan logika *fuzzy* pada mikrokontroler Arduino UNO, setelah selesai diproses maka mikrokontroler tersebut akan mengirimkan sebuah perintah pada aktuator berupa *output*-an yang sesuai dengan *rule* yang ditanam pada program yang terdapat pada mikrokontroler Arduino UNO. Kemudian data disimpan menggunakan modul *micro SD Card* pada jam yang telah ditentukan, sehingga data akan aman apabila terjadi hal yang tidak diinginkan. Untuk menentukan waktu penyimpanan data dibutuhkan sebuah modul RTC (*Real Time Clock*). Dengan adanya RTC ini nantinya akan disesuaikan pada jam tertentu yang sesuai dengan jam dunia.

3.2. Perancangan Sistem

Berikut adalah gambaran dari Blok Diagram pada rancangan alat.



Gambar 3.1 Blok Diagram

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tiap – tiap bagian dari blok diagram gambar 3.1 dapat dijelaskan sebagai berikut :

- 1) Fase Input
 - a. Sensor pH : Sebagai pembaca kadar pH pada larutan nutrisi.
- 2) Monitoring
 - a. LCD 16x2 : Digunakan untuk menampilkan sebuah nilai keluaran dari proses.
 - b. Modul RTC : Digunakan untuk pengaturan waktu sebagai pengambilan data pada jam tertentu.
 - c. Modul SD Card : Digunakan untuk menyimpan data keseluruhan.

3) Fase Proses Data

- a. Arduino UNO : Mikrokontroler yang digunakan sebagai media pemrosesan data.
- b. *Fuzzy* : Sebuah metode yang akan digunakan untuk menggerakkan aktuator servo.

4) Fase *Output* Aktuator

- a. *Relay* : Untuk mengatur nyala/mati dari Motor DC dan Pompa Air pada keadaan tertentu.
- b. Motor DC : Digunakan sebagai alat untuk mengaduk larutan nutrisi Hidroponik.
- c. Pompa Air : Digunakan untuk memompa larutan nutrisi ke pipa Hidroponik.
- d. Servo A & B : Digunakan untuk mengatur larutan asam dan basa untuk menstabilkan pH nutrisi hidroponik.

3.3. Sistem Fuzzy

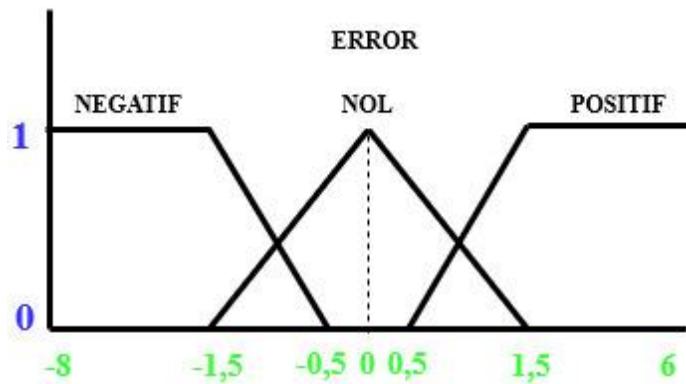
Metode *fuzzy* yang akan digunakan pada tugas akhir ini yaitu metode

Sugeno. Berikut ini adalah *rule – rule* dari metode Sugeno.

1) *Input Fuzzy Sugeno*

Terdapat 2 *input* pada *fuzzy* sugeno yaitu *error* dari sebuah data yang didapat dari selisih pembacaan sensor pH dengan nilai yang diinginkan dan juga delta *error* dari penjumlahan dari data *error*. Berikut adalah gambar dari derajat keanggotaan dari kedua *input*:

a. *Error pH*



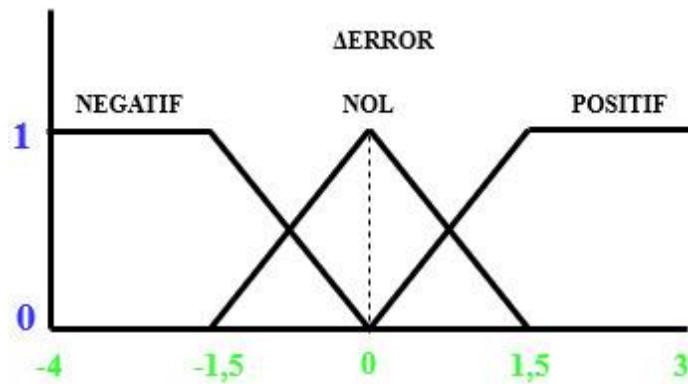
Gambar 3.2 Himpunan Fuzzy pada *Error pH*

(Sumber: Olahan Sendiri)

- *Error* data negatif : $(-8) - (-0,5)$
- *Error* data nol : $(-1,5) - 1,5$
- *Error* data positif : $0,5 - 6$

Nilai himpunan *error pH* pada gambar 3.2 didapatkan dari set nilai pH yang diinginkan sebesar 6, dikurangi dengan nilai dari pembacaan sensor pH ($6 - \text{pembacaan sensor pH}$).

b. *Delta Error*



Gambar 3.3 Himpunan Fuzzy pada *Delta Error*

(Sumber: Olahan Sendiri)

- *Delta error* negatif : $(-4) - 0$

- Delta *error* nol : $(-1,5) - 1,5$
- Delta *error* positif : $0 - 3$

Nilai dari delta *error* pH pada gambar 3.3 didapatkan dari selisih nilai dari *error* pH baru dikurangi dengan *error* pH lama (*error* pH baru – *error* pH lama).

2) Output Fuzzy Sugeno



Gambar 3.4 Himpunan fuzzy pada output servo

(Sumber: Olahan Sendiri)

Tertutup: 0° , Sedang: 55° , Terbuka: 70°

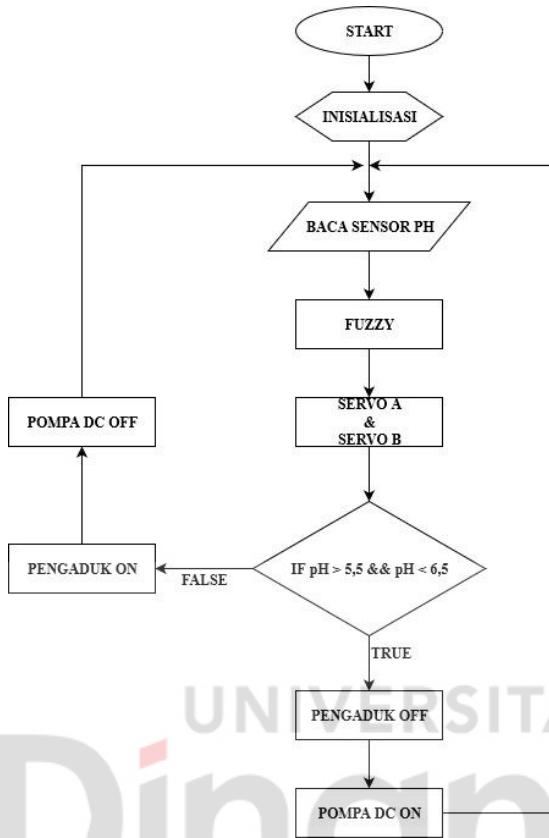
Tabel 3.1 Tabel rule fuzzy pada output Servo

	Delta Negatif	Delta Nol	Delta Positif
Error Negatif	Servo A (Terbuka) & Servo B (Tertutup)	Servo A (Terbuka) & Servo B (Tertutup)	Servo A (Sedang) & Servo B (Tertutup)
Error Nol	Servo A (Sedang) & Servo B (Tertutup)	Servo A (Tertutup) & Servo B (Tertutup)	Servo A (Tertutup) & Servo B (Sedang)
Error Positif	Servo A (Tertutup) & Servo B (Sedang)	Servo A (Tertutup) & Servo B (Terbuka)	Servo A (Tertutup) & Servo B (Terbuka)

(Sumber: Olahan Sendiri)

3) Flowchart Sistem

a. Kontrol Sistem



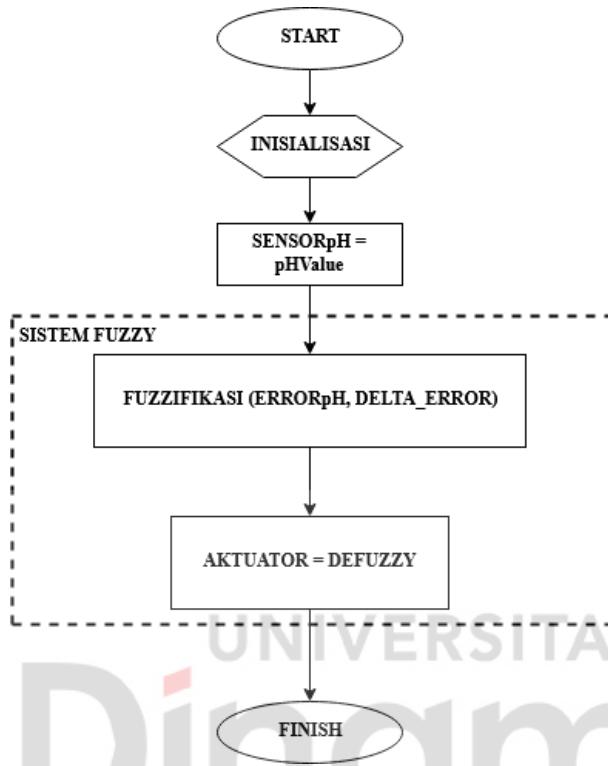
Gambar 3.5 Flowchart kontrol sistem

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 3.5 di atas hal pertama adalah inisialisasi variabel, lalu keadaan awal yaitu sensor pH akan membaca kadar pH yang ada pada larutan nutrisi tersebut dan diproses oleh *fuzzy logic controller* dimana *fuzzy* tersebut akan mengatur aktuator servo A dan juga servo B untuk menstabilkan pH pada larutan dimana servo A untuk mengatur larutan asam dan servo B untuk mengatur larutan basa. Kemudian pompa DC yang ada pada bak larutan nutrisi hidroponik dalam keadaan *off* dan pengaduk akan menyala apabila kondisinya terpenuhi, kemudian proses akan kembali pada pembacaan sensor pH. Apabila kondisi tidak terpenuhi maka pengaduk akan berada pada kondisi *off* kemudian pompa DC tersebut akan

menyala untuk menyalurkan larutan nutrisi tersebut ke dalam sistem Hidroponik NFT, lalu proses akan berulang kembali pada pembacaan sensor pH.

b. Sistem *Fuzzy*



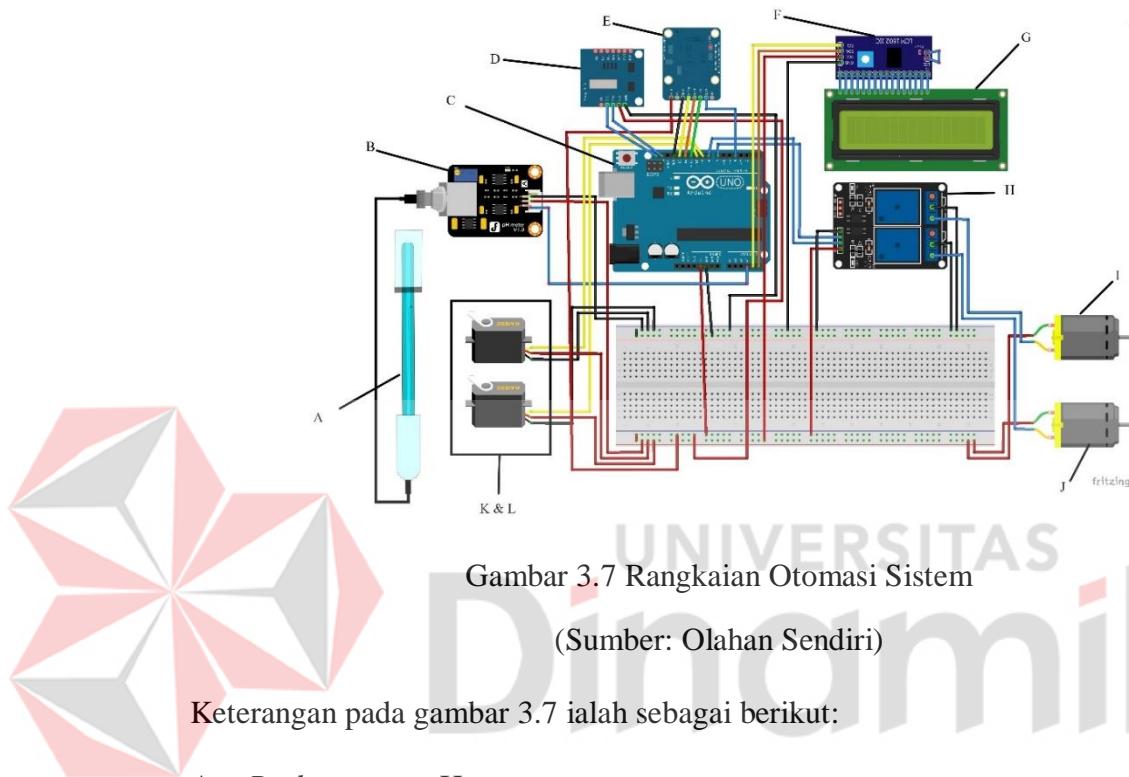
Gambar 3.6 Flowchart sistem *fuzzy*

(Sumber: Olahan Sendiri)

Gambar 3.6 ini adalah *flowchart* dari sistem *fuzzy*, hal yang dilakukan pertama kali yaitu inisialisasi, selanjutnya sensor pH membaca nilai kadar pH pada larutan nutrisi yang tersedia pada bak yang tersedia dan akan dikirimkan pada Arduino UNO. Setelah sensor membaca nilai pH maka nilai tersebut akan disimpan pada variabel yang tersedia. Variabel tersebut akan diolah menggunakan sistem *fuzzy Sugeno* dengan *rule* yang sudah ditentukan. Terdapat 2 proses *fuzzy* yaitu fuzzifikasi dan defuzzifikasi sehingga nantinya akan didapatkan nilai berupa sebuah keluaran yang berfungsi sebagai penggerak aktuator Servo. Apabila kondisi dari

nilai pH sudah sesuai dengan *rule* yang diharapkan, maka sistem akan berhenti karena kondisi telah terpenuhi.

3.4. Rangkaian Otomasi Sistem



Keterangan pada gambar 3.7 ialah sebagai berikut:

- A. Probe sensor pH
- B. Modul sensor pH
- C. Arduino UNO
- D. Modul RTC
- E. Modul SD Card
- F. I2C
- G. LCD 16x2
- H. Relay 2 Channel
- I. Motor DC (Pengaduk)
- J. Pompa Air

K. Servo A

L. Servo B

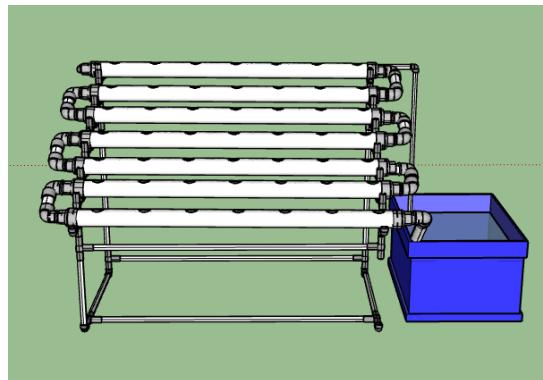
Pada gambar 3.7 adalah rangkaian otomasi sistem yang nantinya akan dipasang pada rancangan bangunan sistem hidroponik NFT. Pusat kendali yang digunakan yaitu Arduino UNO, sedangkan untuk inputnya menggunakan modul sensor pH dan juga probe dari sensor pH. Hasil keluaran dari sensor yang memberi perintah pada aktuator berupa LCD, Servo A dan Servo B untuk membuka dan menutup keran yang berisi larutan asam maupun basa, sedangkan motor DC dan pompa air nantinya akan dihubungkan pada *relay 2 channel*. Berikut adalah tabel dari pemetaan pin seluruh komponen ke kontroler :

Tabel 3.2 Pinout komponen Arduino

NO	KOMPONEN	PINOUT	
		Digital	Analog
1	Modul Sensor pH	-	A3
2	Modul RTC	SDA & SCL	-
3	Modul Micro SD Card	D13,D12,D11,D4	-
4	I2C + LCD	SDA & SCL	-
5	Relay	D7 & D8	-
6	Servo A	D9	-
7	Servo B	D10	-

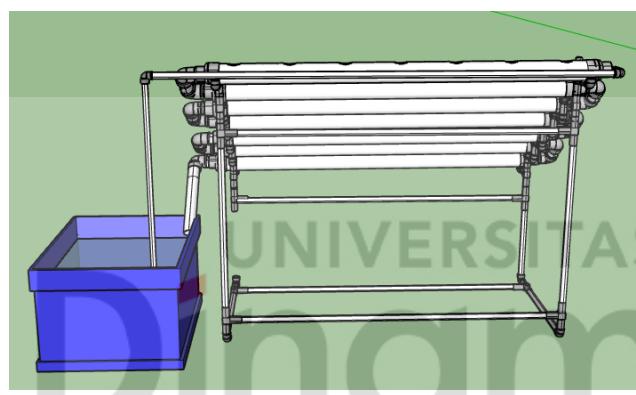
(Sumber: Olahan Sendiri)

3.5. Model Perancangan



Gambar 3.8 Tampilan Depan Model

(Sumber: Olahan Sendiri)



Gambar 3.9 Tampilan Belakang Model

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 3.8 merupakan tampilan depan dari rancang bangun hidroponik NFT, sedangkan pada gambar 3.9 merupakan tampilan belakang dari model rancang bangun. Rancangan ini memiliki 4 tingkat pada rancangan aslinya, kemudian terdapat bak air untuk menampung larutan nutrisi hidroponik. Sirkulasi air dimulai dari penyedotan larutan nutrisi yang tertampung di dalam bak menuju ke pipa hidroponik NFT.

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada bab ini dibahas hasil serta pembahasan pada pengujian otomasi sistem dari Hidroponik yang telah dirancang.

4.1. Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada sistem akan diuji pada setiap sensor yang digunakan guna mengetahui apakah sensor yang digunakan berfungsi dengan baik atau tidak. Pengujian akan dilakukan pada sensor yang akan digunakan dengan cara memberikan sebuah program pada sensor yang akan diuji.

4.2. Pengujian Arduino UNO

Pengujian yang akan dilakukan pada Arduino UNO yaitu dengan cara memasukkan sebuah program sederhana menggunakan *software* Arduino IDE. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk cek kondisi dari Arduino apakah Arduino yang digunakan pada penelitian tidak mengalami kerusakan dan juga kegagalan pada saat mengeksekusi program sehingga nantinya dapat berjalan dengan baik dan lancar. Berikut ini adalah beberapa alat yang dibutuhkan dalam pengujian ini, antara lain :

- a. PC / Laptop.
- b. Arduino UNO.
- c. USB *Downloader*.
- d. *Software* Arduino IDE.

Berikut adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian Arduino UNO, sebagai berikut :

- 
- a. Menyalakan PC / Laptop yang akan digunakan.
 - b. Menghubungkan PC / Laptop pada Arduino UNO dengan menggunakan USB *downloader*.
 - c. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Program perintah dalam bentuk bahasa C pada Arduino IDE. Berikut adalah contoh program pada Arduino IDE : **(Lihat pada Lampiran 1)**
 - d. Setelah selesai mengetik program, maka tekan tombol *verify* dengan *icon* yang memiliki simbol centang pada bagian kiri atas dari *software* Arduino IDE. Kemudian pilih *board* Arduino yang akan digunakan yaitu Arduino UNO dengan cara klik “*tools*” kemudian “*board:*” kemudian konfigurasi *port* Arduino yang terdeteksi oleh PC / Laptop. Langkah berikutnya tekan “*upload*” untuk mengunggah program ke dalam Arduino UNO yang memiliki bentuk *icon* arah panah ke kanan.
 - e. Apabila program telah berhasil diunggah, maka tekan serial monitor yang terdapat di bagian kanan atas dari *software* Arduino IDE. Maka akan tampil hasil dari *serial* yang dicetak.

4.3. Pengujian Kalibrasi Sensor PH

Modul sensor pH digunakan sebagai deteksi kadar pH yang terdapat pada larutan nutrisi Hidroponik. Sensor ini dapat menghasilkan nilai keluaran pada *serial monitor* yang menunjukkan kadar pH yang terdapat pada larutan nutrisi. Pengujian sensor ini bertujuan untuk melihat hasil kinerja dari modul sensor pH apakah dapat mendeteksi nilai pH yang ada pada larutan nutrisi maupun cairan yang berisikan asam atau basa. Berikut alat yang dibutuhkan pada pengujian ini, antara lain :

- a. PC / Laptop.
- b. Arduino UNO.
- c. Modul sensor pH.
- d. Larutan pH *Buffer*.
- e. USB *Downloader*.
- f. Kabel.
- g. *Software* Arduino IDE.

Berikut ini adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian modul sensor pH, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan antara *probe* dengan modul sensor pH ke pin data *analog*, *power* dan *ground* sesuaikan dengan direksinya pada Arduino UNO menggunakan kabel jumper.
- b. Menyalakan PC / Laptop.
- c. Menghubungkan Arduino UNO pada PC / Laptop yang digunakan menggunakan kabel USB *downloader*.
- d. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Isi program sesuai perintah untuk sensor pH ke dalam bahasa C pada Arduino IDE. Berikut program pada Arduino IDE untuk sensor pH : (**Lihat pada Lampiran 2**)
- e. Setelah selesai mengetik program, maka tekan tombol *verify* dengan *icon* yang memiliki simbol centang pada bagian kiri atas dari *software* Arduino IDE. Kemudian *upload* program tersebut pada Arduino UNO. Jika sudah selesai maka klik “*Serial Monitor*”. Pada jendela *serial monitor* akan tampil hasil dari program yang sudah diunggah.

- f. Masukkan sensor pada 2 larutan pH *buffer* yang berbeda nilai untuk mengamati nilai dari pH sesuai dengan yang tertera dari bungkus pH *buffer*.
- g. Mengamati hasil nilai pH pada jendela *serial monitor*.

4.4. Pengujian Otomasi Sistem

Pengujian ini merupakan hasil pengambilan data pada otomasi sistem yang telah dirancang. Mengolah *input* hingga diproses menggunakan Arduino UNO untuk menghasilkan *output* yang dapat mengatur sebuah kadar pH yang terdapat pada larutan nutrisi Hidroponik pada tanaman stroberi.

Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengontrol nilai pH pada larutan nutrisi Hidroponik pada sistem yang dirancang. Dengan pengambilan data dan kalibrasi sensor pH diharapkan dapat menjaga kondisi nilai pH sesuai dengan kebutuhan tanaman stroberi. Berikut alat yang digunakan pada pengujian, antara lain :

- a. PC / Laptop.
- b. Arduino UNO.
- c. USB *Downloader*.
- d. Kabel *Jumper*.
- e. Sensor pH.
- f. Servo A.
- g. Servo B.
- h. Relay 2 channel.
- i. Motor DC.
- j. Pompa Air.

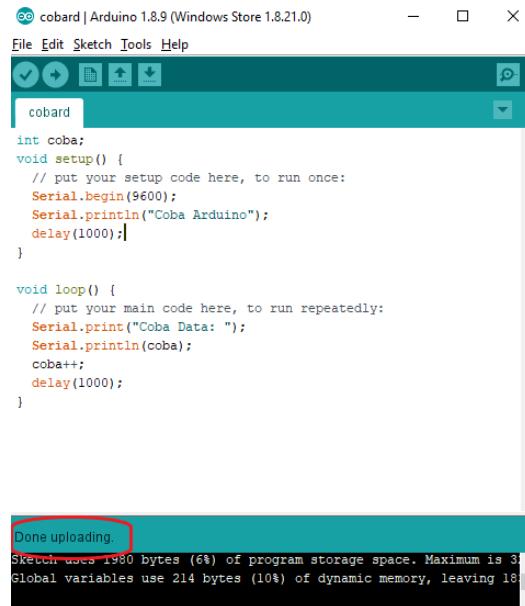
k. I2C LCD.

Berikut ini adalah langkah-langkah pada prosedur pengujian otomasi sistem, sebagai berikut :

- a. Menghubungkan tiap pin komponen ke pin Arduino UNO menggunakan kabel *jumper* sesuai dengan direksi pinnya.
- b. Menyalakan PC / Laptop.
- c. Menghubungkan Arduino UNO ke PC / Laptop dengan menggunakan kabel *downloader USB*.
- d. Membuka *software* Arduino IDE pada PC / Laptop. Isi program perintah pada Arduino IDE dan *upload* program ke Arduino UNO.
- e. Klik “*verify*” pada *toolbar*, apabila tidak terdapat kesalahan pada *syntax* maka klik “*upload*” untuk unggah program pada Arduino. Jika sudah selesai maka klik “*serial monitor*”.
- f. Untuk melihat hasil dari pembacaan sensor terdapat pada jendela *serial monitor*.

4.5. Hasil Pengujian Arduino UNO

Pada pengujian program pada Arduino UNO menggunakan *software* Arduino IDE dapat dilihat hasil yang sudah *diupload* pada gambar 4.1 terlihat tulisan “*Done Uploading*” yang berarti bahwa program berhasil *diupload* ke Arduino UNO dan juga tidak ada kesalahan pada program.



The screenshot shows the Arduino IDE interface with a teal header bar. The title bar reads "cobard | Arduino 1.8.9 (Windows Store 1.8.21.0)". Below the header are standard menu options: File, Edit, Sketch, Tools, Help. A toolbar with icons for file operations follows. The main area contains a code editor with the following sketch:

```

int coba;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Coba Arduino");
    delay(1000);
}

void loop() {
    // put your main code here, to run repeatedly:
    Serial.print("Coba Data: ");
    Serial.println(coba);
    coba++;
    delay(1000);
}

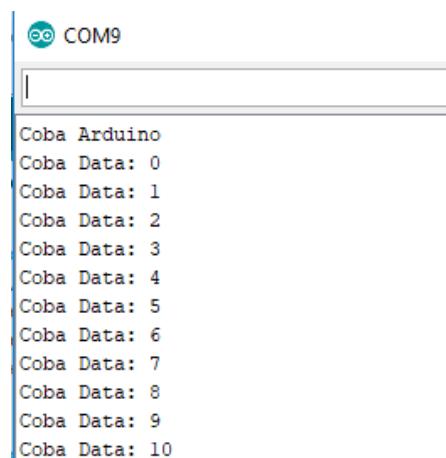
```

At the bottom of the code editor, a status bar displays: "Done uploading.", "Sketch uses 1480 bytes (6%) of program storage space. Maximum is 32248 bytes.", and "Global variables use 214 bytes (10%) of dynamic memory, leaving 18864 bytes free".

Gambar 4.1 Proses *upload* program Arduino IDE

(Sumber: Olahan Sendiri)

Program yang telah di*upload* pada Arduino UNO merupakan sebuah program untuk mengirimkan data menggunakan *serial*. Proses tersebut menggunakan *PORT USB PC* agar dapat menerima data yang dikirim melalui *serial monitor* pada *software Arduino IDE*. Berikut ini adalah hasil dari program yang diunggah ke Arduino UNO pada gambar 4.2.



The screenshot shows the Serial Monitor window titled "COM9". The window has a light blue header and a white body. It displays the following text:

```

Coba Arduino
Coba Data: 0
Coba Data: 1
Coba Data: 2
Coba Data: 3
Coba Data: 4
Coba Data: 5
Coba Data: 6
Coba Data: 7
Coba Data: 8
Coba Data: 9
Coba Data: 10

```

Gambar 4.2 Hasil program pada *serial monitor*

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 4.2 di atas yaitu jendela *serial monitor* menunjukkan data yang dikirim sesuai dengan program perintah yang diunggah pada Arduino UNO. Dengan pengujian ini membuktikan bahwa Arduino UNO bekerja dengan baik dan dapat digunakan dalam sistem.

4.6. Hasil Pengujian Kalibrasi Sensor pH

Pada pengujian kalibrasi sensor pH ini dengan menggunakan pH *buffer* 4,01 dan 6,86 pada tiap-tiap gelas yang tersedia, kemudian akan dibandingkan dengan menggunakan pH meter sehingga didapatkan hasil perbandingan antara sensor pH dengan pH meter yang ada pada tabel 4.1 dan tabel 4.2 di bawah ini.

Tabel 4.1 Hasil uji coba pH buffer 4,01

pH Kalibrasi 4,01				
Waktu (Detik)	Tegangan (Volt)	pH Sensor	pH Meter	Error (%)
0	1,12	3,93	4,0	1,75
30	1,12	3,93	4,0	1,75
60	1,12	3,93	4,0	1,75
90	1,12	3,93	4,0	1,75
120	1,12	3,93	4,0	1,75
150	1,12	3,92	4,0	2
180	1,12	3,93	4,0	1,75
210	1,12	3,92	4,0	2
240	1,12	3,93	4,0	1,75
270	1,12	3,93	4,0	1,75
300	1,12	3,92	4,0	2
330	1,12	3,92	4,0	2
360	1,12	3,93	4,0	1,75
390	1,12	3,92	4,0	2
420	1,12	3,93	4,0	1,75
450	1,12	3,94	4,0	1,5
480	1,12	3,94	4,0	1,5
510	1,12	3,93	4,0	1,75
540	1,12	3,93	4,0	1,75

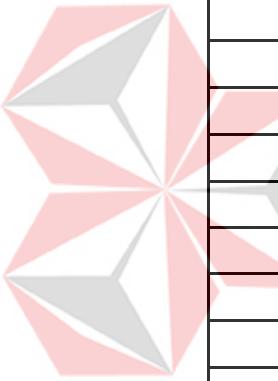
Waktu (Detik)	Tegangan (Volt)	pH Sensor	pH Meter	Error (%)
570	1,12	3,93	4,0	1,75
600	1,12	3,94	4,0	1,5
630	1,12	3,94	4,0	1,5
660	1,12	3,94	4,0	1,5
690	1,12	3,93	4,0	1,75
720	1,12	3,93	4,0	1,75
750	1,12	3,93	4,0	1,75
780	1,12	3,93	4,0	1,75
810	1,12	3,94	4,0	1,5
840	1,12	3,93	4,0	1,75
870	1,12	3,94	4,0	1,5
900	1,12	3,94	4,0	1,5
Rata – rata				1,726

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tabel 4.1 merupakan hasil pengujian pH buffer 4,01 menggunakan sensor pH yang terhubung pada Arduino UNO yang kemudian dibandingkan menggunakan pH meter sehingga didapatkan hasil data seperti pada tabel di atas. Pengujian dilakukan selama 15 menit untuk kalibrasi sensor pH yang akan dikomparasikan dengan menggunakan pH meter. Hasil dari pengujian sensor pH yang dilakukan pada pH buffer 4,01 didapatkan nilai rata – rata error sebesar 1,726%.

Tabel 4.2 Hasil uji coba pH buffer 6,86

pH Kalibrasi 6,86				
Waktu (Detik)	Tegangan (Volt)	pH Sensor	pH Meter	Error (%)
0	1,94	6,78	6,8	0,29
30	1,94	6,76	6,8	0,59
60	1,94	6,76	6,8	0,59
90	1,94	6,77	6,8	0,44
120	1,94	6,77	6,8	0,44
150	1,94	6,77	6,8	0,44
180	1,94	6,76	6,8	0,59
210	1,94	6,76	6,8	0,59



Waktu (Detik)	Tegangan (Volt)	pH Sensor	pH Meter	Error (%)
240	1,94	6,77	6,8	0,44
270	1,94	6,77	6,8	0,44
300	1,94	6,77	6,8	0,44
330	1,94	6,78	6,8	0,29
360	1,94	6,78	6,8	0,29
390	1,94	6,78	6,8	0,29
420	1,94	6,78	6,8	0,29
450	1,94	6,78	6,8	0,29
480	1,94	6,78	6,8	0,29
510	1,94	6,78	6,8	0,29
540	1,94	6,78	6,8	0,29
570	1,94	6,77	6,8	0,44
600	1,94	6,77	6,8	0,44
630	1,94	6,78	6,8	0,29
660	1,94	6,78	6,8	0,29
690	1,94	6,78	6,8	0,29
720	1,94	6,79	6,8	0,15
750	1,94	6,78	6,8	0,29
780	1,94	6,79	6,8	0,15
810	1,94	6,78	6,8	0,29
840	1,94	6,78	6,8	0,29
870	1,94	6,78	6,8	0,29
900	1,94	6,79	6,8	0,15
Rata – rata				0,36

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tabel 4.2 merupakan hasil pengujian dengan pH buffer 6,86 menggunakan sensor pH yang terhubung dengan Arduino UNO yang akan dikomparasikan dengan pH meter sehingga didapatkan hasil data yang optimal seperti tabel di atas. Percobaan di atas dilakukan selama 15 menit agar mendapatkan nilai sensor yang optimal. Hasil pengujian sensor pH yang dilakukan pada pH buffer 6,86 didapatkan nilai rata – rata *error* sebesar 0,36%.

4.7. Hasil Pengujian Perubahan PH

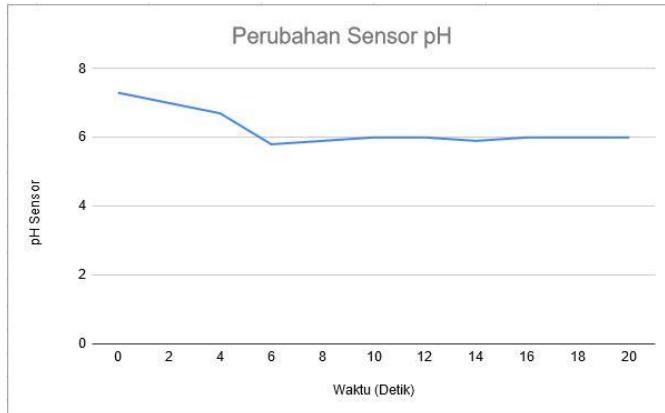
Hasil dari pengujian dari perubahan pH ini didapat dari kondisi pH air murni yang akan ditambahkan nutrisi AB *mix* sehingga menghasilkan data perubahan pH mulai dari kondisi pH air murni hingga nilai kadar pH setelah ditambahkan nutrisi setelah diaduk.

Tabel 4.3 Hasil pengujian perubahan pH

NO	Waktu (Detik)	pH Sensor
1	0	7,3
2	2	7,0
3	4	6,7
4	6	5,8
5	8	5,9
6	10	6,0
7	12	6,0
8	14	5,9
9	16	6,0
10	18	6,0
11	20	6,0

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tabel 4.3 perubahan pH dari kondisi nilai pH air murni sampai nilai pH setelah dicampur dengan nutrisi AB *mix* kemudian diaduk menghasilkan nilai pH stabil 6,0 pada detik ke 20. Penurunan nilai pH ini disebabkan oleh nutrisi AB *mix* yang dicampurkan sehingga nilai pH dari air murni yang awalnya netral sekitar 7,3 akan turun berdasarkan takaran AB *mix* yang dicampurkan dalam bak air. Berikut ini gambaran dari grafik perubahan pH dari tabel hasil pengujian di atas :



Gambar 4.3 Grafik perubahan pH

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 4.3 merupakan hasil grafik yang didapat dari pengujian data perubahan pH yang terdapat pada tabel 4.3. Data pada detik 2 pH berubah dari 7,3 menjadi 7,0 hingga detik-detik berikutnya sampai ke detik 20 nilai pH menjadi stabil 6,0 .

4.8. Hasil Pengujian Keseluruhan Sistem

Pada pengujian keseluruhan sistem dilakukan selama 1 hari dengan estimasi waktu 5 jam untuk mengambil data keseluruhan dari sistem rancang bangun hidroponik ini. Data tersebut meliputi nilai dari pH yang dibaca dari sensor pH yang dicelupkan pada bak air yang berisi larutan nutrisi AB mix, kemudian nilai dari *error pH* dan juga nilai dari delta *error pH*.

4.8.1. Hasil Pengujian PH

Pada pengujian keseluruhan sistem ini yang dilakukan selama 1 hari selama 5 jam. Tabel 4.4 adalah hasil dari pengujian pada 30 detik pertama:

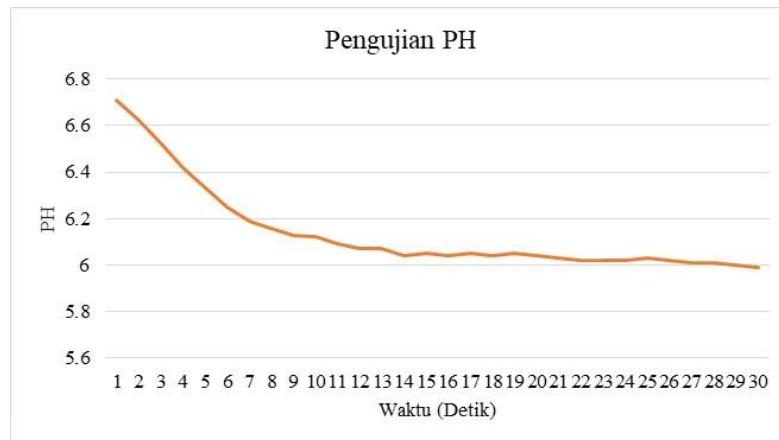
Tabel 4.4 Hasil pengujian keseluruhan sistem

NO	Waktu (Detik)	PH	Error PH	Delta Error
1	1	6.71	-0.715	-0.715
2	2	6.62	-0.621	0.094
3	3	6.52	-0.523	0.098
4	4	6.42	-0.425	0.098
5	5	6.33	-0.325	0.100
6	6	6.25	-0.250	0.075
7	7	6.19	-0.192	0.058
8	8	6.16	-0.160	0.032
9	9	6.13	-0.126	0.033
10	10	6.12	-0.116	0.010
11	11	6.09	-0.092	0.024
12	12	6.07	-0.068	0.023
13	13	6.07	-0.068	0.000
14	14	6.04	-0.048	0.020
15	15	6.05	-0.055	-0.006
16	16	6.04	-0.042	0.013
17	17	6.05	-0.053	-0.011
18	18	6.04	-0.042	0.011
19	19	6.05	-0.053	-0.011
20	20	6.04	-0.040	0.013
21	21	6.03	-0.031	0.009
22	22	6.02	-0.026	0.005
23	23	6.02	-0.020	0.006
24	24	6.02	-0.025	-0.005
25	25	6.03	-0.033	-0.008
26	26	6.02	-0.024	0.009
27	27	6.01	-0.017	0.007
28	28	6.01	-0.008	0.009
29	29	6.00	0.000	0.008
30	30	5.99	0.008	0.008

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tabel 4.4 didapatkan hasil dari pengujian selama 30 detik pertama dalam waktu total pengujian 5 jam. Didapatkan hasil keseluruhan mulai dari nilai pH, error pH dan juga delta error di dalam tabel tersebut. Nilai pH pada 30 detik pertama didapatkan sekitar 5,99 sampai 6,71. Hasil dari pengujian keseluruhan

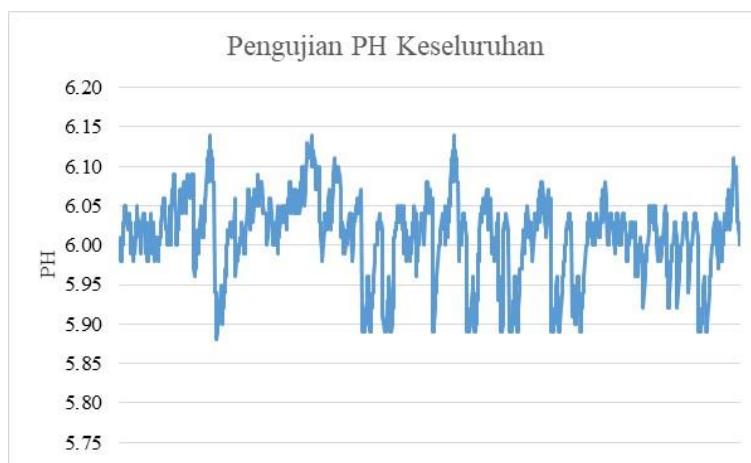
setelah pH mencapai *set point* didapatkan rentang *error* -0,143 sampai 0,116 dan untuk delta *error* memiliki rentang -0,020 sampai 0,022. Untuk data lengkap dapat dilihat pada **Lampiran 4**. Hasil dari tabel di atas diubah dalam bentuk grafik seperti pada gambar 4.4 di bawah.



Gambar 4.4 Grafik hasil pengujian

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 4.4 pengujian keseluruhan sistem ini didapatkan nilai pH awal sebesar (6,71), nilai *error* pH (-0,715) dan nilai Delta *error* (-0,715). Nilai pH tersebut berada pada *range* hidup stroberi yang berkisar antara (5,5 – 6,5).



Gambar 4.5 Grafik hasil keseluruhan

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada gambar 4.5 merupakan hasil grafik dari pengujian selama 5 jam didapatkan nilai pH saat mencapai *set point* 6,00. Kemudian setelah 10 menit nilai pH turun menjadi 6,01 disebabkan oleh cairan pH *down* yang diatur buka tutup oleh aktuator servo dengan menggunakan *fuzzy logic*. Pada jam terakhir pH menjadi sebesar 6,03.

4.9. Hasil Pengujian Tanaman

Pada pengujian tanaman yang ditanam melalui sulur dari indukan tanaman stroberi berdasarkan tanggal dari pengujian keseluruhan sistem. Berikut ini adalah adalah tabel dari pengujian tanaman stroberi :

Tabel 4.5 Hasil pengujian tanaman stroberi

NO	Tanggal	POT 1	POT 2	POT 3	POT 4
1	13 Desember 2019	5,5cm	6,2cm	5,8cm	4,2cm
2	14 Desember 2019	6,2cm	6,8cm	6,5cm	5,2cm
3	16 Desember 2019	7,0cm	7,5cm	7,2cm	6,2cm

(Sumber: Olahan Sendiri)

Pada tabel 4.5 pengujian tanaman terdapat 4 pot yang digunakan untuk menanam stroberi melalui sulur dari tanaman indukan stroberi. Pengujian yang dilakukan selama 3 hari pada tanaman stroberi tersebut berhasil tumbuh dari hari ke hari bahkan tanaman dalam keempat pot tersebut berhasil menumbuhkan daun stroberi yang baru dan juga menumbuhkan akar sehingga nantinya setelah akar lebat sulur tersebut akan dipotong dari indukan tanaman stroberi tersebut. Mulai dari pot pertama pada hari pertama memiliki tinggi 5,5 cm hingga pada hari terakhir menjadi 7 cm, pot kedua pada hari pertama memiliki tinggi 6,2 cm sampai pada hari terakhir mencapai 7,5 cm, pada pot ketiga di hari pertama memiliki tinggi 5,8 cm hingga pada hari terakhir mencapai 7,2 cm, sedangkan pada pot keempat pada

hari pertama memiliki tinggi 4,2 cm hingga pada hari terakhir mencapai 6,2 cm. Tanaman dapat tumbuh optimal dikarenakan pH yang sesuai dengan kebutuhan tanaman stroberi yang ada pada larutan nutrisi hidroponik yang ada pada bak.



BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Pada Tugas Akhir ini didapatkan beberapa kesimpulan dari permasalahan yang diutarakan diantaranya :

1. Metode Fuzzy Sugeno dengan nilai buka 70° sedang 55° dan tertutup 0° untuk mengatur bukaan servo yang digunakan untuk membuka larutan pH untuk mengatur tingkat keasaman larutan nutrisi.
2. Sistem mampu mengintegrasikan servo sebagai pengatur buka tutup larutan pH *up*, pH *down* untuk mengatur banyaknya larutan pH yang keluar ke dalam larutan nutrisi sehingga didapatkan rentang *error* pH setelah mencapai *set point* sebesar -0,143 sampai 0,116 dan rentang nilai delta *error* sebesar -0,020 sampai 0,022.

5.2 Saran

Adapun beberapa saran yang dapat diutarakan agar pengembangan Tugas Akhir ini kedepannya menjadi lebih baik lagi diantaranya:

1. Proses monitoring dapat dilakukan secara praktis dengan aplikasi berbasis *mobile*.
2. Pemantauan ketinggian larutan nutrisi dapat diukur secara otomatis sehingga sistem hidroponik tidak kekurangan larutan nutrisi.
3. Kedepannya dapat ditambahkan bak pengurasan secara otomatis
4. Ditambahkan bak untuk pencampuran larutan nutrisi secara otomatis

DAFTAR PUSTAKA

- Kustanti, I. (2014). Pengendalian Kadar Keasaman (pH) Pada Sistem Hidroponik Stroberi Menggunakan Kontroler PID Berbasis Arduino Uno. *Jurnal Ika Kustanti*, 1.
- Lingga, P. (2015). *Hidroponik Bercocok Tanam Tanpa Tanah*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Mappanganro, N. (2013). Pertumbuhan Tanaman Stroberi Pada Berbagai Jenis dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair dan Urine Sapi Dengan Sistem Hidroponik Irigasi Tetes. *BIOGENESIS Vol 1, No. 2*, 124.
- Purnomo, H., & Kusumadewi, S. (2010). *APLIKASI LOGIKA FUZZY UNTUK PENDUKUNG KEPUTUSAN EDISI 2*. Yogyakarta: GRAHA ILMU.
- Ridhamuttaqin, A., Trisanto, A., & Nasrullah, E. (2013). Rancang Bangun Model Sistem Pemberi Pakan Ayam Otomatis Berbasis Fuzzy Logic Control. *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Elektro*, 126.
- Umar, U. F., Akhmad, Y. N., & Sanyoto. (2016). *Jago Bertanam Hidroponik Untuk Pemula*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.



UNIVERSITAS
Dinamika