



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH
PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO**

**DZUL FIKAR ALFITHONI
NRP 2412.031.015**

**Dosen Pembimbing
Hendra Cordova, ST.MT**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



TUGAS AKHIR TF 145565

**RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN
pH PADA MINIPLANT GREENHOUSE
HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER
ARDUINO**

**DZUL FIKAR ALFITHONI
NRP 2412.031.015**

**Dosen Pembimbing
Hendra Cordova, ST.MT**

**PROGRAM STUDI D3 METROLOGI DAN INSTRUMENTASI
JURUSAN TEKNIK FISIKA
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015**



FINAL PROJECT TF 145565

***DESIGN OF pH CONTROL SYSTEM IN
MINIPLANT HYDROPONIC GREENHOUSE
BASED ARDUINO MICROCONTROLLER***

**DZUL FIKAR ALFITHONI
NRP 2412.031.015**

ADVISOR LECTURER
Hendra Cordova, ST.MT

***DIPLOMA III OF METROLOGY AND INSTRUMENTATION
ENGINEERING
DEPARTMENT OF ENGINEERING PHYSICS
Faculty of Industrial Technology
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015***

LEMBAR PENGESAHAN

TUGAS AKHIR

**"RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH
PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO"**

Oleh :

Dzul Fikar Alfithoni
NRP. 2412 031 015

Surabaya, 3 Juli 2015
Menyetujui,

Dosen Pembimbing I



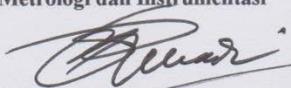
Hendra Cordova, ST.MT
NIPN. 19690530 199412 1 001

**Ketua Jurusan
Teknik Fisika FTI-ITS**



Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA
NIPN. 19650309 199021 1001

**Ketua Progam Studi D3
Metrologi dan Instrumentasi**



Dr. Ir. Purwadi Agus Darwito, MSc
NIPN. 19620822 198803 1001

LEMBAR PENGESAHAN

**“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH
PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK
BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO”**

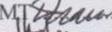
TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Program Studi D3 Metrologi Dan Instrumentasi
Jurusan Teknik Fisika
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Oleh :

DZUL FIKAR ALFITHONI
NRP. 2412 031 015

Disetujui oleh Tim Penguji Tugas Akhir :

1. Hendra Cordova, ST.MT... Dosen Pembimbing I
2. Ir. Tutug Dhanardono, MT... Ketua Tim Penguji
3. Ir. Heri Joestiono, MT... Penguji I
4. Arief Abdurrakhman, ST.MT... Penguji II

SURABAYA
3 Juli 2015

iv

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH PADA *MINIPLANT GREENHOUSE* HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO”

Nama : Dzul Fikar Alfithoni
NRP : 2412 031 015
Jurusan : D3 Metrologi dan Instrumentasi
Dosen Pembimbing : Hendra Cordova. ST, MT

Abstrak

Pada sistem pengendalian pH ini merupakan suatu rancangan sistem yang mampu mengendalikan pH pada *miniplant greenhouse* hidroponik khususnya pada larutan nutrisi tumbuhan pada tanaman hidroponik. Plan pengendalian pH ini menggunakan sistem pengendalian bermode *on-off* dan menggunakan probe pH sebagai sensor pH, mikrokontroller Arduino sebagai kontroller, LCD yang berfungsi untuk menampilkan data dan tiga aktuator yaitu motor dan dua *solenoid valve*. Cara kerja dari plan pengendalian ini yaitu sensor pH akan mendeteksi perubahan pH pada tangki *reservoir* larutan nutrisi kemudian dari sensor akan diolah di arduino sehingga perubahan pH dapat ditampilkan melalui LCD. pH pada larutan nutrisi tumbuhan yang baik adalah 5,5 sampai dengan 6,5. Oleh karena itu, ketika pembacaan pH melebihi batas set poin yang diberikan maka arduino akan memberikan perintah ke *solenoid valve* dan motor DC untuk bekerja. Pada hasil pengujian dapat dilihat bahwa uji respon waktu pembacaan dengan gangguan pH 4, 7 dan 10 adalah 22, 11 dan 55 detik. Pada uji pembacaan sensor dengan larutan *buffer* 4,7 dan 10 adalah memiliki *error* -0,01, 0 dan -0,17. Setelah dilakukan pengontrolan pada set poin pH 5,5 sampai 6,5 maka larutan nutrisi pada hidroponik tetap terjaga pada batas set poin tersebut. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut pada rentang ukur pH 5,85 sampai 6,37. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik sesuai set poin yang telah diberikan.

Kata kunci : Hidroponik, Sistem pengendalian pH, Sensor *Probe* pH, mikrokontroller Arduino

**" DESIGN OF pH CONTROL SYSTEM IN MINIPLANT
HYDROPONIC GREENHOUSE BASED ARDUINO
MICROCONTROLLER "**

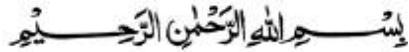
Name : Dzul Fikar Alfithoni
NRP : 24012 031 015
Department : Diploma of Metrology and
Instrumentation Engineering
Advisor Lecturer : Hendra Cordova, ST.MT

Abstract

In a control system pH this is a draft system being able to control pH on miniplant hydroponic greenhouse especially in a nutrient solution plants of the hydroponic plants. This pH control plan using the system on-off control mode and using a pH probe as pH sensors, Arduino microcontroller as controller, an LCD is used to display the data and three actuators are motor and two solenoid valves. The workings of this control plan that the pH sensor will detect changes in the pH of the nutrient solution reservoir tank then from the sensors will be processed in arduino so that this pH change can be displayed via LCD. pH at a good plant nutrient solution is 5.5 to 6.5. Therefore, when the pH readings exceed the limit set points given the arduino will give the command to the solenoid valve and the motor to work. On the test results can be seen that the response time test readings with interference pH 4, 7 and 10 are 22, 11 and 55 seconds. In the test sensor readings with buffer solution 4.7 and 10 is to have the error -0.01,0 and -0.17. After controlling the set point pH of 5.5 to 6.5 in hydroponic nutrient solution was maintained at the set point limits. Reading the value on the control of the pH measuring range of 5.85 to 6.37. It can be concluded that the tool can be run properly fit set of points that have been given.

Keywords : Hydroponics, pH control system, Sensor Probe pH, microcontroller Arduino.

KATA PENGANTAR



Puji syukur Alhamdulillah kami panjatkan kehadiran Allah SWT serta Nabi Muhammad SAW atas berkah, limpahan rahmat dan hidayah-Nya kepada kami semua sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir tepat waktu dengan judul :

“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH PADA *MINIPLANT GREENHOUSE* HIDROPONIK BERBASIS MIKROKONTROLLER ARDUINO”

Tugas akhir ini disusun guna memenuhi persyaratan untuk memperoleh gelar Diploma pada prodi D3 Metrologi dan Instrumentasi Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Selama menyelesaikan tugas akhir ini penulis telah banyak mendapatkan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. Ir. Totok Soehartanto, DEA selaku ketua jurusan Teknik Fisika,FTI-ITS
2. Bapak Dr.Ir.Purwadi Agus Darwito,M.Sc selaku Kaprodi D3 Metrologi dan Instrumentasi yang telah memberikan dukungan dan semangat kepada kami.
3. Bapak Ir. Sarwono, MM selaku dosen wali yang selalu memberikan motivasi dan perhatiannya selama penulis menjadi mahasiswa di Jurusan Teknik Fisika
4. Hendra Cordova, ST. MT, selaku pembimbing tugas akhir yang senantiasa selalu bersabar dan memberikan segala ilmu dan bimbingannya yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir.
5. Bapak Fitri Adi Iskandarianto, ST.MT, selaku Kepala Laboratorium Workshop Instrumentasi yang telah

memberikan izin menggunakan *workshop* instrumentasi sebagai tempat pengerjaan tugas akhir kami.

6. Bapak dan Ibu dosen Teknik Fisika yang telah banyak memberikan ilmunya sehingga penulis dapat menyelesaikan jenjang kuliah sampai tugas akhir ini.
7. Orang Tua saya yang tercinta, terima kasih atas segala dukungan dan kepercayaan baik moril, spiritual dan material. Semoga selalu dilimpahkan rahmat dan hidayahnya.
8. Sahabat terbaik saya Hasbiya Diona Arani, terima kasih sudah menemani dan memberikan semangat untuk mengerjakan Tugas Akhir ini.
9. Kelompok TA Tim Hidroponik Project Afandi Yusuf Mulyadana, Bayu Sophia Samudra dan Dina Astri Riana yang bersama-sama berjuang dalam pengerjaan tugas akhir. Semoga akan selalu teringat kebersamaan kita.
10. Terima kasih pada Komunitas Hidroponik Surabaya (group FB) atas ilmu hidroponiknya.
11. Teman-teman seperjuangan tugas akhir D3 Metrologi dan Instrumentasi angkatan 2012 yang tidak dapat disebutkan satu persatu dan semua pihak yang telah membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini.
12. Kakak-kakak dari lintas jalur maupun alumni yang selalu memberi bimbingan dan pengetahuan seputar tugas akhir.
13. Serta semua pihak yang turut membantu terselesaikannya Tugas Akhir ini, terima kasih banyak

Penulis menyadari bahwa terdapat kekurangan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini. Karena itu sangat diharapkan kritik dan saran yang membangun dari semua pihak sehingga mencapai sesuatu yang lebih baik.

Surabaya, 3 Juli 2015

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xii
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Tujuan	2
1.5 Sistematika Laporan	2
BAB II TEORI PENUNJANG	5
2.1 Hidroponik	5
2.2 Teori pH.....	6
2.3 Sensor pH.....	8
2.4 Sistem Pengendalian	10
2.5 <i>Solenoid Valve</i>	12
2.6 Motor DC	13
2.7 Arduino Mega2560	14
BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT... ..	19
3.1 Diagram Alir Penelitian	19
3.2 Metodologi Penelitian	20
3.3 Perancangan Sistem Mekanik	22
3.4 Perancangan Sistem Elektrik	24
3.5 Perancangan Perangkat Lunak <i>Software</i>	27
BAB IV PENGUJIAN ALAT DAN ANALISA DATA	29
4.1 Pengujian Sensor pH	29

4.2	Pengujian Respon Sensor.....	35
4.3	Data Sistem Sebelum Dikontrol.....	40
4.4	Data Sistem Setelah Dikontrol.....	42
4.5	Analisis Data.....	44
BAB V	PENUTUP.....	47
5.1	Kesimpulan	47
5.2	Saran	48

DAFTAR PUSTAKA
LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Hubungan ion hidrogen dan ion hidroksil terhadap pH.....	7
Tabel 4.1 Data Uji Sensor pH dengan pH <i>Buffer</i> 7	29
Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan pH <i>Buffer</i> 4	31
Tabel 4.3 Data Uji Sensor pH dengan pH <i>Buffer</i> 10	33
Tabel 4.4 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 4	35
Tabel 4.5 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 7	37
Tabel 4.6 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 10	38
Tabel 4.7 Data pH sebelum dikontrol	40
Tabel 4.8 Data pH setelah dikontrol.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Hidroponik sistem NFT	5
Gambar 2.2 Skema Elektroda pH	9
Gambar 2.3 Sensor pH.....	10
Gambar 2.4 Diagram blok <i>open loop</i>	10
Gambar 2.5 Diagram blok <i>close loop</i>	
Gambar 2.6 <i>Solenoid valve</i>	12
Gambar 2.7 Motor DC	14
Gambar 2.8 Arduino Mega2560	15
Gambar 3.1 <i>Flowchart</i> Pengerjaan Tugas Akhir	19
Gambar 3.2 Desain mekanik <i>GreenHouse</i> hidroponik	22
Gambar 3.3 <i>Solenoid Valve</i> untuk larutan pH asam	22
Gambar 3.4 <i>Solenoid Valve</i> untuk air	23
Gambar 3.5 Tangki air dan larutan asam	23
Gambar 3.6 Motor DC untuk pengadukan.....	24
Gambar 3.7 Diagram blok pengendalian pH pada plan hidroponik	25
Gambar 3.8 Sensor pH DF Robot	25
Gambar 3.9 <i>Wiring</i> sensor pH ke arduino dan ke aktuator	26
Gambar 3.10 <i>Wiring</i> sensor pH ke arduino dan ke aktuator.....	26
Gambar 3.11 Tampilan LCD untuk pembacaan sensor pH	26
Gambar 3.12 <i>Code</i> pembacaan sensor pH	27
Gambar 3.13 <i>Code</i> untuk mengaktifkan aktuator	28
Gambar 4.1 Grafik pengujian respon dengan pH 4	36
Gambar 4.2 Grafik pengujian respon dengan pH 7	37
Gambar 4.3 Grafik pengujian respon dengan pH 10	40
Gambar 4.4 Grafik pembacaan pH sebelum dikontrol	41
Gambar 4.5 Grafik pembacaan pH setelah dikontrol.....	43

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Saat ini perkembangan teknologi sangat maju dengan pesat. Contohnya yang sangat cepat berkembang adalah bidang elektronika. Salah satunya adalah dengan otomatisasi alat bantu manusia yang sudah ada sekarang dapat bekerja lebih efisien dan efektif dalam meringankan pekerjaan manusia.

Bukan hanya pada elektronika, bidang pertanian sekarang pun sudah menjadi sangat berkembang. Hal ini dapat disebabkan karena semakin sempitnya lahan pertanian, sehingga manusia mulai mencari cara yang lebih efisien dalam mengembangkan bidang pertanian walaupun lahannya semakin sempit. Perkembangan ini dapat dilihat dengan adanya metode pertanian yang baru, salah satunya yang dikenal sebagai budi daya sistem hidroponik dalam *greenhouse*.

Greenhouse hidroponik mempunyai beberapa variabel yang dapat memengaruhi daya tumbuh kembang maupun tumbuhan yang sedang dibudidayakan. Beberapa variabel tersebut adalah pH, temperatur dan kelembaban. Dalam metode konvensional, pembuatan hidroponik hanya dirawat secara manual. Dimana perawatan tersebut dengan rutin harus cek secara manual kondisi pertumbuhan hidroponik meliputi pH larutan nutrisi, suhu dan kelembaban. Contoh ketika pH pada larutan nutrisi terlalu basa maka petani hidroponik itu sendiri yang akan mencampurkan larutan asam ke dalam larutan nutrisi tersebut agar tetap terjaga pada pH yang diinginkan. Oleh karena itu, dalam pembuatan *Greenhouse* Hidroponik ini dirancang untuk sistem pengontrolan pH pada larutan nutrisi hidroponik. Sehingga pH ini dijadikan dasar untuk pembuatan judul sistem pengendalian pH pada plan hidrponik.

Pada tugas akhir ini akan dilakukan perancangan sistem pengendalian pH pada air bernutrisi dalam hidroponik berbasis mikrokontroler arduino. Yang menggunakan *sensor* pH sebagai sensing pada air hidroponik. *Sensor* pH yang digunakan terletak di dalam penampungan air. Setelah itu sinyal tersebut harus dikondisikan dengan menggunakan rangkaian Penguat untuk

mengaktifkan *sensor* pH. Pengendaliannya terletak pada pengaturan *solenoid valve*. Pada saat menjalankan alat tersebut, data yang didapat adalah nilai pH dan pengaktifan *solenoid valve* dari output mikrokontroler. Dari mikrokontroler tersebut data akan ditampilkan melalui LCD.

1.2. Permasalahan

Pada pelaksanaan tugas akhir ini permasalahan yang diangkat adalah bagaimana merancang dan mengontrol pH pada plan hidroponik yang digunakan untuk menstabilkan pH pada sistem agar dalam perkembangan tumbuhan tetap baik dengan menggunakan mikrokontroler arduino sebagai kontrolernya.

1.3. Batasan Masalah

Batasan permasalahan agar pembahasan tidak meluas dan menyimpang dari tujuan. Adapun batasan permasalahan dari sistem yang dirancang ini adalah

- a. Tugas akhir ini membahas tentang *control* pH pada larutan nutrisi *Greenhouse* Hidroponik dengan sensor pH.
- b. Menggunakan mikrokontroler Arduino sebagai kontroler pada sistem pengendalian pH.
- c. Menggunakan sensor pH sebagai sensor asam basa pada plan *Greenhouse* Hidroponik.
- d. Menggunakan 2 *solenoid valve* dan motor DC sebagai aktuator.
- e. Larutan asam sebagai penurun pH yang digunakan adalah H_3PO_4 dan air sebagai menaikkan pH
- f. Larutan buffer yang digunakan adalah berkadar pH 4, 7 dan 10
- g. Nilai pH yang dikehendaki adalah 5,5 sampai dengan 6,5.

1.4. Tujuan

Tujuan yang dicapai dalam tugas akhir ini adalah merancang dan mengontrol sistem pengendalian pH untuk keseimbangan pH pada plan *Greenhouse* Hidroponik menggunakan Mikrokontroler Arduino sebagai kontrolernya

1.5. Sistematika Laporan

Sistematika laporan yang digunakan dalam penyusunan laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Bab ini membahas mengenai latar belakang permasalahan, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan dan sistematika penulisan pada Tugas Akhir ini.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori-teori penunjang yang diperlukan dalam merealisasikan tugas akhir yaitu berupa teori tentang cara menanam hidroponik, pengontrol mikro, PH meter

BAB III : METODOLOGI PERCOBAAN

Pada bab ini diuraikan tentang perancangan sistem otomatisasi pemupukan pada tanaman hidroponik. Diagram blok, cara kerja alat, perangkat keras (Arduino dan sensor pH) serta perangkat lunak yang dilengkapi dengan diagram alir.

BAB IV : PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

Bab ini menguraikan hasil dan analisa dari realisasi alat yang telah dibuat.

BAB V : KESIMPULAN DAN SARAN

Bab ini berisi simpulan dari analisa yang telah dilakukan dan saran untuk pengembangan lebih lanjut.

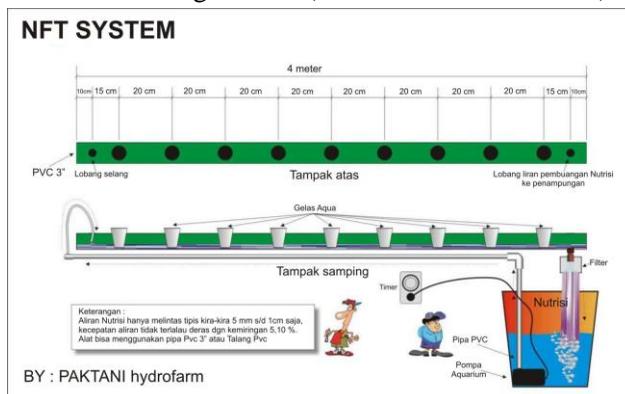
“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB II DASAR TEORI

2.1 Hidroponik

Hidroponik berasal dari bahasa Latin *hydros* yang berarti air dan *phos* yang berarti kerja. Hidroponik arti harfiahnya adalah kerja air. Bertanam secara hidroponik kemudian dikenal dengan bertanam tanpa medium tanah (*soiless cultivation, soiless culture*). Pada awalnya bertanam secara hidroponik menggunakan wadah yang hanya berisi air yang telah dicampur dengan pupuk, baik pupuk mikro maupun pupuk makro. Pada perkembangannya, bertanam hidroponik meliputi berbagai cara yaitu bertanam tanpa medium tanah, tidak hanya menggunakan wadah yang hanya diisi air berpupuk saja. Medium pasir, *perlite*, *zeolit*, *rockwool*, sabut kelapa, adalah beberapa bahan yang digunakan oleh para praktisi di dunia dalam bertanam secara hidroponik. Ada dua macam sistem hidroponik^[3], yaitu :

- Hidroponik dengan mempergunakan media non tanah seperti; pasir, arang sekam, zeolit, rockwool, gambut, sabut kelapa dll.
- Hidroponik dengan hanya mempergunakan air yang mengandung nutrisi atau pupuk yang bersirkulasi sebagai media, akar tanaman terendam sebagian dalam air tersebut sedalam lebih kurang 3 mm (mirip film), sistem ini disebut dengan NFT (*Nutrien Film Technical*).



Gambar2.1 Hidroponik sistem NFT^[5]

2.2 Teori pH

Ion adalah partikel-partikel bermuatan yang bergerak didalam pelarut polar. Karena termuati, kehadirannya membentuk sebuah potensial listrik dan jika mengalir akan membentuk aliran arus. Setiap larutan polar dalam suatu reaksi kimia mempunyai satu atau lebih ion dan jika digunakan untuk ionisasi akan membentuk dua partikel bermuatan yang saling berlawanan. Sebagai contoh air terbagi menjadi ion hidrogen dan ion hidroksida. Berdasarkan sedikit keterangan tersebut, maka bila diinginkan untuk membentuk sistem kontrol reaksi kimia, langkah pertama yang harus dilakukan adalah pengukuran potensial listrik untuk ion-ion tersebut^[3].

Beberapa referensi menunjukkan bahwa dalam pengukuran ion terdapat hubungan logaritmik antara tegangan (voltage) dan aktivitas ion. Secara apriori di asumsikan partikel yang akan diamati adalah ion H dengan hubungan matematika untuk menerangkan logaritma notasi p untuk power dalam pH,

$$pH = -\log a_{H^+} \quad a_{H^+} = 10^{-pH} \quad \text{atau} \quad pH = \log \frac{1}{[H^+]} = -\log [H^+] \quad (2.1)$$

dengan a_{H^+} adalah aktivitas ion hidrogen dan dinyatakan dalam satuan normalitas (g-ion/ liter) atau $[H^+] = 10^{-pH}$. Makin kecil harga pH maka keasaman makin besar atau kebasaaan makin kecil. Sebaliknya makin besar harga pH maka keasaman makin kecil atau kebasaaan makin besar, dan dinyatakan bahwa pH larutan-larutan air akan terletak antara 0 dan 14, dalam larutan 1M asam kuat berbasa 1, maka $pH = -\log 1 = 0$. Sedang pH larutan 1M basa kuat monovalen $pH = -\log 10^{-7} = 7$. Untuk larutan asam $pH < 7$ dan untuk larutan basa $pH > 7$. Eksponen ion hidroksil dinyatakan sebagai

$$pOH = -\log [OH^-] = \log \frac{1}{[OH^-]} \quad (2.2)$$

$$[OH^-] = 10^{-pOH} \quad (2.3)$$

untuk sembarang korelasi larutan air berlaku korelasi

$$pH + pOH = 14 \quad (2.4)$$

sehingga dapat didefinisikan beberapa perhitungan sebagai berikut:

$$\text{pOH} = -\log [\text{OH}^-] \mid \text{pK}_w = -\log K_w \mid \text{pK}_a = -\log K_a \mid \text{pK}_b = -\log K_b \quad (2.5)$$

Hubungan pH, pOH dan pK_w dapat dicari dengan cara sebagai berikut:

- $K_w = [\text{H}^+][\text{OH}^-] = 10^{-14}$
- $-\log K_w = -\log[\text{H}^+] + -\log[\text{OH}^-]$
 $= -\log 10^{-14} = 14$
- $\text{Log } K_w = \log[\text{H}^+] + \log[\text{OH}^-]$
 $= \log 10^{-14} = -14$
- $\text{pK}_w = \text{pH} + \text{pOH} = 14 \quad (2.6)$

dengan demikian bila harga $\text{pH} = \text{pOH}$ yaitu sama dengan 7 dikatakan larutan itu netral karena konsentrasi ion H^+ sama dengan OH^- . Hubungan konsentrasi ion hidrogen dan ion hidroksil terhadap pH ditunjukkan berikut ini :

Tabel 2.1 Hubungan ion hidrogen dan ion hidroksil terhadap pH

$[\text{H}^+]$	$[\text{OH}^-]$	pH	pOH	keterangan
1	10^{-14}	0	14	Asam kuat
10^{-1}	10^{-13}	1	13	↑
10^{-3}	10^{-11}	3	11	
10^{-5}	10^{-9}	5	9	Asam lemah
10^{-7}	10^{-7}	7	7	Netral
10^{-9}	10^{-5}	9	5	Basa lemah
10^{-11}	10^{-3}	11	3	↓
10^{-13}	10^{-1}	13	1	
10^{-14}	10^{-0}	14	0	Basa kuat

2.6.1 pH Pada Tanaman Hidroponik

pH atau derajat keasaman sangat penting diperhatikan untuk kesuksesan dalam berhidroponik. Ada baiknya anda memiliki alat ukur pH meter agar proses menanam secara hidroponik bisa berjalan dengan baik. pH adalah logaritma negative pangkat sepuluh dari *grammol* H^+ / liter. pH biasa ditunjukkan dengan angka 0 -14. Angka 7 adalah pH netral, dibawah 7 masuk golongan Asam sedangkan diatas 7 bersifat Basa. Setiap tanaman memiliki rentang pH yang berbeda untuk bisa optimal. Kebanyakan Tanaman bisa tumbuh optimal biasanya pada range pH 5,5- 6,5^[8]. Namun untuk bisa tumbuh pH *range* yang diijinkan adalah 5,5 – 7,5.

Dalam menentukan pH optimal untuk tanaman memang ada daftar tabel sebagai acuan, namun itu juga bukan angka baku. Karena hasil di lapangan dengan kondisi air dan juga lingkungan yang berbeda bisa menghasilkan hasil yang berbeda. Ada literature menyebutkan bahwa pH optimal untuk tanam selada adalah 5,8 dan menghasilkan sayuran yang hasilnya optimal, namun ada juga yang menggunakan pH 6 hasil juga sama. dibawah atau di atas range pH ini biasanya akan ada masalah pada larutan nutrisi hidroponik. Biasanya terjadi endapan pada larutan nutrisi yang akan berakibat pada defisiensi kebutuhan unsur hara tanaman. Cek pH larutan nutrisi pada tanaman pada setiap fase pertumbuhan tanaman, karena setiap fase akan mempengaruhi perubahan pH larutan. Pada Fase *vegetative* tanaman akan banyak menyerap *anion*, *kation* akan cukup tersisa banyak sehingga pH akan naik. Sedangkan pada fase *generative* tanaman akan banyak menyerap *kation* yang berakibat *anion* akan tersisa banyak yang akan menurunkan pH. Dalam nutrisi hidroponik yang baik sudah seharusnya diberi *buffer* untuk menjaga pH larutan dalam *range* yang bisa ditentukan dari awal.

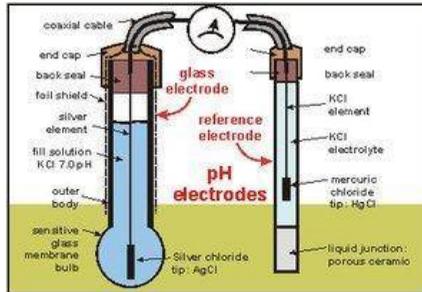
Jika pH air terlalu tinggi bisa menurunkan angka pH menggunakan Asam Sulfat (H_2SO_4) atau biasa disebut *air accu* (*accuzuur*). Sebenarnya ada beberapa bahan yang bisa di gunakan untuk menurunkan angka pH namun *accuzuur* adalah yang umum dan mudah dalam mendapatkan, anda juga bisa menggunakan asam cuka namun karena asam lemah maka penggunaan asam cuka menjadi tidak efektif^[8].

2.3 Sensor pH

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar *alkali* dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari "p", lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H", lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah *negative* logaritma dari aktivitas ion *Hydrogen*.

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang

terdapat didalam elektroda gelas (*membrane* gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion *hydrogen* yang ukurannya *relative* kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion *hydrogen* atau diistilahkan dengan *potential of hydrogen*. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding.^[1]



Gambar 2.2 Skema Elektroda pH^[7]

Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan. pH meter akan mengukur potensial listrik (pada gambar alirannya searah jarum jam) antara merkuri *Chloride* (HgCl) pada elektroda pembanding dan *potassium chloride* (KCl) yang merupakan larutan didalam gelas *electrode* serta potensial antara larutan dan elektroda perak. Tetapi potensial antara sampel yang tidak diketahui dengan elektroda gelas dapat berubah tergantung sampelnya, oleh karena itu perlu dilakukan kalibrasi dengan menggunakan larutan yang *equivalen* yang lainnya untuk menetapkan nilai dari pH.

Elektroda pembanding calomel terdiri dari tabung gelas yang berisi *potassium kloride* (KCl) yang merupakan elektrolit yang mana terjadi kontak dengan merkuri *chloride* (HgCl) diujung larutan KCl . Tabung gelas ini mudah pecah sehingga untuk menghubungkannya digunakan *ceramic* berpori atau bahan sejenisnya. Elektroda semacam ini tidak mudah terkontaminasi oleh logam dan *unsure natrium*.

Elektroda gelas terdiri dari tabung kaca yang kokoh yang tersambung dengan gelembung kaca tipis yang di dalamnya

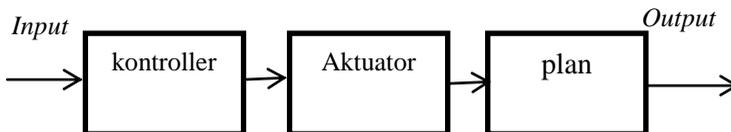
terdapat larutan KCl sebagai *buffer* pH 7. Elektroda perak yang ujungnya merupakan perak *kloride* (AgCl_2) dihubungkan kedalam larutan tersebut. Untuk meminimalisir pengaruh *electric* yang tidak diinginkan, alat tersebut dilindungi oleh suatu lapisan kertas pelindung yang biasanya terdapat dibagian dalam elektroda gelas.



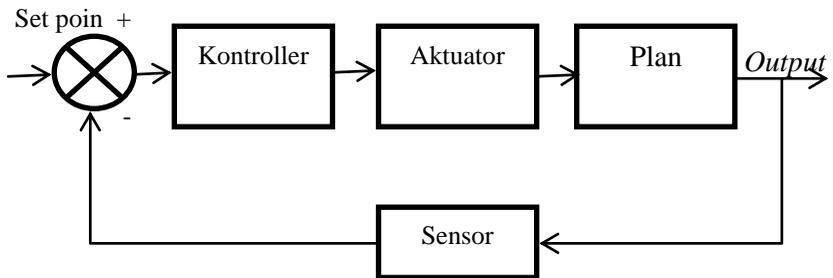
Gambar 2.3 Sensor pH^[4]

2.4 Sistem Pengendalian

Pengertian kontrol atau pengaturan adalah proses atau upaya untuk mencapai tujuan. pada dasarnya dibagi menjadi dua bagian, yaitu sistem pengendalian secara manual atau pengendalian terbuka (*Open Loop*) serta sistem pengendalian otomatis (*Close Loop*). perbedaan mendasar antara kedua sistem pengendalian ini adalah adanya umpan balik berupa informasi variabel yang diukur pada sistem pengendalian *close loop*, sedangkan sistem pengendalian terbuka tidak terdapat umpan balik mengenai variabel yang di ukur.^[1]



Gambar 2.4 Diagram blok *open loop*



Gambar 2.5 Diagram blok *close loop*

Mayoritas proses di industri membutuhkan peralatan-peralatan otomatis untuk mengendalikan parameter – parameter prosesnya. Otomatisasi tidak hanya diperlukan demi kelancaran operasi, keamanan, ekonomi maupun mutu produk, tetapi lebih, merupakan kebutuhan pokok. Parameter – parameter yang umum dikendalikan dalam suatu proses adalah tekanan, laju aliran, suhu. Gabungan serta alat-alat pengendalian otomatis itulah yang membentuk sistem pengendalian tersebut disebut instrumentasi pengendalian proses.

Istilah-istilah yang perlu diketahui dalam sistem otomasi adalah sebagai berikut:

- a. **Proses** : tatanan peralatan yang mempunyai suatu fungsi tertentu.
- b. **Controlled Variable** : besaran atau variabel yang dikendalikan.
- c. **Manipulated Variable** : input dari suatu proses yang dapat dimanipulasi agar *controlled variable* sesuai *set point*.
- d. **Sensing Element** : bagian paling ujung suatu sistem pengukuran, seperti sensor suhu tau sensor level.
- e. **Transmitter** : untuk membaca sinyal sensing element dan mengubah sinyal yang dapat dipahami kontroler.
- f. **Measurement Variable** : sinyal yang keluar dari transmitter.
- g. **Set Point** : besar *process variable* yang dikehendaki

- h. **Controller** : elemen yang melakukan tahapan mengukur – membandingkan – menghitung – mengkoreksi.
- i. **Final Control Element** : bagian akhir dari instrumentasi sistem pengendalian yang berfungsi mengubah *measurement variable* dengan cara *manipulated variable* berdasarkan perintah kontroler.

Secara garis besar suatu rangkaian pengendalian proses dibagi menjadi 4 langkah, yaitu : mengukur – membandingkan - menghitung – mengkoreksi. Langkah pertama yaitu mengukur, merupakan tugas dari sensor. Langkah berikutnya adalah membandingkan apakah hasil pengukuran dari sensor sudah sesuai dengan apa yang dikehendaki. Apabila terjadi ketidaksesuaian antara *set point* dengan hasil pengukuran maka akan dilakukan perhitungan untuk menentukan aksi apa yang dilakukan supaya sesuai dengan *set point* yang diinginkan. Pada langkah kedua dan ketiga ini adalah tugas dari pengendali. Langkah terakhir adalah melakukan pengkoreksian yang merupakan tugas dari aktuator.

2.5 Solenoid Valve

Merupakan sebuah katup yang mempunyai kumparan sebagai penggerak piston yang digerakan dengan arus AC maupun DC. Pada solenoid valve terdapat lubang keluaran (*output*), lubang masukan (*input*) dan *exhaust*. Masing-masing lubang tersebut mempunyai fungsi yang berbeda, misalnya lubang keluaran berfungsi sebagai jalan masuk fluida atau *supply*, kemudian lubang keluaran berfungsi sebagai jalan tempat keluarnya fluida dan *exhaust* sebagai tempat mengeluarkan cairan yang terjebak saat piston bergerak atau pindah posisi saat *solenoid* bekerja.



Gambar 2.6 Solenoid valve^[11]

Solenoid valve bekerja ketika katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan listrik maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan piston pada bagian dalam. Ketika piston berpindah posisi maka pada lubang keluaran *solenoid valve* akan mengeluarkan fluida sesuai dengan *supply* tegangan yang diterima, umumnya 100/200 VAC tetapi ada juga yang mendapatkan *supply* tegangan DC.

2.6 Motor DC

Motor arus searah, sebagaimana namanya, menggunakan arus langsung yang tidak langsung/direct-unidirectional. *Motor* DC digunakan pada penggunaan khusus dimana diperlukan penyalan *torque* yang tinggi atau percepatan yang tetap untuk kisaran kecepatan yang luas. Sedangkan keuntungan utama *motor* DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. *Motor* ini dapat dikendalikan dengan mengatur tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan serta mengatur arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan. *Motor* DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, *motor* tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. Keuntungan utama *motor* DC adalah sebagai pengendali kecepatan, yang tidak mempengaruhi kualitas pasokan daya. *Motor* ini dapat dikendalikan dengan mengatur: Tegangan dinamo – meningkatkan tegangan dinamo akan meningkatkan kecepatan dan Arus medan – menurunkan arus medan akan meningkatkan kecepatan. *Motor* DC tersedia dalam banyak ukuran, namun penggunaannya pada umumnya dibatasi untuk beberapa penggunaan berkecepatan rendah, penggunaan daya rendah hingga sedang seperti peralatan mesin dan *rolling mills*, sebab

sering terjadi masalah dengan perubahan arah arus listrik mekanis pada ukuran yang lebih besar. Juga, *motor* tersebut dibatasi hanya untuk penggunaan di area yang bersih dan tidak berbahaya sebab resiko percikan api pada sikatnya. *Motor* DC juga relatif mahal dibanding *motor* AC^[1].



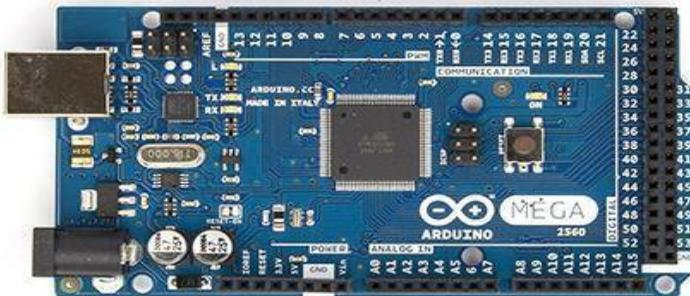
Gambar 2.7 Motor DC^[10]

2.7 Arduino MEGA 2560

Arduino Mega2560 adalah papan mikrokontroler berbasis ATmega2560 (datasheet ATmega2560). Arduino Mega2560 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. Ini semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler. Cukup dengan menghubungkannya ke komputer melalui kabel USB atau power dihubungkan dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk mulai mengaktifkannya. Arduino Mega2560 kompatibel dengan sebagian besar shield yang dirancang untuk Arduino Duemilanove atau Arduino Diecimila. Arduino Mega2560 adalah versi terbaru yang menggantikan versi Arduino Mega^[9].

Arduino Mega2560 berbeda dari papan sebelumnya, karena versi terbaru sudah tidak menggunakan chip driver FTDI USB-to-serial. Tapi, menggunakan chip ATmega16U2 (ATmega8U2 pada papan Revisi 1 dan Revisi 2) yang diprogram sebagai konverter USB-to-serial. Arduino Mega2560 Revisi 2 memiliki resistor penarik jalur HWB 8U2 ke Ground, sehingga lebih mudah untuk dimasukkan ke dalam mode DFU. Arduino Mega2560 Revisi 3 memiliki fitur-fitur baru berikut:

- a. 1.0 pinout : Ditambahkan pin SDA dan pin SCL yang dekat dengan pin AREF dan dua pin baru lainnya ditempatkan dekat dengan pin RESET, IOREF memungkinkan shield untuk beradaptasi dengan tegangan yang tersedia pada papan. Di masa depan, shield akan kompatibel baik dengan papan yang menggunakan AVR yang beroperasi dengan 5 Volt dan dengan Arduino Due yang beroperasi dengan tegangan 3.3 Volt. Dan ada dua pin yang tidak terhubung, yang disediakan untuk tujuan masa depan.
- b. Sirkuit RESET.
- c. Chip ATmega16U2 menggantikan chip ATmega8U2.



Gambar2.8 Arduino Mega2560^[9]

Arduino Mega dapat diaktifkan melalui koneksi USB atau dengan catu daya eksternal. Sumber daya dipilih secara otomatis. Sumber daya eksternal (non-USB) dapat berasal baik dari adaptor AC-DC atau baterai. Adaptor dapat dihubungkan dengan mencolokkan steker, 2,1 mm yang bagian tengahnya terminal positif ke ke jack sumber tegangan pada papan. Jika tegangan

berasal dari baterai dapat langsung dihubungkan melalui header pin Gnd dan pin Vin dari konektor POWER. Papan Arduino ATmega2560 dapat beroperasi dengan pasokan daya eksternal 6 Volt sampai 20 volt. Jika diberi tegangan kurang dari 7 Volt, maka, pin 5 Volt mungkin akan menghasilkan tegangan kurang dari 5 Volt dan ini akan membuat papan menjadi tidak stabil. Jika sumber tegangan menggunakan lebih dari 12 Volt, regulator tegangan akan mengalami panas berlebihan dan bisa merusak papan. Rentang sumber tegangan yang dianjurkan adalah 7 Volt sampai 12 Volt. Pin tegangan yang tersedia pada papan Arduino adalah sebagai berikut:

- a. VIN : Adalah input tegangan untuk papan Arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal (sebagai 'saingan' tegangan 5 Volt dari koneksi USB atau sumber daya ter-regulator lainnya). Anda dapat memberikan tegangan melalui pin ini, atau jika memasok tegangan untuk papan melalui jack power, kita bisa mengakses/mengambil tegangan melalui pin ini.
- b. 5V : Sebuah pin yang mengeluarkan tegangan ter-regulator 5 Volt, dari pin ini tegangan sudah diatur (ter-regulator) dari regulator yang tersedia (built-in) pada papan. Arduino dapat diaktifkan dengan sumber daya baik berasal dari jack power DC (7-12 Volt), konektor USB (5 Volt), atau pin VIN pada board (7-12 Volt). Memberikan tegangan melalui pin 5V atau 3.3V secara langsung tanpa melewati regulator dapat merusak papan Arduino.
- c. 3V3 : Sebuah pin yang menghasilkan tegangan 3,3 Volt. Tegangan ini dihasilkan oleh regulator yang terdapat pada papan (on-board). Arus maksimum yang dihasilkan adalah 50 mA.
- d. GND : Pin Ground atau Massa.
- e. IOREF : Pin ini pada papan Arduino berfungsi untuk memberikan referensi tegangan yang beroperasi pada mikrokontroler. Sebuah perisai (shield) dikonfigurasi dengan benar untuk dapat membaca pin tegangan IOREF dan memilih sumber daya yang tepat atau mengaktifkan

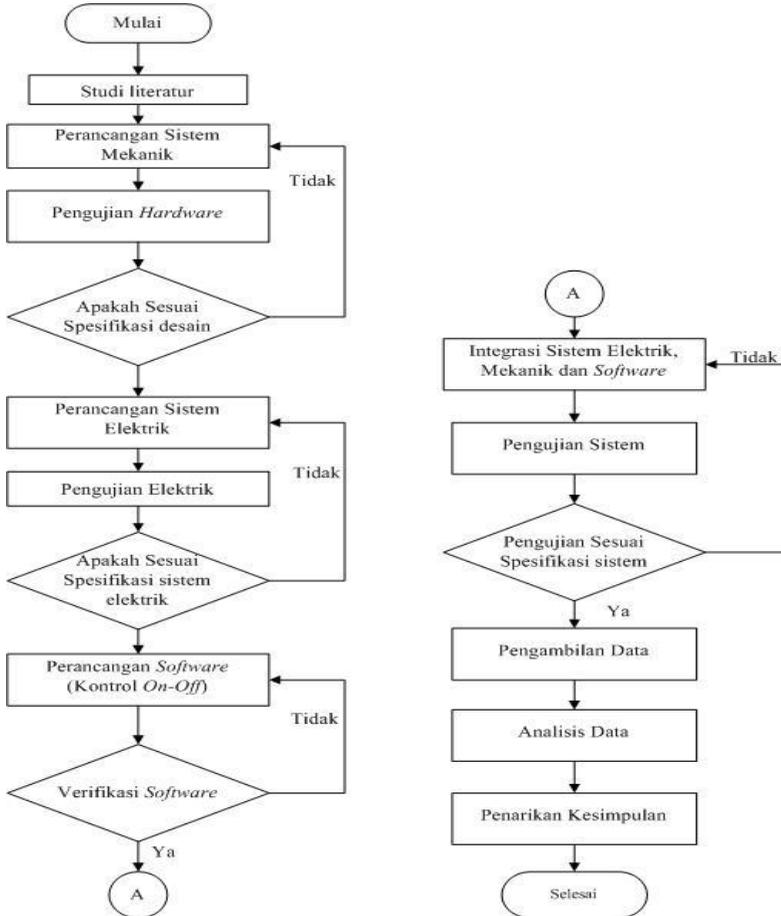
penerjemah tegangan (voltage translator) pada output untuk bekerja pada tegangan 5 Volt atau 3,3 Volt.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Diagram Alir Penelitian

Berikut ini menjelaskan mengenai perancangan dan pembuatan alat yang meliputi penentuan komponen yang digunakan, perancangan dan pembuatan alat, untuk lebih jelas di lampiran :



Gambar 3.1 Flowchart Pengerjaan Tugas Akhir

3.2 Metodologi Penelitian

Berikut adalah metodologi penelitian dari pembuatan tugas akhir tentang pengendalian pH pada *greenhouse* tanaman hidroponik adalah sebagai berikut :

a. Studi Literatur

Studi Literatur merupakan pengkajian dan pemahaman mengenai pengendalian pH pada tanaman hidroponik sebelumnya, serta mendapatkan literature mengenai motor DC yang sesuai dengan kebutuhan plan untuk *mixing*, penentuan parameter *set point* pH pada tanaman hidroponik.

b. Perancangan Sistem Mekanik

Pada tahap ini di lakukan perancangan sistem mekanik, yaitu pembuatan *greenhouse* dan media tanam hidroponik dirancang dengan menggunakan *software* sketcup dan *AutoCAD*. Pada sistem mekanik disini digunakan selenoid valve sebagai aliran buka tutup larutan asam dan motor DC digunakan sebagai pengaduk larutan asam dan air nutrisi.

c. Pengujian Hardware

Pada tahap ini dilakukan pengujian pada *selenoid valve* dengan menggunakan tegangan AC 220 Volt dan motor DC menggunakan tegangan 12 Volt DC. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui apakah selenoid valve dan motor DC dapat bekerja buka tutup aliran dan motor bisa berputar untuk pengadukan sehingga berjalan sesuai dengan yang diharapkan.

d. Perancangan Sistem Elektrik

Perancangan sistem elektrik disini yaitu pembuatan sensor dengan sensor pH, dimana sensor pH dihubungkan dengan modul rangkaian penguat dan sebagai transmisi input data pada arduino berupa tegangan.

e. Pembuatan Software

Pada tahap ini dilakukan pembuatan *software* yaitu dengan *software* arduino, di dalam pembuatan *software* ini menggunakan metode pengendalian *on-off* sehingga

ditentukan nilai *range set point* pH yang dikehendaki yaitu antara pH 5,5 sampai dengan 6,5. Koding pH disini menggunakan *library* yang sudah ada dari *software* arduino sendiri.

f. Verifikasi Software

Verifikasi *software* bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi kesalahan atau tidak pada pembuatan *software*, apakah *software* sudah dapat berjalan sesuai spesifikasi *hardware* yang diinginkan.

g. Integrasi Sistem Mekanik, Elektrik dan Software

Pada tahap ini dilakukan penggabungan antara sistem mekanik, elektrik, dan *software*.

h. Pengujian Sistem Pengendalian pH

Pada tahap ini dilakukan pengujian dengan tujuan untuk mengetahui apakah sistem dapat berjalan secara sempurna setelah dilakukan integrasi. Integrasi disini bertujuan untuk mengetahui apakah sistem sudah sesuai dengan keinginan atau belum.

i. Pengambilan Data

Pengambilan data disini dilakukan selama 1 minggu mulai dari jam 07.00 sampai dengan 17.00 , data yang diambil adalah data sebelum dikontrol dan sesudah dilakukan pengontrolan yaitu berupa data pH dan tegangan output pH yang dihasilkan.

j. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui adanya perbedaan pH sebelum dikontrol dan sesudah dikontrol

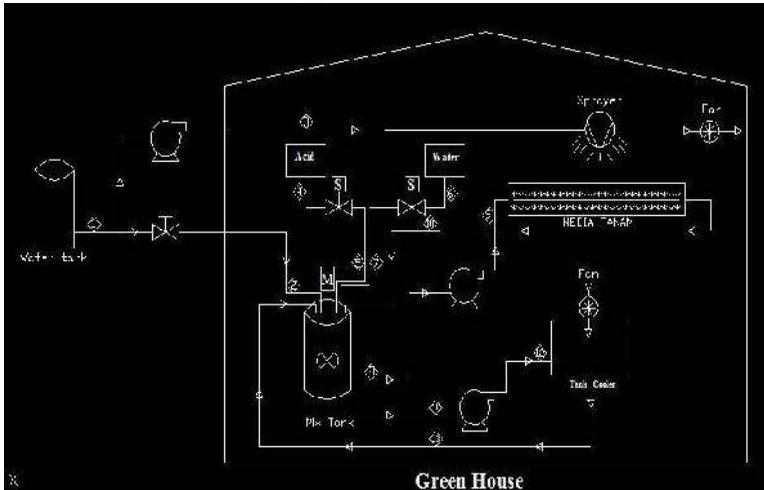
k. Penarikan Kesimpulan

Dari analisa data akan diketahui perbedaan nilai pH sebelum dan sesudah dikontrol, pada saat sebelum dikontrol maka itu terjadi secara alamiah perkembangan tanaman hidroponik

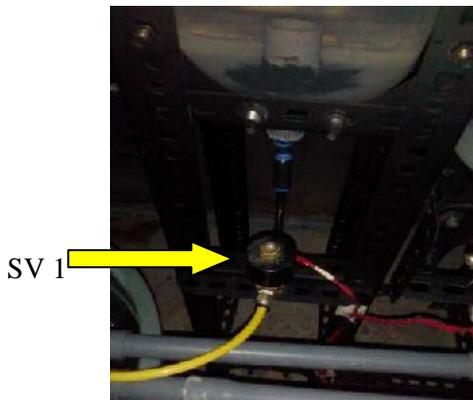
dan sesudah dikontrol pH dengan *range* 5,5 sampai 6,5 maka diharapkan pertumbuhannya dapat lebih baik.

3.3 Perancangan Sistem Mekanik

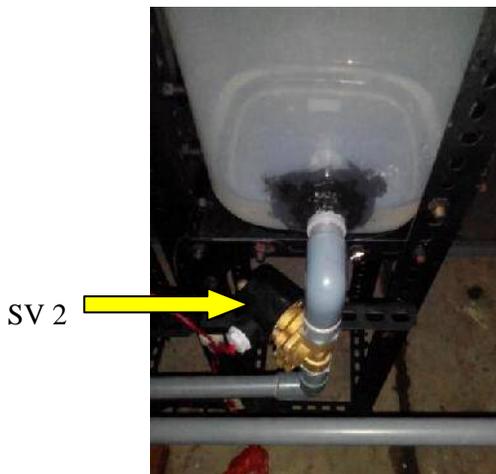
Dalam perancangan sistem mekanik pada tugas akhir ini, pertama dilakukan perancangan desain menggunakan *AutoCad* kemudian direalisasikan pembuatan sistem mekanik sebenarnya.



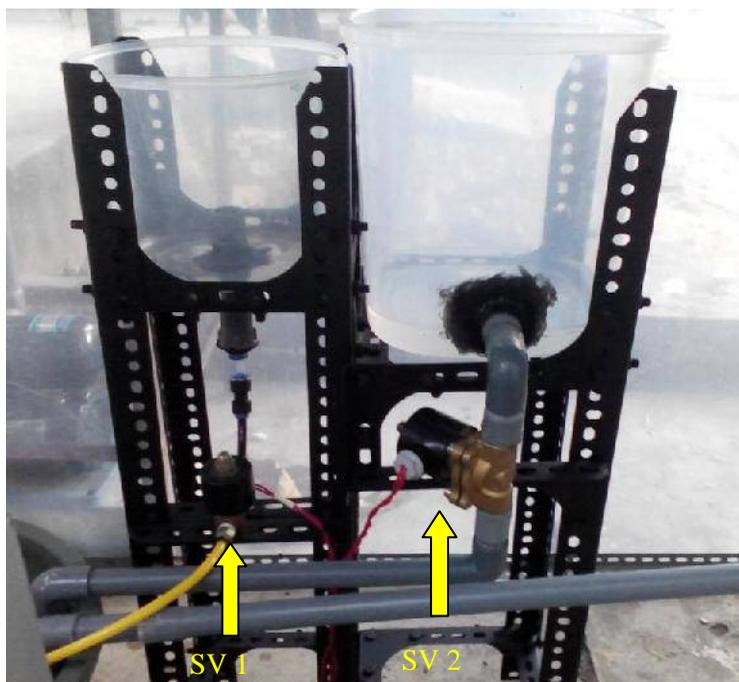
Gambar 3.2 Desain mekanik *GreenHouse* hidroponik



Gambar 3.3 *Solenoid Valve* untuk larutan pH asam

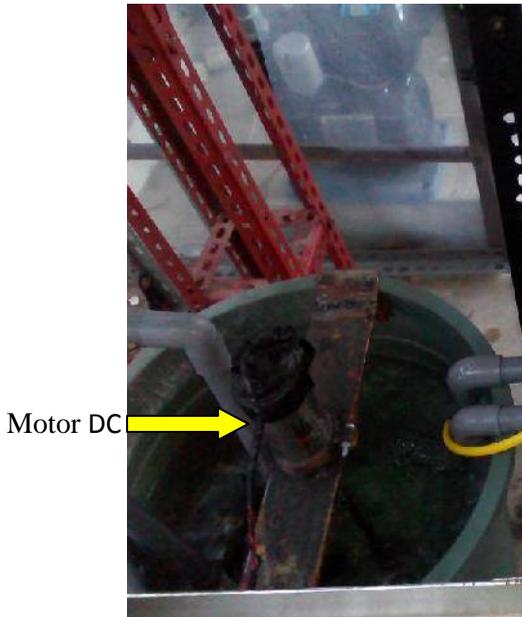


Gambar 3.4 Selenoid Valve untuk air



Gambar 3.5 Tangki air dan larutan asam

Tangki untuk larutan asam dan air tersebut digunakan untuk mencampur nutrisi yang digunakan pada tanaman hidroponik. Larutan asam dan air akan mengalir ketika *solenoid valve* terbuka. Kondisi dari *solenoid valve* tersebut adalah normal tertutup (NC). *Solenoid valve* akan aktif ketika set poin dari kontroller (arduino) melebihi atau kurang dari set poin. Set poin dari pH adalah 5,5 sampai dengan 6,5. Ketika set poin lebih dari 6,5 maka solenoid untuk larutan asam aktif dan larutan masuk ke tangki penampungan nutrisi. Dan sebaliknya ketika set poin kurang dari 5,5 maka solenoid untuk air akan aktif dan air masuk pada tangki nutrisi.

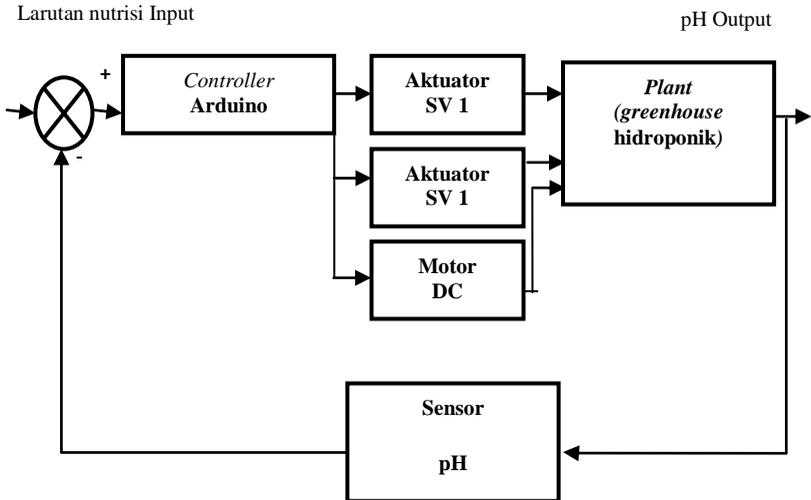


Gambar 3.6 Motor DC untuk pengadukan

Motor ditempatkan pada penampungan larutan nutrisi. Motor berkerja bersamaan dengan solenoid ketika aktif. Motor aktif ketika set poin pH lebih dari 6,5 atau kurang dari 5,5.

3.4 Perancangan Sistem Elektrik

Berikut adalah merupakan diagram blok dari pengendalian pH pada larutan nutrisi plan hidroponik sebagai berikut :



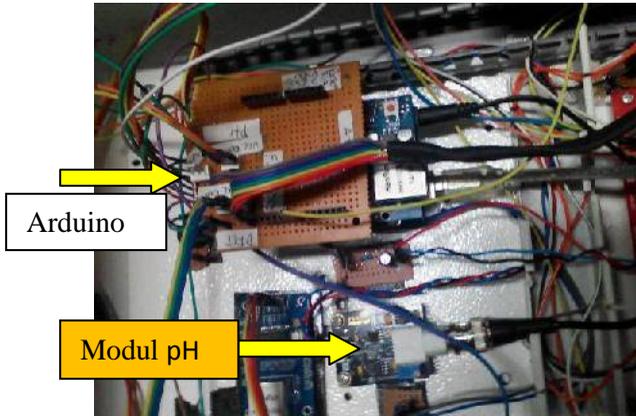
Gambar 3.7 Diagram blok pengendalian pH pada plan hidroponik

Dari diagram blok diatas dapat diketahui bahwa alur kerja yaitu ketika sensor pH bekerja untuk membaca pH pada larutan nutrisi. Kemudian pembacaan sensor tersebut memberikan umpan balik ke kontroler arduino berapa pembacaannya dan akan dibandingkan dengan set poin yang telah ditentukan yaitu pH 5,5 sampai dengan 6,5. Ketika set poin lebih atau kurang maka kontroler arduino memerintahkan ke aktuator untuk aktif. Aktuator *solenoid valve* dan motor DC bekerja secara *on-off*.

Dari sistem pengendalian pH tersebut dapat dirincikan penyusun sistem elektrik adalah sebagai berikut :



Gambar 3.8 sensor pH DF Robot ^[4]



Gambar 3.9 Wiring sensor pH ke arduino dan ke aktuator

Untuk keluaran sensor pH dimasukkan pada arduino di pin analog A0 dan untuk menuju aktuator selenoid valve larutan asam melalui pin 37, selenoid valve untuk air pada pin 41 dan untuk motor DC pada pin 33.



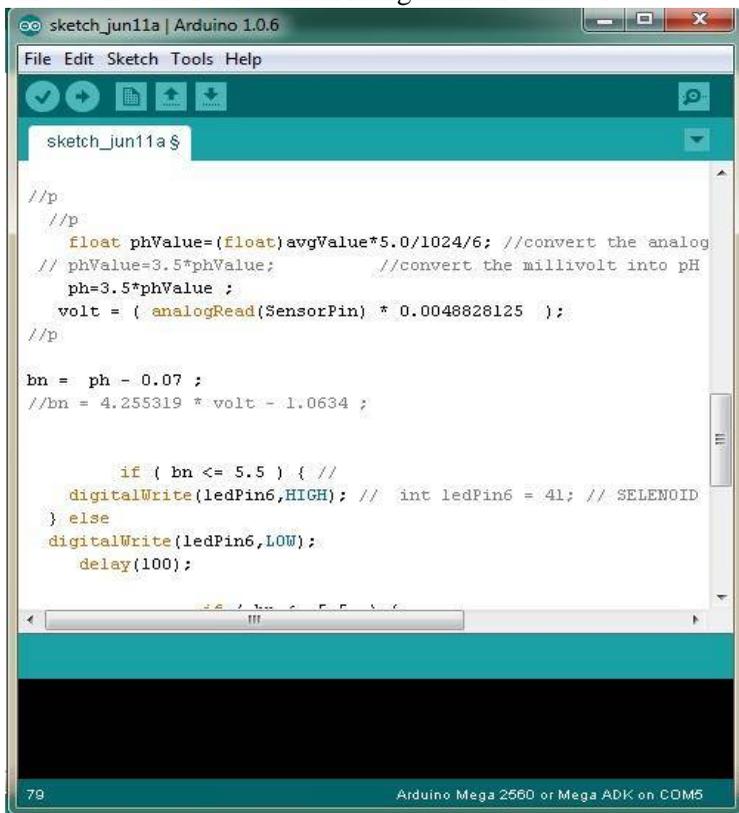
Gambar 3.10 Panel Box elektrik



Gambar 3.11 Tampilan LCD untuk pembacaan sensor pH

3.5 Perancangan *Software*

Pada perancangan software menggunakan arduino ini, digunakan untuk sebagai kontroler yang berfungsi menggerakkan aktuator ketika nilai pembacaan melebihi set poin yang ditentukan. Pembacaan pH pada sensor adalah 1-14 kemudian ditampilkan melalui LCD sebagai *display*. Namun, untuk tugas akhir ini yang membahas pH pada larutan nutrisi tanaman hidroponik adalah ditentukan set poin nya yaitu 5,5 sampai dengan 6,5. Kemudian, ketika nilai pembacaan telah melebihi set poin yang telah ditentukan tersebut maka kontroler akan mengaktifkan aktuator dengan otomatis. Berikut adalah *code* dari pembacaan sensor serta untuk mengaktifkan aktuator



```

sketch_jun11a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun11a $

//p
//p
float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6; //convert the analog
// pHValue=3.5*pHValue; //convert the millivolt into pH
pH=3.5*pHValue ;
volt = ( analogRead(SensorPin) * 0.0048828125 );
//p

bn = pH - 0.07 ;
//bn = 4.255319 * volt - 1.0634 ;

if ( bn <= 5.5 ) { //
digitalWrite(ledPin6,HIGH); // int ledPin6 = 41; // SELENOID
} else
digitalWrite(ledPin6,LOW);
delay(100);

79 Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM5

```

Gambar 3.12 Code pembacaan sensor pH

```

sketch_jun11a | Arduino 1.0.6
File Edit Sketch Tools Help
sketch_jun11a $
    if ( bn <= 5.5 ) { //
digitalWrite(ledPin6,HIGH); // int ledPin6 = 41; // SELENOID
} else
digitalWrite(ledPin6,LOW);
delay(100);

        if ( bn <= 5.5 ) {
digitalWrite(ledPin5,HIGH); // int ledPin6 = 41; // SELENOID
} else digitalWrite(ledPin5,LOW);
delay(100);

        if ( bn >= 6.5 ) { //
digitalWrite(ledPin2,HIGH); // = 37; // SELENOID VALVE
} else
digitalWrite(ledPin2,LOW);
delay(100);

        if ( bn >= 6.5 ) {
digitalWrite(ledPin5,HIGH); //33; // PH MOTOR MIXER DC
} else digitalWrite(ledPin5,LOW);
delay(100);
}
}

75 Arduino Mega 2560 or Mega ADK on COM5

```

Gambar 3.13 Code untuk mengaktifkan aktuatur

code yang telah dibuat kemudian di *verify*, hal bertujuan untuk mengetahui apakah terjadi kesalahan dalam pembuatan program atau tidak. Kemudian program yang telah dibuat di upload ke arduino agar dapat digunakan.

Untuk lebih jelas tentang pemrograman kontroller dapat dilihat pada lampiran.

BAB IV PENGUJIAN DAN ANALISIS DATA

4.1 Pengujian Sensor pH

Pada pengujian sensor pH ini dilakukan dengan memasukkan sensor pH ke dalam larutan *buffer*. Larutan *buffer* yang digunakan adalah dengan kadar pH 4, 7 dan 10. Pengujian dilakukan dengan waktu satu menit (60 detik). Data yang diambil adalah pembacaan pH dan tegangan output yang dihasilkan. Berikut adalah data hasil pengujian sensor pH menggunakan larutan *buffer*.

Tabel 4.1 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer* 7

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
1	7	7,00	1,96	1
2	7	7,00	1,96	2
3	7	7,00	1,96	3
4	7	7,00	1,96	4
5	7	7,00	1,96	5
6	7	7,00	1,96	6
7	7	7,00	1,96	7
8	7	7,00	1,96	8
9	7	7,00	1,96	9
10	7	7,00	1,96	10
11	7	7,00	1,96	11
12	7	7,00	1,96	12
13	7	7,00	1,96	13
14	7	7,00	1,96	14
15	7	7,00	1,96	15
16	7	7,00	1,96	16
17	7	7,00	1,96	17
18	7	7,00	1,96	18
19	7	7,00	1,96	19
20	7	7,00	1,96	20
21	7	7,00	1,96	21
22	7	7,00	1,96	22
23	7	7,00	1,96	23

Lanjutan Tabel 4.1 Data uji Sensor pH dengan *buffer 7*

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
24	7	7,00	1,96	24
25	7	7,00	1,96	25
26	7	7,00	1,96	26
27	7	7,00	1,96	27
28	7	7,00	1,96	28
29	7	7,00	1,96	29
30	7	7,00	1,96	30
31	7	7,00	1,96	31
32	7	7,00	1,96	32
33	7	7,00	1,96	33
34	7	7,00	1,96	34
35	7	7,00	1,96	35
36	7	7,00	1,96	36
37	7	7,00	1,96	37
38	7	7,00	1,96	38
39	7	7,00	1,96	39
40	7	7,00	1,96	40
41	7	7,00	1,96	41
42	7	7,00	1,96	42
43	7	7,00	1,96	43
44	7	7,00	1,96	44
45	7	7,00	1,96	45
46	7	7,00	1,96	46
47	7	7,00	1,96	47
48	7	7,00	1,96	48
49	7	7,00	1,96	49
50	7	7,00	1,96	50
51	7	7,00	1,96	51
52	7	7,00	1,96	52
53	7	7,00	1,96	53
54	7	7,00	1,96	54
55	7	7,00	1,96	55
56	7	7,00	1,96	56

Lanjutan Tabel 4.1 Data uji Sensor pH dengan *buffer 7*

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
57	7	7,00	1,96	57
58	7	7,00	1,96	58
59	7	7,00	1,96	59
60	7	7,00	1,96	60

Dari uji sensor pH diatas yang menggunakan larutan buffer pH 7, menunjukkan bahwa pembacaan sensor dengan pH 7 sangat akurasi 100% tanpa ada error.

Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer 4*

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
1	4	4,00	1,1	1
2	4	4,00	1,1	2
3	4	4,00	1,1	3
4	4	4,00	1,1	4
5	4	4,00	1,1	5
6	4	4,01	1,1	6
7	4	4,00	1,1	7
8	4	4,00	1,1	8
9	4	4,00	1,1	9
10	4	4,01	1,1	10
11	4	4,00	1,1	11
12	4	4,00	1,1	12
13	4	4,00	1,1	13
14	4	4,01	1,1	14
15	4	4,00	1,1	15
16	4	4,00	1,1	16
17	4	4,00	1,1	17
18	4	4,00	1,1	18
19	4	4,00	1,1	19
20	4	4,00	1,1	20
21	4	4,00	1,1	21
22	4	4,00	1,1	22

Lanjutan Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer* 4

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
23	4	4,00	1,1	23
24	4	4,00	1,1	24
25	4	4,00	1,1	25
26	4	4,00	1,1	26
27	4	4,00	1,1	27
28	4	4,01	1,1	28
29	4	4,00	1,1	29
30	4	4,00	1,1	30
31	4	4,00	1,1	31
32	4	4,00	1,1	32
33	4	4,00	1,1	33
34	4	4,00	1,1	34
35	4	4,00	1,1	35
36	4	4,00	1,1	36
37	4	4,00	1,1	37
38	4	4,00	1,1	38
39	4	4,00	1,1	39
40	4	4,00	1,1	40
41	4	4,00	1,1	41
42	4	4,00	1,1	42
43	4	4,00	1,1	43
44	4	4,01	1,1	44
45	4	4,00	1,1	45
46	4	4,00	1,1	46
47	4	4,00	1,1	47
48	4	4,00	1,1	48
49	4	4,00	1,1	49
50	4	4,00	1,1	50
51	4	4,00	1,1	51
52	4	4,00	1,1	52
53	4	4,00	1,1	53
54	4	4,00	1,1	54
55	4	4,00	1,1	55

Lanjutan Tabel 4.2 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer* 4

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
56	4	4,00	1,1	56
57	4	4,00	1,1	57
58	4	4,00	1,1	58
59	4	4,00	1,1	59
60	4	4,00	1,1	60

Dari uji sensor pH diatas yang menggunakan larutan buffer pH 4, menunjukkan bahwa pembacaan sensor pH 4 adalah mempunyai tingkat akurasi 99% dengan sedikit sekali *error* pembacaan -0,01 dari pH 4.

Tabel 4.3 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer* 10

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
1	10	9,83	2,68	1
2	10	9,82	2,68	2
3	10	9,83	2,68	3
4	10	9,83	2,68	4
5	10	9,83	2,68	5
6	10	9,83	2,68	6
7	10	9,83	2,68	7
8	10	9,82	2,68	8
9	10	9,83	2,68	9
10	10	9,83	2,68	10
11	10	9,83	2,68	11
12	10	9,83	2,68	12
13	10	9,83	2,68	13
14	10	9,83	2,68	14
15	10	9,83	2,68	15
16	10	9,82	2,68	16
17	10	9,83	2,68	17
18	10	9,82	2,68	18
19	10	9,83	2,68	19
20	10	9,83	2,68	20

Lanjutan Tabel 4.3 Data Uji Sensor pH dengan pH *Buffer* 10

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
21	10	9,83	2,68	21
22	10	9,82	2,68	21
23	10	9,83	2,68	23
24	10	9,82	2,68	24
25	10	9,83	2,68	25
26	10	9,82	2,68	26
27	10	9,83	2,68	27
28	10	9,82	2,68	28
29	10	9,83	2,68	29
30	10	9,82	2,68	30
31	10	9,83	2,68	31
32	10	9,82	2,68	32
33	10	9,83	2,68	33
34	10	9,82	2,68	34
35	10	9,83	2,68	35
36	10	9,82	2,68	36
37	10	9,83	2,68	37
38	10	9,82	2,68	38
39	10	9,83	2,68	39
40	10	9,83	2,68	40
41	10	9,83	2,68	41
42	10	9,82	2,68	42
43	10	9,83	2,68	43
44	10	9,83	2,68	44
45	10	9,83	2,68	45
46	10	9,82	2,68	46
47	10	9,83	2,68	47
48	10	9,82	2,68	48
49	10	9,83	2,68	49
50	10	9,83	2,68	50
51	10	9,83	2,68	51
52	10	9,82	2,68	52
53	10	9,83	2,68	53

Lanjutan Tabel 4.3 Data Uji Sensor pH dengan pH Buffer 10

No	pH	Pembacaan pH	Tegangan (V)	Waktu (detik)
54	10	9,82	2,68	54
55	10	9,83	2,68	55
56	10	9,82	2,68	56
57	10	9,83	2,68	57
58	10	9,82	2,68	58
59	10	9,83	2,68	59
60	10	9,83	2,68	60

Dari uji sensor pH diatas yang menggunakan larutan buffer pH 10, menunjukkan bahwa pembacaan sensor pH 10 adalah mempunyai tingkat akursi 98% dengan error pembacaan rata-rata -0,17 dari pH 10.

4.2 Uji Respon Sensor

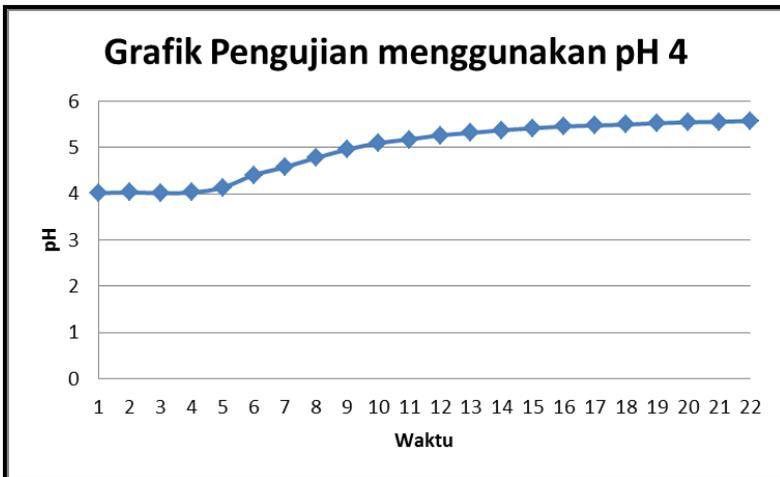
Pada uji respon sensor pH ini dilakukan untuk mengetahui berapa lama respon waktu yang dibutuhkan sensor untuk kembali pada set poin yang telah ditentukan. Set poin dari sistem adalah pH 5,5 sampai dengan 6,5. Sensor akan diberikan gangguan pH yaitu lebih dari 6,5 dan kurang dari 5,5. Kemudian akan dilihat respon waktunya untuk kembali set poin yang ditentukan tersebut. Gangguan pH menggunakan larutan buffer dengan kadar pH 4, 7 dan 10. Data yang diambil adalah pembacaan pH dengan respon waktu yang dicapai. Berikut adalah data pembacaan respon sensor sebagai berikut.

Tabel 4.4 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 4

No	Set Poin pH	Pembacaan pH	Waktu (Detik)
1	5,5 - 6,5	4,02	1
2	5,5 - 6,5	4,03	2
3	5,5 - 6,5	4,02	3
4	5,5 - 6,5	4,03	4
5	5,5 - 6,5	4,14	5
6	5,5 - 6,5	4,41	6
7	5,5 - 6,5	4,58	7
8	5,5 - 6,5	4,78	8

Lanjutan Tabel 4.4 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 4

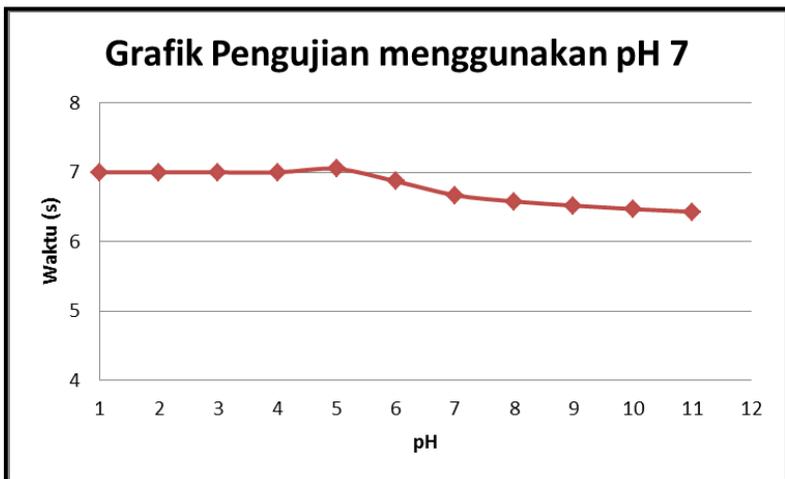
No	Set Poin pH	Pembacaan pH	Waktu (Detik)
9	5,5 - 6,5	4,96	9
10	5,5 - 6,5	5,1	10
11	5,5 - 6,5	5,18	11
12	5,5 - 6,5	5,27	12
13	5,5 - 6,5	5,32	13
14	5,5 - 6,5	5,38	14
15	5,5 - 6,5	5,42	15
16	5,5 - 6,5	5,46	16
17	5,5 - 6,5	5,48	17
18	5,5 - 6,5	5,5	18
19	5,5 - 6,5	5,53	19
20	5,5 - 6,5	5,55	20
21	5,5 - 6,5	5,56	21
22	5,5 - 6,5	5,58	22

**Gambar 4.1** Grafik pengujian respon waktu dengan pH 4

Dari data dan grafik di atas menunjukkan bahwa ketika diberi gangguan pH 4, respon pembacaan sensor untuk kembali ke set poin 5,5 sampai dengan 6,5 membutuhkan waktu sekitar 22 detik. Dengan nilai pH tepat pada 5,5 pada detik ke 18.

Tabel 4.5 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 7

No	Set Poin pH	Pembacaan pH	Waktu (Detik)
1	5,5 - 6,5	7,00	1
2	5,5 - 6,5	7,00	2
3	5,5 - 6,5	7,00	3
4	5,5 - 6,5	7,00	4
5	5,5 - 6,5	7,05	5
6	5,5 - 6,5	6,87	6
7	5,5 - 6,5	6,67	7
8	5,5 - 6,5	6,58	8
9	5,5 - 6,5	6,52	9
10	5,5 - 6,5	6,47	10
11	5,5 - 6,5	6,43	11



Gambar 4.2 Grafik pengujian respon waktu dengan pH 7

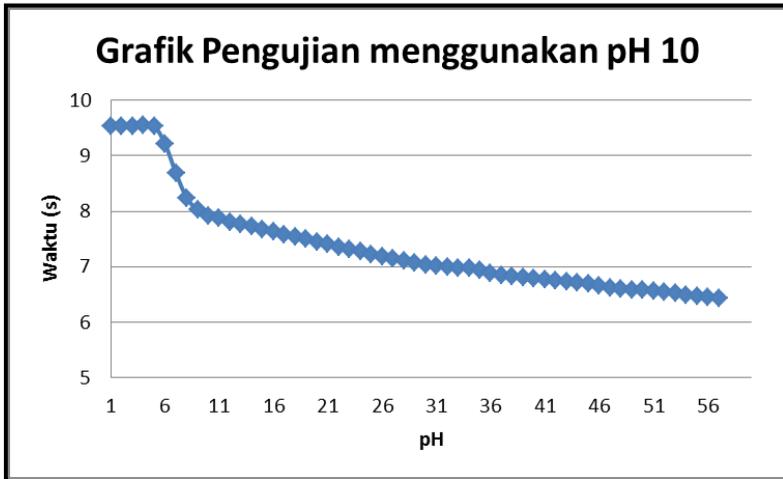
Dari data dan grafik di atas menunjukkan bahwa ketika diberi gangguan pH 7, respon pembacaan sensor untuk kembali ke set poin 5,5 sampai dengan 6,5 membutuhkan waktu sekitar 11 detik. Dengan *overshoot* 0,03 sampai mencapai nilai pH 6,47.

Tabel 4.6 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH 10

No	Set Poin pH	Pembacaan pH	Waktu (Detik)
1	5,5 - 6,5	9,54	1
2	5,5 - 6,5	9,53	2
3	5,5 - 6,5	9,54	3
4	5,5 - 6,5	9,55	4
5	5,5 - 6,5	9,54	5
6	5,5 - 6,5	9,21	6
7	5,5 - 6,5	8,69	7
8	5,5 - 6,5	8,24	8
9	5,5 - 6,5	8,03	9
10	5,5 - 6,5	7,92	10
11	5,5 - 6,5	7,87	11
12	5,5 - 6,5	7,81	12
13	5,5 - 6,5	7,77	13
14	5,5 - 6,5	7,72	14
15	5,5 - 6,5	7,68	15
16	5,5 - 6,5	7,63	16
17	5,5 - 6,5	7,58	17
18	5,5 - 6,5	7,54	18
19	5,5 - 6,5	7,50	19
20	5,5 - 6,5	7,45	20
21	5,5 - 6,5	7,40	21
22	5,5 - 6,5	7,36	22
23	5,5 - 6,5	7,31	23
24	5,5 - 6,5	7,27	24
25	5,5 - 6,5	7,23	25
26	5,5 - 6,5	7,19	26
27	5,5 - 6,5	7,15	27
28	5,5 - 6,5	7,10	28
29	5,5 - 6,5	7,07	29
30	5,5 - 6,5	7,04	30
31	5,5 - 6,5	7,02	31
32	5,5 - 6,5	7,00	32
33	5,5 - 6,5	6,98	33

Lanjutan Tabel 4.6 Pembacaan respon pH dengan gangguan pH
10

No	Set Poin pH	Pembacaan pH	Waktu (Detik)
34	5,5 - 6,5	6,97	34
35	5,5 - 6,5	6,94	35
36	5,5 - 6,5	6,89	36
37	5,5 - 6,5	6,85	37
38	5,5 - 6,5	6,82	38
39	5,5 - 6,5	6,80	39
40	5,5 - 6,5	6,78	40
41	5,5 - 6,5	6,77	41
42	5,5 - 6,5	6,75	42
43	5,5 - 6,5	6,73	43
44	5,5 - 6,5	6,71	44
45	5,5 - 6,5	6,69	45
46	5,5 - 6,5	6,65	46
47	5,5 - 6,5	6,62	47
48	5,5 - 6,5	6,60	48
49	5,5 - 6,5	6,59	49
50	5,5 - 6,5	6,58	50
51	5,5 - 6,5	6,57	51
52	5,5 - 6,5	6,55	52
53	5,5 - 6,5	6,53	53
54	5,5 - 6,5	6,49	54
55	5,5 - 6,5	6,46	55



Gambar 4.3 Grafik pengujian respon waktu dengan pH 10

Dari data dan grafik di atas menunjukkan bahwa ketika diberi gangguan sekitar pH 10, respon pembacaan sensor untuk kembali ke set poin 5,5 sampai dengan 6,5 membutuhkan waktu sekitar 55 detik. Dengan mengalami *overshoot* 0,01 pada nilai pH 6,49.

4.3 Data Sistem Sebelum Dikontrol

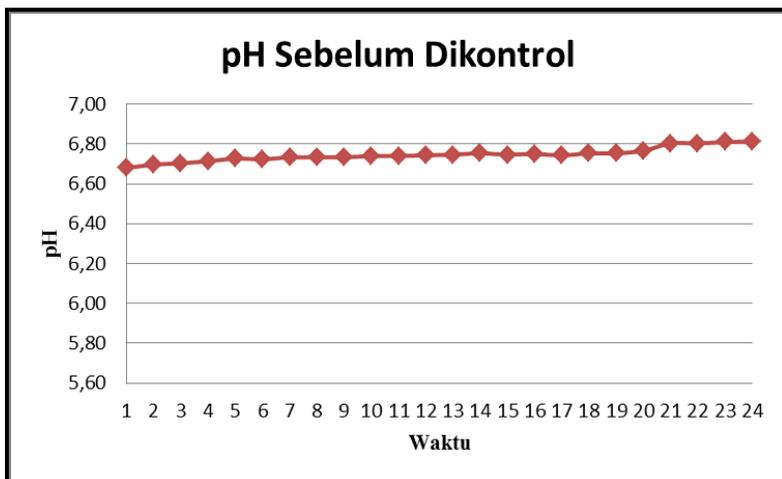
Data yang diambil pada tahap ini adalah data sebelum dikontrol. Hanya melakukan monitoring pembacaan hasil pengukuran yang telah dibaca sensor pH. Pengambilan data sistem sebelum dikontrol diambil selama 1 hari (24 jam) pengambilan data dimulai pada jam 18.00 dan berakhir besoknya pada jam 17.00. Model pengambilan data yaitu selama 20 menit sekali dan akan dirata-rata per jam. Berikut adalah hasil pengambilan data yang telah dilakukan :

Tabel 4.7 Data pH sebelum dikontrol

No	Pembacaan pH rata-rata / jam	Pukul
1	6,68	18.00
2	6,70	19.00
3	6,70	20.00
4	6,71	21.00
5	6,73	22.00

Lanjutan Tabel 4.7 Data pH sebelum dikontrol

No	Pembacaan pH rata-rata / jam	Pukul
6	6,72	23.00
7	6,73	24.00
8	6,73	01.00
9	6,73	02.00
10	6,74	03.00
11	6,74	04.00
12	6,74	05.00
13	6,75	06.00
14	6,75	07.00
15	6,75	08.00
16	6,75	09.00
17	6,74	10.00
18	6,75	11.00
19	6,75	12.00
20	6,77	13.00
21	6,80	14.00
22	6,80	15.00
23	6,81	16.00
24	6,81	17.00

**Gambar 4.4** Grafik pembacaan pH sebelum dikontrol

Dari data dan grafik di atas menunjukkan bahwa data sebelum dikontrol yang diambil data selama 1 hari (24 jam) menunjukkan bahwa pembacaan berada diatas batas range set poin 5,5 – 6,5. Penunjukan pembacaan pertama pada jam 18.00 sudah bernilai diatas set poin yaitu 6,68. Nilai pembacaan pH yang ditunjukkan selama 1 hari mengalami sedikit naik turun. Namun, pembacaannya pada range 6,68 sampai dengan 6,81.

4.4 Data Sistem Setelah Dikontrol Sesuai Set Poin

Data yang diambil pada tahap ini adalah data setelah dikontrol sesuai set poin. Dimana sistem pengendalian pH akan bekerja sesuai set poin yang diberikan. Sistem bekerja sesuai dengan model pengendalian tertutup atau (*close loop*). Ketika sensor pH memberikan umpan balik melebihi set poin maka kontroller akan bekerja untuk mengaktifkan aktuator dengan bantuan *relay* sebagai *switching*. Pengendalian pH ini mempunyai set poin kadar pH antara 5,5 sampai 6,5. Sehingga untuk tetap pada *range* set poin tersebut maka digunakan 2 aktuator *solenoid valve*. Ketika melebihi set poin 6,5 maka selenoid 1 untuk mengalirkan larutan asam akan terbuka dan sebaliknya jika kurang dari set poin 5,5 maka selenoid 2 yang mengalirkan air akan terbuka. Sehingga set poin tetap terjaga pada nilai yang dikehendaki.

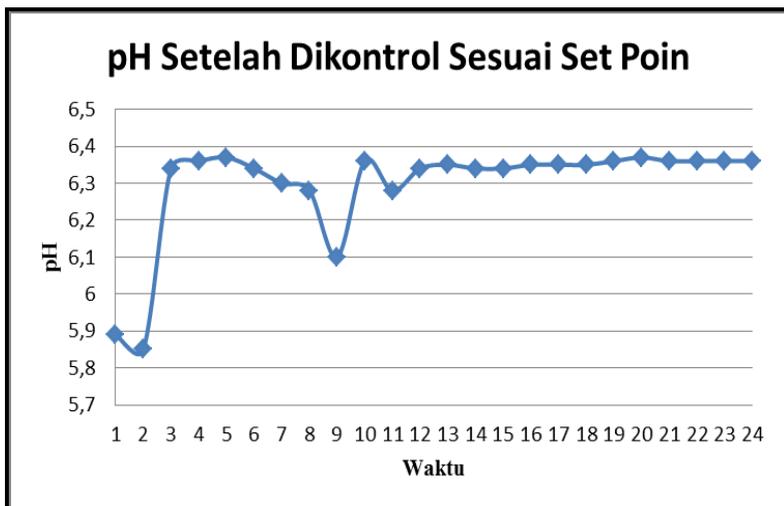
Pengambilan data setelah dikontrol diambil selama 1 hari (24 jam) pengambilan data dimulai pada jam 02.00 dan berakhir besoknya pada jam 02.00. Model pengambilan data yaitu selama 20 menit sekali dan akan dirata-rata per jam. Berikut adalah hasil pengambilan data yang telah dilakukan :

Tabel 4.8 Data pH setelah dikontrol

No	Pembacaan pH rata-rata / jam	Pukul
1	5,89	2.00
2	5,85	3.00
3	6,34	4.00
4	6,36	5.00
5	6,37	6.00
6	6,34	7.00
7	6,30	8.00

Lanjutan Tabel 4.8 Data pH setelah dikontrol

No	Pembacaan pH rata-rata / jam	Pukul
8	6,28	9.00
9	6,10	10.00
10	6,36	11.00
11	6,28	12.00
12	6,34	13.00
13	6,35	14.00
14	6,34	15.00
15	6,34	16.00
16	6,35	17.00
17	6,35	18.00
18	6,35	19.00
19	6,36	20.00
20	6,37	21.00
21	6,36	22.00
22	6,36	23.00
23	6,36	24.00
24	6,36	01.00

**Gambar 4.5** Grafik pembacaan pH setelah dikontrol

Dari data dan grafik di atas menunjukkan bahwa data setelah dikontrol yang diambil data selama 1 hari (24 jam) menunjukkan bahwa pembacaan nilai pH tetap terjaga pada batas set poin yang diberikan yaitu 5,5 – 6,5. Sehingga aktuator tidak banyak bekerja untuk mengalirkan larutan asam maupun air untuk menstabilkan set poin. Dari hasil pembacaan pH yang ditampilkan dapat dilihat bahwa pembacaan pH pada nilai rentang dari 5,85 sampai 6,37. Meskipun pada pembacaan tetap mengalami naik turun seperti pada data sebelum dikontrol.

4.5 Analisis Data

Pada rancang bangun sistem pengendalian pH pada *miniplant greenhouse* hidroponik ini dibuat untuk mengendalikan larutan nutrisi untuk tanaman agar pH larutan tetap terjaga. pH yang dikehendaki pada nutrisi tumbuhan adalah 5,5 sampai dengan 6,5. Sehingga pertumbuhan tetap baik dikarenakan akar-akar dari tumbuhan dapat menyerap nutri secara maksimal.

Pada pengujian sistem pengendalian pH ini telah dilakukan tahap-tahap untuk mendapatkan tingkat kelayakan dari sistem ini. Dimana didapatkan hasil bahwa pada pengujian sensor pH menggunakan larutan *buffer* dengan kadar pH 4, 7 dan 10 dilakukan selama 60 detik. Diperoleh tingkat akurasi pada pengujian pertama menggunakan *buffer* 4 mempunyai tingkat akurasi 99% dengan *error* -0,01. Pada pH 7 mempunyai tingkat akurasi 100% dengan *error* 0. Kemudian pada pH 10 mempunyai tingkat akurasi 98% dengan nilai *error* rata-rata -0,17.

Pada uji respon waktu untuk mencapai set poin atau *settling time* sensor pH menggunakan larutan *buffer* 4, 7 dan 10 sebagai ganggan. hasil yang didapatkan yaitu untuk kembali ke set poin 5,5-6,5 dengan *buffer* 4 membutuhkan waktu sekitar 22 detik dengan *overshoot* 0 pada detik ke 18. Dengan *buffer* 7 membutuhkan waktu 11 detik dengan *overshoot* 0,03 bernilai pH 6,47 pada detik ke 10. Serta dengan *buffer* 10 membutuhkan waktu 55 detik dengan *overshoot* 0,01 di nilai pH 6,49 pada detik ke 54.

Kemudian setelah dilakukan uji kontroller, sistem dapat berjalan secara baik pada batas set poin yang telah diberikan yaitu rentang antara 5,5 sampai 6,5. Nilai pembacaan terhadap

pengendalian tersebut pada rentang ukur pH 5,85 sampai 6,37. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik sesuai set poin yang telah diberikan.

“Halaman ini memang dikosongkan”

BAB V PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Adapun kesimpulan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

- a. Telah dirancang alat pengendalian pH pada Hidroponik *GreenHouse* dengan menggunakan sensor pH, mikrokontroller Arduino mega2560 sebagai kontroller serta *solenoid valve* dan motor DC sebagai aktuator.
- b. Pada uji sensor pH menggunakan larutan *buffer* 4, 7 dan 10 selama 60 detik diperoleh akurasi pada pH 4 mempunyai tingkat akurasi 99% dengan *error* -0,01, pada pH 7 mempunyai tingkat akurasi 100% dengan *error* 0. Kemudian pada pH 10 mempunyai tingkat akurasi 98% dengan nilai *error* rata-rata -0,17.
- c. Pada uji respon waktu atau *settling time* sensor pH menggunakan larutan *buffer* 4, 7 dan 10 sebagai gangguan. Hasil yang didapatkan yaitu untuk kembali ke set poin 5,5 – 6,5 dengan *buffer* 4 membutuhkan waktu sekitar 22 detik dengan *overshoot* 0 pada detik ke 18. Dengan *buffer* 7 membutuhkan waktu 11 detik dengan *overshoot* 0,03 bernilai pH 6,47 pada detik ke 10. Serta dengan *buffer* 10 membutuhkan waktu 55 detik dengan *overshoot* 0,01 di nilai pH 6,49 pada detik ke 54.
- d. Setelah dilakukan pengontrolan pada set poin pH 5,5 sampai 6,5 maka larutan nutrisi pada hidroponik tetap terjaga pada batas set poin tersebut. Nilai pembacaan terhadap pengendalian tersebut pada rentang ukur pH 5,85 sampai 6,37. Sehingga dapat disimpulkan bahwa alat dapat berjalan dengan baik sesuai set poin yang telah diberikan.

5.2 Saran

adapun saran yang dapat menjadikan Tugas Akhir Ini lebih baik adalah :

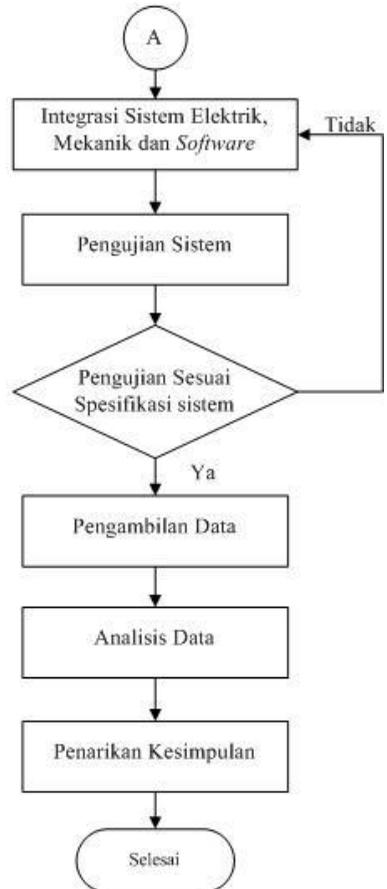
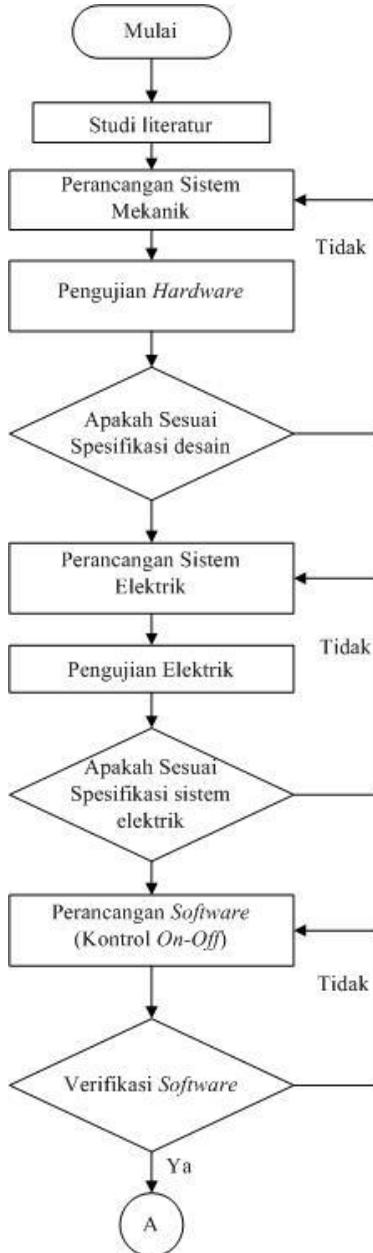
- a. Harus diperhatikan tentang dampak medan listrik atau magnet pada air *reservoir* ke sensor pH agar tidak merusak pembacaan sensor.
- b. Tipe sensor pH adalah non linieritas sehingga perlu pada program kontroller untuk ditambah nilai supaya pembacaan lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Akbar Hanif.2010.Rancang Bangun Sistem Pengendali pH pada Tangki Pencampur larutan Pencuci Film Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. Surabaya. Prodi D3 Teknik Instrumentasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [2] Kustanti Ika. 2014. Jurnal Pengendalian Kadar Asam (pH) Pada Sistem Hidroponik Stroberi Menggunakan Controller PID Berbasis Arduino Uno.
- [3] Hendra Cordova dkk. 2009. Penelitian Pengembangan Sistem Multi Kontrol pH (Non-Linier), Intensitas Radiasi Matahari dan Kelembaban Untuk Optimalisasi Suplai Nutrisi Serta Peningkatan Kecepatan Tumbuh *Lettuce* Pada *GreenHouse* Hidroponik NFT. Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- [4] http://www.dfrobot.com/index.php?route=product/product&product_id=1025&search=ph&description=true [Online]
- [5] <http://paktanihydrofarm.blogspot.com/> [Online]
- [6] <https://asro.wordpress.com/2008/06/03/process-control-1-feedback-control/> [Online]
- [7] <http://instrumentanalisis.blogspot.com/2012/10/phmeter-dan-turbidimeter.html> [Online]
- [8] <http://pertanianorganik.net/derajat-keasaman-ph-pada-budidaya-tanaman-hidroponik/> [Online]
- [9] <http://www.hendriono.com/blog/post/mengenal-arduino-mega2560#isi11> [Online]
- [10] <http://www.automationtechnologiesinc.com/products-page/dc-brushless-motor/kl23bls-series-9> [Online]
- [11] <http://www.kitomaindonesia.com/kategori/5/pump-solenoid-valve>

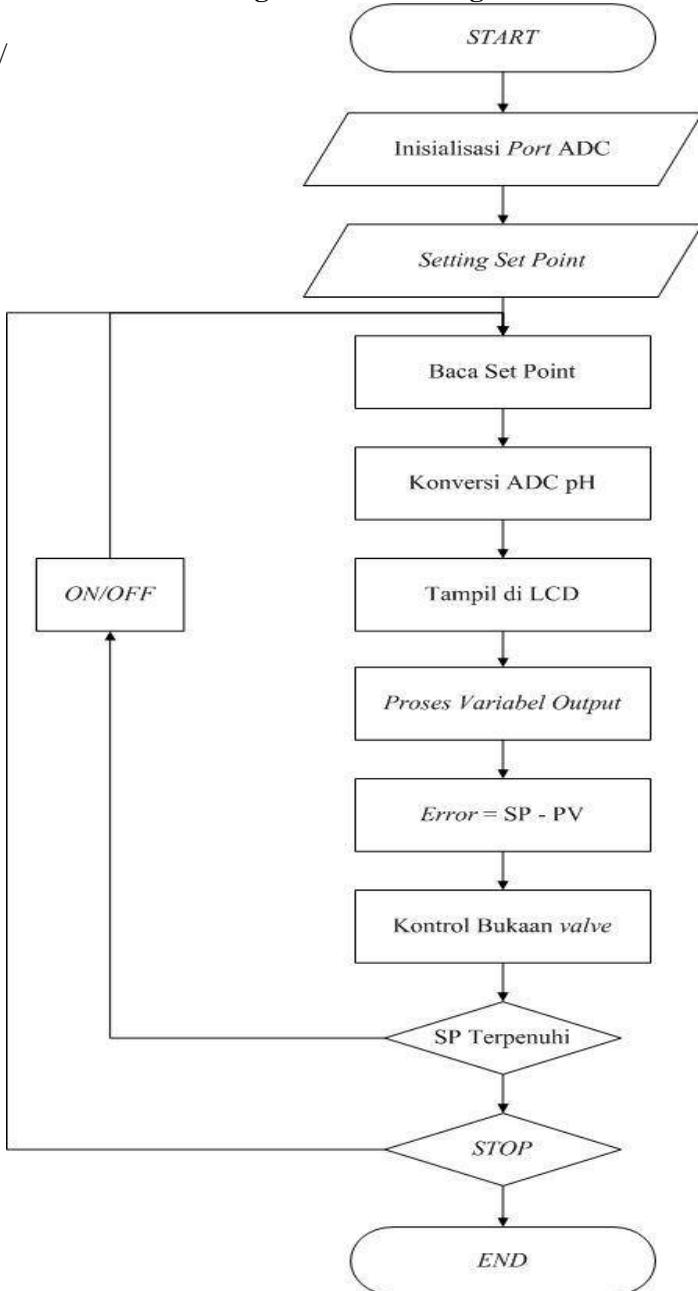
LAMPIRAN 1

Diagram Alir Penelitian



LAMPIRAN 2

Diagram Alir Pemrograman



LAMPIRAN 3

Pemrograman pH Arduino

```
//p
#define SensorPin 0 //pH meter Analog output to Arduino
Analog Input 0
unsigned long int avgValue; //Store the average value of the
sensor feedback
float volt;
float b;
int buf[10],temp;
float pHValue;
float ph;
float bn;

#include <LiquidCrystal.h>
LiquidCrystal lcd( 9, 8, 5, 7, 3, 2); // uno

int ledPin2 = 37; // SELENOID VALVE
int ledPin5 = 33; // PH MOTOR MIXER DC
int ledPin6 = 43; // PH MOTOR MIXER DC
int ledPin8 = 45; // buzzer

void setup () {
Serial.begin(9600);

pinMode(ledPin2, OUTPUT);
pinMode(ledPin5, OUTPUT);
pinMode(ledPin6, OUTPUT);
pinMode(ledPin8, OUTPUT);

//LCD
//p
lcd.setCursor (20,0) ;
lcd.print("pH:");
//p
lcd.setCursor (16,1) ;
lcd.print("Hydroponic Prjct");
```

```

//LCD
}

void loop () {

    //p
    for(int i=0;i<10;i++)    //Get 10 sample value from the sensor
    for smooth the value
    {
    buf[i]=analogRead(SensorPin);
    delay(10);
    }
    for(int i=0;i<9;i++)    //sort the analog from small to large
    {
        for(int j=i+1;j<10;j++)
        {
            if(buf[i]>buf[j])
            {
                temp=buf[i];
                buf[i]=buf[j];
                buf[j]=temp;
            }
        }
    }
    avgValue=0;
    for(int i=2;i<8;i++)    //take the average value of 6
    center sample
    avgValue+=buf[i];

    //p
    //p
    float pHValue=(float)avgValue*5.0/1024/6; //convert the
    analog into millivolt
    // pHValue=3.5*pHValue;    //convert the millivolt into pH
    value
    pH=3.5*pHValue ;
}

```

```

    volt = ( analogRead(SensorPin) * 0.0048828125 );
//p
bn = ph - 0.07 ;
//bn = 4.255319 * volt - 1.0634 ;

Serial.print(ph);
Serial.print ("");

//p
lcd.setCursor (4,2);
//lcd.print (phValue,2);
//lcd.print (ph);
lcd.print (bn);

    if ( bn <= 5.5 ) { //
        digitalWrite(ledPin6,HIGH); // int ledPin6 = 41; // SELENOID
        VALVE MENAMBAH SET PONT DIBAWA 5,5
    } else
        digitalWrite(ledPin6,LOW);
        delay(100);

        if ( bn <= 5.5 ) {
            digitalWrite(ledPin5,HIGH); // int ledPin6 = 41; // SELENOID
            VALVE MENAMBAH SET PONT DIBAWA 5,5
        } else digitalWrite(ledPin5,LOW);
        delay(100);

        if ( bn >= 6.5 ) { //
            digitalWrite(ledPin2,HIGH); // = 37; // SELENOID VALVE
        } else
            digitalWrite(ledPin2,LOW);
            delay(100);

            if ( bn >= 6.5 ) {
                digitalWrite(ledPin5,HIGH); //33; // PH MOTOR MIXER DC
            } else digitalWrite(ledPin5,LOW);
            delay(100);
        }
}

```

LAMPIRAN 4

Datasheet Arduino Mega2560



Product Overview

The Arduino Mega 2560 is a microcontroller board based on the ATmega2560 ([datasheet](#)). It has 54 digital input/output pins (of which 14 can be used as PWM outputs), 16 analog inputs, 4 UARTs (hardware serial ports), a 16 MHz crystal oscillator, a USB connection, a power jack, an ICSP header, and a reset button. It contains everything needed to support the microcontroller; simply connect it to a computer with a USB cable or power it with a AC-to-DC adapter or battery to get started. The Mega is compatible with most shields designed for the Arduino Duemilanove or Diecimila.

Index

Technical Specifications	Page 2
How to use Arduino Programming Environment, Basic Tutorials	Page 6
Terms & Conditions	Page 7
Enviromental Policies half sqm of green via Impatto Zero®	Page 7



radiospares RADIONICS



Technical Specification

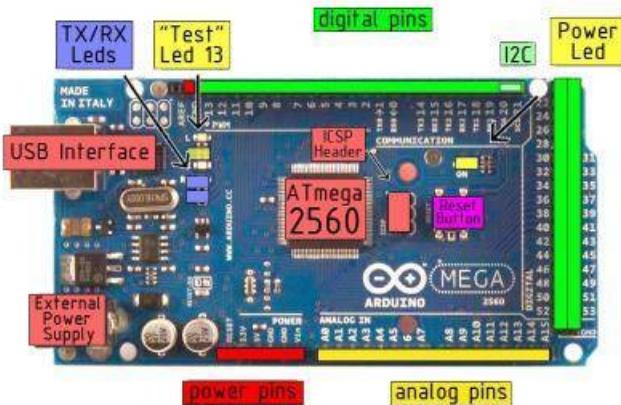


EAGLE files: [arduino-mega2560-reference-design.zip](#), Schematic: [arduino-mega2560-schematic.pdf](#)

Summary

Microcontroller	ATmega2560
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	54 (of which 14 provide PWM output)
Analog Input Pins	16
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	256 KB of which 8 KB used by bootloader
SRAM	8 KB
EEPROM	4 KB
Clock Speed	16 MHz

the board



radiospares

RADIONICS



Power

The Arduino Mega2560 can be powered via the USB connection or with an external power supply. The power source is selected automatically. External (non-USB) power can come either from an AC-to-DC adapter (wall-wart) or battery. The adapter can be connected by plugging a 2.1mm center-positive plug into the board's power jack. Leads from a battery can be inserted in the Gnd and Vin pin headers of the POWER connector.

The board can operate on an external supply of 6 to 20 volts. If supplied with less than 7V, however, the 5V pin may supply less than five volts and the board may be unstable. If using more than 12V, the voltage regulator may overheat and damage the board. The recommended range is 7 to 12 volts.

The Mega2560 differs from all preceding boards in that it does not use the FTDI USB-to-serial driver chip. Instead, it features the Atmega8U2 programmed as a USB-to-serial converter.

The power pins are as follows:

- **VIN.** The input voltage to the Arduino board when it's using an external power source (as opposed to 5 volts from the USB connection or other regulated power source). You can supply voltage through this pin, or, if supplying voltage via the power jack, access it through this pin.
- **5V.** The regulated power supply used to power the microcontroller and other components on the board. This can come either from VIN via an on-board regulator, or be supplied by USB or another regulated 5V supply.
- **3V3.** A 3.3 volt supply generated by the on-board regulator. Maximum current draw is 50 mA.
- **GND.** Ground pins.

Memory

The ATmega2560 has 256 KB of flash memory for storing code (of which 8 KB is used for the bootloader), 8 KB of SRAM and 4 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 54 digital pins on the Mega can be used as an input or output, using [pinMode\(\)](#), [digitalWrite\(\)](#), and [digitalRead\(\)](#) functions. They operate at 5 volts. Each pin can provide or receive a maximum of 40 mA and has an internal pull-up resistor (disconnected by default) of 20-50 kOhms. In addition, some pins have specialized functions:

- **Serial:** 0 (RX) and 1 (TX); Serial 1: 19 (RX) and 18 (TX); Serial 2: 17 (RX) and 16 (TX); Serial 3: 15 (RX) and 14 (TX). Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. Pins 0 and 1 are also connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External interrupts:** 2 (interrupt 0), 3 (interrupt 1), 18 (interrupt 5), 19 (interrupt 4), 20 (interrupt 3), and 21 (interrupt 2). These pins can be configured to trigger an interrupt on a low value, a rising or falling edge, or a change in value. See the [attachInterrupt\(\)](#) function for details.
- **PWM:** 0 to 13. Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI:** 50 (MISO), 51 (MOSI), 52 (SCK), 53 (SS). These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language. The SPI pins are also broken out on the ICSP header, which is physically compatible with the Duemilanove and Diecimila.
- **LED:** 13. There is a built-in LED connected to digital pin 13. When the pin is HIGH value, the LED is on, when the pin is LOW, it's off.
- **PC:** 20 (SDA) and 21 (SCL). Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#) (documentation on the Wiring website). Note that these pins are not in the same location as the I²C pins on the Duemilanove.

The Mega2560 has 16 analog inputs, each of which provide 10 bits of resolution (i.e. 1024 different values). By default they measure from ground to 5 volts, though it is possible to change the upper end of their range using the AREF pin and analogReference() function.

There are a couple of other pins on the board:

- **AREF.** Reference voltage for the analog inputs. Used with [analogReference\(\)](#).
- **Reset.** Bring this line LOW to reset the microcontroller. Typically used to add a reset button to shields which block the one on the board.



radiospares RADIONICS



How to use Arduino



Arduino can sense the environment by receiving input from a variety of sensors and can affect its surroundings by controlling lights, motors, and other actuators. The microcontroller on the board is programmed using the [Arduino programming language](#) (based on [Wiring](#)) and the Arduino development environment (based on [Processing](#)). Arduino projects can be stand-alone or they can communicate with software on running on a computer (e.g. Flash, Processing, Max/MSP).

Arduino is a cross-platform program. You'll have to follow different instructions for your personal OS. Check on the [Arduino site](#) for the latest instructions: <http://arduino.cc/en/Guide/HomePage>

Linux Install

Windows Install

Mac Install

Once you have downloaded/unzipped the arduino IDE, you can Plug the Arduino to your PC via USB cable.

Blink led

Now you're actually ready to "burn" your first program on the arduino board. To select "blink led", the physical translation of the well known programming "hello world", select

**File>Sketchbook>
Arduino-0017>Examples>
Digital>Blink**

Once you have your sketch you'll see something very close to the screenshot on the right.

In **Tools>Board** select MEGA

Now you have to go to **Tools>SerialPort** and select the right serial port, the one arduino is attached to.

```
int ledPin = 13; // LED connected to digital pin 13
// The setup() method runs once, when the sketch starts
// ...
void setup() {
  // Initialize the digital pin as an output
  pinMode(ledPin, OUTPUT);
}
// the loop() method runs over and over again,
// as long as the Arduino has power.
void loop() {
  digitalWrite(ledPin, HIGH); // set the LED on
  delay(1000); // wait for a second
  digitalWrite(ledPin, LOW); // set the LED off
  delay(1000); // wait for a second
}
```

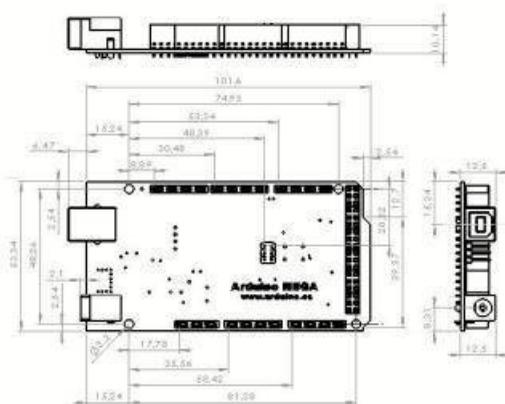
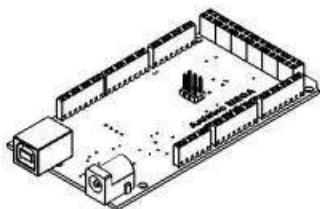


radiospares

RADIONICS



Dimensioned Drawing



radiospares **RADIONICS**



BIODATA PENULIS



Nama Penulis Dzul Fikar Alfithoni dilahirkan di Sleman Yogyakarta tanggal 22 Februari 1994 dari ayah yang bernama Susanto dan Ibu bernama Ari Widyastuti. Saat ini penulis tinggal di Desa Carangrejo RT.02/RW.01, Kec. Kesamben, Kab. Jombang, Provinsi Jawa Timur. Pada tahun 2006 penulis telah menyelesaikan pendidikannya di SDN 2 Carangrejo. Kemudian pada tahun 2009 telah menyelesaikan pendidikan tingkat menengah pertama di SMPN 1 Sumobito-Jombang. Tahun 2012 berhasil menyelesaikan pendidikan tingkat sekolah menengah atas di SMAN 3 Jombang dan melanjutkan studi di Jurusan Teknik Fisika Program Studi D3 Metrologi dan Instrumentasi FTI-ITS. Pada bulan Juli 2015 penulis telah menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul **“RANCANG BANGUN SISTEM PENGENDALIAN pH PADA MINIPLANT GREENHOUSE HIDROPONIK BERBASIS ARDUINO”**. Bagi pembaca yang memiliki kritik, saran atau ingin berdiskusi lebih lanjut mengenai Tugas Akhir maka dapat menghubungi penulis melalui email alfithoni@gmail.com.