

# Implementasi *Fuzzy Logic Controller* sebagai Penentuan Kualitas Nutrisi pada Aliran Sistem Hidroponik NFT

Hafidl Zainal Efendi, Beauty Anggraheny, Sungkono

**Abstrak** - satu solusi terhadap permasalahan keterbatasan lahan dalam bercocok tanam adalah menerapkan metode Salah *Hidroponik Nutrient Film Technique* (NFT). Metode ini memiliki kelebihan yaitu memanfaatkan air yang tersirkulasi sebagai media tanam agar memperoleh air, nutrisi dan oksigen sehingga metode ini mampu mempercepat pertumbuhan tanaman dengan hasil yang baik. Salah satu parameter terpenting dari metode ini adalah mempertahankan pH nutrisi yang dipantau secara berskala. Cara mengatur kontrol nutrisi ini dengan cara menggunakan *Fuzzy Logic Controller* yaitu dengan membandingkan nilai nutrisi dari input sensor pH. Adapun sistem kontrol yang digunakan adalah Arduino Mega2560 dengan analog pH Meter Kit sebagai masukan, serta *valve* sebagai aktuator pada sistem kontrol tersebut. Performansi respon dihasilkan dari implementasi *Fuzzy Logic Controller* terdapat pada sistem yang memiliki 25 aturan. Dihasilkan perbandingan nilai nutrisi dengan nilai 40% banding 60% antara servo A dan servo B, waktu yang dibutuhkan untuk perbandingan nilai responnya sekitar 2 menit agar mendapatkan nilai hasil pH sesuai setpoint tanaman yang digunakan (selada).

**Kata Kunci** : *Fuzzy Logic Controller, Hidroponik, Nutrient Film*

## I. PENDAHULUAN

Pertanian adalah salah satu sektor penting bagi kehidupan masyarakat Indonesia. Sektor ini sebagai penunjang ketersediaan pangan bagi rakyatnya. Seiring perkembangan teknologi, sektor pertanian mengalami perkembangan. Pola cocok tanam ini bisa dikenal dengan nama Hidroponik. Hidroponik ialah pengelolaan air yang digunakan untuk media tumbuh tanaman dan sebagai tempat akar tanaman tanpa menggunakan tanah sebagai media tanamnya. Tanaman atau tanaman memperoleh unsur hara dari larutan garam mineral yang diberikan langsung ke akar tanaman, sehingga tanaman akan lebih memfokuskan

energinya untuk pertumbuhan daripada mencari dan memperebutkan unsur hara.

Penentuan nutrisi yang akan mengalir ke tanaman agar bisa diserap dengan baik. Proses pemberian senyawa kimia yang dibutuhkan untuk pertumbuhan dan metabolisme tanaman disebut nutrisi, senyawa yang dibutuhkan oleh suatu organisme atau tanaman adalah unsur hara. Unsur hara ialah yang merubah hara menjadi bahan sel atau menggunakan unsur hara untuk keperluan yang membutuhkan energi disebut proses metabolisme. Tanaman membutuhkan keseimbangan kombinasi yang tepat dari berbagai nutrisi untuk tumbuh dan berkembang. Terdapat dua kelompok nutrisi yang dibutuhkan oleh tanaman, yaitu unsur makro dan mikro. Unsur makro ialah digunakan tanaman dalam kondisi jumlah yang banyak seperti *Oksigen, Karbon, Hidrogen, Nitrogen, Kalsium, Kalium, Magnesium, Fosfor, dan Sulfur*. Sementara unsur hara mikro meliputi *Molibdenum, Zink, Mangan, besi, Baron dan Klor*.

Perkembangan sistem seperti kontrol temperatur berbasis sistem PID dan sistem temperatur berbasis aliran udara panas dengan logika *fuzzy*. Dalam skripsi ini dibahas pengembangan penentuan kualitas nutrisi menggunakan logika *fuzzy* menggunakan model kontrol aliran yang berbeda, pada sistem kali ini nutrisi yang akan dialirkan mengalir sesuai pipa yang akan dialirkan ke tanaman(sistem alir).

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.2 Sistem Kontrol Hidroponik

Tanaman Hidroponik agar dapat dikontrol bertujuan untuk mengatur pertumbuhan dari tanaman yang ditanam agar dapat tumbuh optimal sehingga mendapatkan hasil yang maksimal hasil yang diharapkan dapat berupa sayuran dari tanaman yang memiliki pertumbuhan yang subur. Parameter yang dapat dikontrol dapat berupa tingkat pencahayaan atau nutrisi untuk membantu proses fotosintesis, konsentrasi kandungan nutrisi dan pengaturan nilai pH nutrisi agar penyerapan nutrisi oleh akar bisa optimal.

Sistem pemeliharaan tanaman hidroponik untuk mengendalikan pemberian pupuk, pengaturan pompa air telah

Hafidl Zainal Efendi adalah mahasiswa D4 Teknik Elektronika Politeknik Negeri Malang.

Beauty Anggraheny dan Sungkono adalah dosen Jurusan Teknik Elektro Politeknik Negeri Malang.

dikembangkan menggunakan. Sistem ini sudah menerapkan pengaturan pH nutrisinya.

Sistem FLC juga telah digunakan untuk mengontrol nutrisi sistem hidroponik NFT. Sistem kontrol yang dibangun mengatur laju volume pemberian 2 botol nutrisi melalui bukaan valve pada sistem hidroponik tanaman selada. Sistem pengaturan pada sistem ini mempengaruhi molaritas nutrisi yang diberikan pada tanaman sehingga diharapkan pertumbuhan tanaman bisa optimal. sistem kontrol *fuzzy* untuk menjaga pH larutan nutrisi pada sistem hidroponik NFT telah dimodelkan dan disimulasikan. FLC diimplementasikan untuk mengontrol pH pada larutan nutrisi sistem hidroponik.

Simulasi pemodelan sistem NFT untuk mengatur pH pada selada juga telah dibuat menggunakan persamaan regresi *linier* antara *flow* nutrisi terhadap pH dan pH terhadap tinggi tanaman, yang kemudian diintegrasikan dengan FLC menggunakan Simulink, MatLab.

2.3 Sistem *Nutrient Film Technique* (NFT)

Hidroponik *nutrient film technique* (NFT) adalah salah satu sistem bercocok tanam tanpa menggunakan media tanah. pada tulisan ini akan dikonstruksi suatu model matematika sistem nutrisi untuk tanaman hidroponik NFT. Formulasi n-siklus pemberian nutrisi telah pastikan dengan hasil perbedaan aliran antara penambahan nutrisi dan aliran larutan pada sistem tidak mengganggu kestabilan konsentrasi selama volume konstan dan konsentrasi pada tangki pencampur dapat disesuaikan secara konstan.

2.4 Nutrisi Hidroponik pH dan ppm

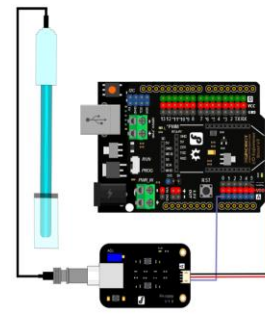
Ada beberapa komposisi untuk mencampur pH agar nilai nutrisi naik menjadi yang di inginkan sehingga kadar konsentrasi tanaman baik untuk diserap oleh tanaman. Adapun konsep pencampuran nutrisi pH hidroponik sebagai berikut:



Gambar 1 Nutrisi AB MIX Hidroponik

2.5 Sensor pH Kit

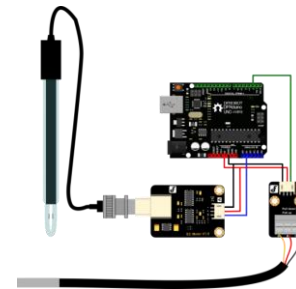
Sensor pH kit adalah sebuah sensor dengan modul penguat sinyal yang dikendalikan dengan tegangan DC dengan tegangan kerja 5.00V yang digunakan untuk mengukur kandungan pH pada cairan kimia. Akurasi sensor ini saat ± 0.1pH(25°C). *Range* sensor ini dari 0 – 14 dan respon waktunya ≤ 1menit.



Gambar 2 Sensor pH Kit.

2.6 Sensor EC Meter.

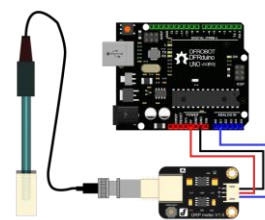
Sensor EC Meter adalah sebuah sensor dengan modul penguat sinyal yang dikendalikan dengan tegangan DC dengan tegangan kerja 5.00V yang digunakan untuk mengukur konduktifitas elektroda pada cairan kimia. Akurasi sensor ini saat <± 10% F.S. Rentang pengukuran : 1 ms/cm – 20 ms/cm, suhu operasi 5-40°. DS18B20 sebagai sensor suhu yang mengukur suhu air.



Gambar 3 Sensor EC Meter

2.7 Analog ORP Meter.

Sensor ORP Meter adalah sebuah sensor dengan modul penguat sinyal yang dikendalikan dengan tegangan DC dengan tegangan kerja 5.00V dengan rentang pengukuran – 2000mV sampai 2000mV dengan nilai akurasi ± 10mV(25°C). Dengan waktu respon ≤ 20 second.



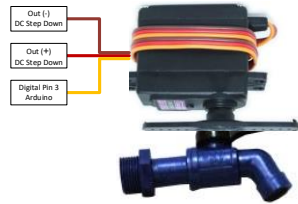
Gambar 4 Sensor ORP Meter

2.8 Motor Servo

Motor servo merupakan sebuah motor DC yang dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi dalam motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (axis) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada di dalam motor servo.

Digunakan untuk mengendalikan putaran *valve* sebagai penutup aliran fluida ketika *error* mencapai nilai tertentu,

dengan mengurangi intensitas output aliran fluida yang akan ditakar.

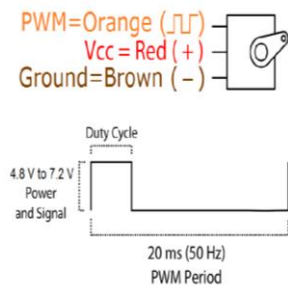


**Gambar 5** MG996R High Torque Metal Gear Dual Ball Bearing Servo.

Adapun pengelompokkan motor servo dibagi menjadi beberapa bagian diantaranya :

- Motor servo standard 180°

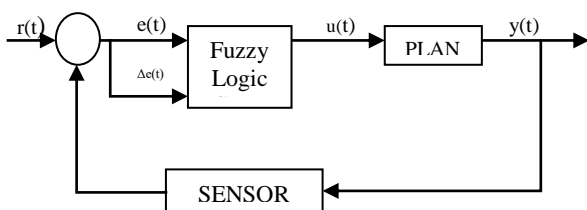
Motor servo jenis ini hanya mampu bergerak dua arah (CW dan CCW) dengan defleksi masing-masing sudut mencapai 90° sehingga total defleksi sudut dari kanan – tengah – kiri adalah 180°.



**Gambar 6** Pins And Duty Cycle Range Kerja MG996 Servo Motor

### 2.9 Fuzzy Logic Controller.

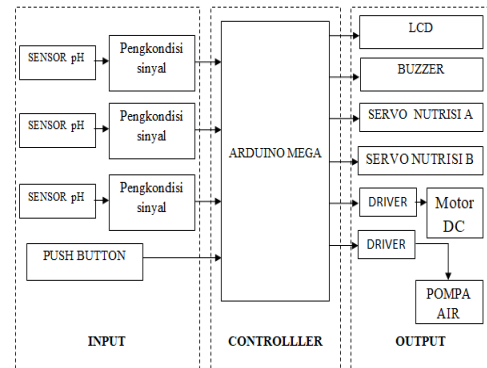
Kontrol *fuzzy* adalah peningkatan dari logika Boolean yang berhadapan dengan konsep kebenaran abu-abu atau sebagian dikatakan seperti itu karena saat menggunakan logika klasik dengan menyatakan setiap kemungkinan dapat diekspresikan dengan benar atau salah (1 atau 0, putih atau hitam, iya atau tidak). Logika *fuzzy* menggantikan kebenaran tersebut dengan tingkat kebenaran samar yaitu bukan 1 maupun 0. Logika *fuzzy* menyatakan bahwa sebuah logika tidak selalu 1 dan 0, dan menyatakan nilai tersebut samara tau dikatakan “agak” atau “sedikit” maupun “lumayan”, teori ini berhubungan dengan set *fuzzy* dan teori kemungkinan.



**Gambar 7** Arsitektur Kontrol Logika Fuzzy.

## III. METODOLOGI

### 3.1 Diagram Blok Sistem

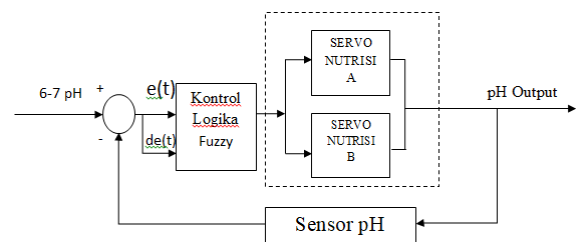


**Gambar 8** Diagram Blok Sistem

Berdasarkan blok diagram sistem yang terdapat pada gambar 9 terdapat beberapa bagian yang digunakan untuk memenuhi syarat pembuatan sistem pengaturan nutrisi digunakan untuk memenuhi penelitian ini, pada input sistem terdapat push button digunakan untuk mengatur *setpoint* yang akan dicapai, dan pH sebagai *feedback/* umpan balik dari sistem kerja kontrol logika *fuzzy*. Pada bagian kontroler terdapat modul Arduino MEGA 2560 sebagai pengendali control logika *fuzzy*. Pada bagian output terdapat LCD, indicator berupa LED dan *buzzer*, dan *driver* motor untuk mengendalikan kecepatan pompa dan motor DC serta motor servo untuk mengendalikan *valve* pada sistem pemberian nutrisi otomatis.

### 3.2 Diagram Blok Kontrol

Diagram blok kontrol pada gambar 7 menunjukkan proses *control* dari *charge controller* yang dikendalikan dengan *controller fuzzy*.

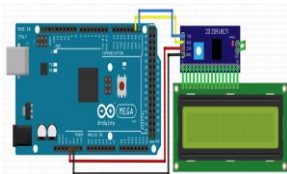


**Gambar 9** Diagram Blok Kontrol

Proses pada diagram blok kontrol gambar 8. menunjukkan proses kontrol dari sistem pemberian nutrisi yang dikendalikan dengan *controller fuzzy*, prosesnya saat *setpoint* ditentukan pada saat beroperasinya alat, sudah tercetak data error dari perbandingan *setpoint* dengan pH yang dijadikan variabel acuan untuk mentukan *setpoint* sudah berada pada kondisi terpenuhi atau belum, proses tersebut dilanjutkan oleh proses fuzzifikasi dengan berbagai macam rules untuk menentukan output apa yang harus dilakukan oleh

aktuator dengan menentukan terlebih dahulu proses apa menggunakan logika, selanjutnya pada saat defuzzifikasi dError selalu tercatat untuk menunjukkan bahwa *setpoint* belum tercapai atau sudah, sensor digunakan sebagai penghitung variabel bebas yang ditinjau selalu dengan menggunakan fungsi interrupt. Jika perbandingan antara sensor pH dengan *setpoint* sudah = "0", maka proses plant dapat berhenti bekerja dan didapatkanlah nilai dari *setpoint* yang telah ditentukan.

3.3 Arduino Modul I2C dan LCD 20X4

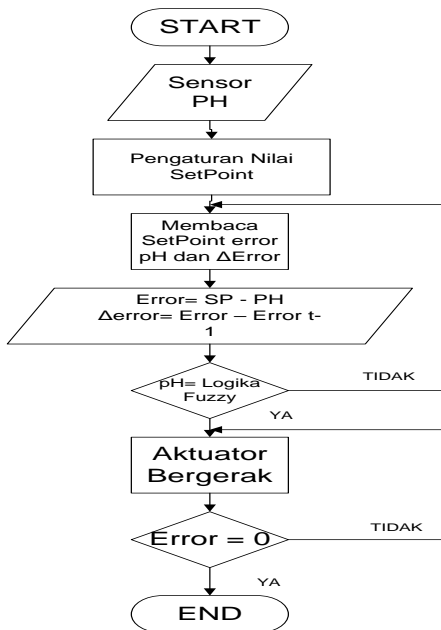


Gambar 10 Modul I2C LCD 20X4 dengan Arduino Mega 2560.

Rangkaian tersebut merupakan rangkaian sederhana dari modul komunikasi I2C untuk membaca LCD 20 X 4 agar tidak perlu menghabiskan banyak port untuk komunikasi LCD 16 X 2, cukup dengan menggunakan pin VCC, GND, SDA(20),SCL(21), dengan tambahan *library* untuk mendeklarasikan komunikasi LCD I2C dengan arduino. Sehingga LCD 20 X 4 dapat terbaca oleh arduino dengan media modul komunikasi berupa I2C.

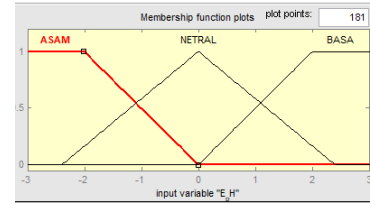
3.5 Perancangan Software

Perancangan *software* dari penelitian ini ditunjukkan pada gambar 13 yang merupakan *flowchart* perancangan *software*.

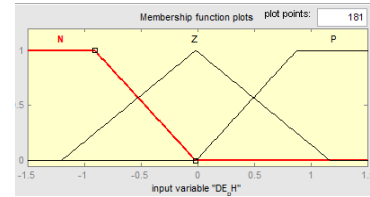


Gambar 11 Perancangan Software

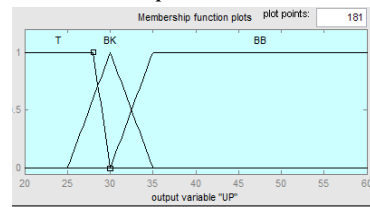
Metode kontrol yang digunakan adalah *Fuzzy Logic Tsukamoto*, dengan *membership function* sebagai berikut:



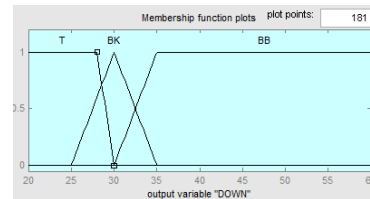
Gambar 12 Membership Function untuk Error



Gambar 13 Membership Function untuk DeltaError



Gambar 14 Membership Function untuk Servo Pinaik pH



Gambar 15 Membership Function untuk Servo Penurun pH

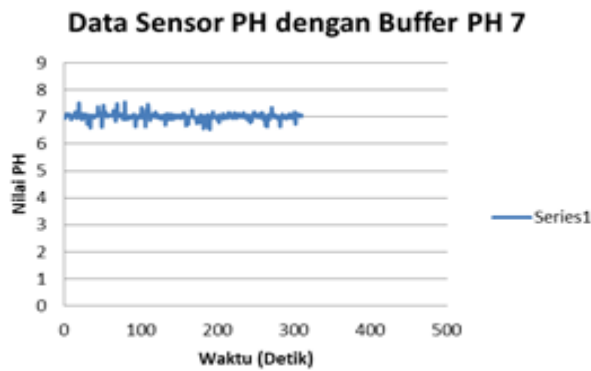
IV. HASIL DAN ANALISA

4.1 Pengujian Sensor pH

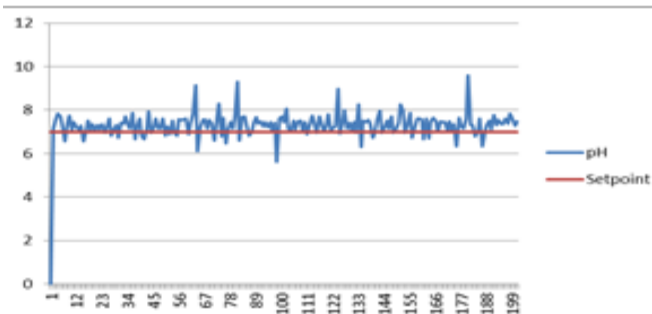
Pengujian sensor ini digunakan untuk melihat fungsi sensor sudah berfungsi dengan baik dari pembacaan 0 sampai 14, diantara itu ada pembacaan sensor dari nilai asam 4 sampai 0 dan 5 sampai 14 berarti larutan yang tercampur merupakan kondisi basah.

pH	ADC
4	661
5	595
6	581
7	549
8	516

Gambar 16 Hasil Kalibrasi Pembacaan Sensor PH dengan ADC.



Gambar 17 Grafik Pembacaan Sensor pH Nilai pH 7 Sebelum Dikontrol.



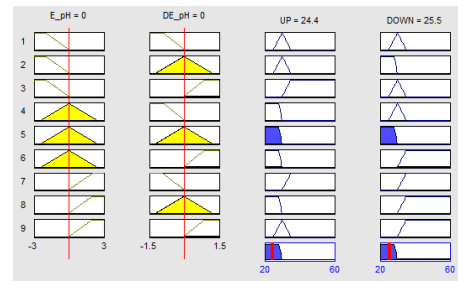
Gambar 18 Grafik Pembacaan Sensor pH Nilai pH 7 Terhadap Setpoint Setelah Dilakukan Pengontrolan

4.2 Pengaplikasian Kontrol Nutrisi Menggunakan Fuzzy Logic Controller

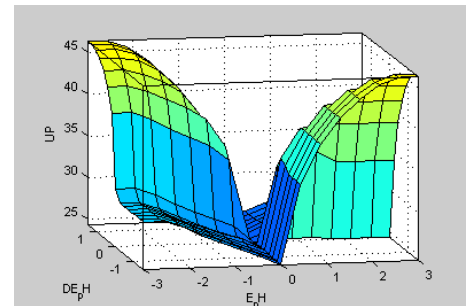
Pengaplikasian control logika fuzzy terbukti bahwa mengontrol nutrisi/pH tanaman dan servo menutup dengan membandingkan error yang didapatkan pada setpoint – pH aktual dengan target nutrisi/pH yang sangat cepat untuk sebuah kestabilan sistem dengan fuzzy sangat sulit didapat, karena pada dasarnya kontrol logika fuzzy lebih mengacu kepada kepresisian sistem. Namun jika sistem yang bekerja terlalu cepat dapat menjadikan proses ini sebagai noise atau gangguan, karena sebuah sistem kendali dikatakan bagus jika sistem tersebut memiliki kecepatan proses yang cepat dan akurasi yang tinggi..

- 1. If (E\_pH is ASAM) and (DE\_pH is N) then (UP is BK)(DOWN is BK) (1)
- 2. If (E\_pH is ASAM) and (DE\_pH is Z) then (UP is BK)(DOWN is T) (1)
- 3. If (E\_pH is ASAM) and (DE\_pH is P) then (UP is BB)(DOWN is BK) (1)
- 4. If (E\_pH is NETRAL) and (DE\_pH is N) then (UP is T)(DOWN is BK) (1)
- 5. If (E\_pH is NETRAL) and (DE\_pH is Z) then (UP is T)(DOWN is T) (1)
- 6. If (E\_pH is NETRAL) and (DE\_pH is P) then (UP is T)(DOWN is BB) (1)
- 7. If (E\_pH is BASA) and (DE\_pH is N) then (UP is BB)(DOWN is BB) (1)
- 8. If (E\_pH is BASA) and (DE\_pH is Z) then (UP is T)(DOWN is BB) (1)
- 9. If (E\_pH is BASA) and (DE\_pH is P) then (UP is BK)(DOWN is BB) (1)

Gambar 19 Rule Untuk Seluruh Fungsi Keanggotaan Fuzzy.



Gambar 20 Pengaplikasian Logika Pada Fungsi Rule.



Gambar 21 Grafik Respon Surface Pada Sistem Fuzzy.

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan.

Kesimpulan yang dapat diambil diantaranya sebagai berikut :

1. Sistem kontrol logika fuzzy telah direalisasikan dalam sistem kontrol nutrisi hidroponik, dan menunjukkan waktu ± 30 menit untuk melihat respon sensor.
2. Untuk mengatur kualitas nutrisi yang diberikan dengan menggunakan perbandingan pemberian nutrisi terhadap bukan valve kran.
3. Cara mengukur kualitas nutrisi yang diberikan dengan cara sensor PH yang mendeteksi air pada bak, sehingga dapat mengetahui kualitas nutrisi yang akan diberikan ke tanaman.
4. Selisih pembacaan sensor dengan alat ukur dan hasil bukaan servo dalam beberapa percobaan.

5.2 Saran.

1. Kadar nutrisi yang diberikan melalui sistem ini bisa diperbanyak sehingga semua jenis tanaman bisa ditanam menggunakan sistem ini.
2. Pemeliharaan sistem harus dijaga agar pemberian kualitas nutrisi tetap terjaga dengan hasil yang baik.
3. Perubahan sirkulasi air harus dipertahankan untuk menjaga tercapainya nutrisi ke tanaman.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] 6DatashetCafe. (2016). *Dataseet Servo MG996R*. Diakses tanggal 12 Oktober 2016.
- [2] Dfrobot. (2018), *Datasheet Sensor pH kit*. Diakses tanggal 27 Juni 2017.
- [3] Dfrobot. (2017), *Datasheet sensor EC Meter*. Diakses tanggal 31 Mei 2017.
- [4] Dfrobot, (2017), *Datasheet Sensor ORP Meter*. Diakses tanggal 31 Mei 2017.
- [5] Dian Pancawati, Andik Yuliano (2016). *Implementasi Fuzzy Logic Controller untuk Mengatur pH Nutrisi pada Sistem Hidroponik Nutrient Film Technique (NFT)*. Diakses tanggal 1 Juni. Universitas Internasional Batam.
- [6] Mas' ud, H. (2009). *Sistem hidroponik dengan nutrisi dan media tanam berbeda terhadap pertumbuhan dan hasil selada*. Media Litbang Sulteng. Diakses tanggal 2 Februari 2009.
- [7] Puspitasari, Heni (2016). *Rancang Bangun Pengaturan Suhu Serta Pemberian Nutrisi Pada Tanaman Hidroponik Berbasis Mikrokontroler Atmega 16*. Diakses tanggal 28 Juni. Politeknik Negeri Sriwijaya
- [8] Wasonowati, C. (2011). *Meningkatkan pertumbuhan tanaman tomat (*Lycopersicon esculentum*) dengan sistem budidaya hidroponik*. Agrovigor, Diakses tanggal 21 Februari 2011.