



TUGAS AKHIR - TE095561

RANCANGAN OTOMASI KONTROL TEMPERATUR DAN PH AIR PADA KEBUN HIDROPONIK TANAMAN SELADA KERITING

Alvian Yoga Aldrianto
NRP 2212030074
Helda Nanda Prasetyo
NRP 2212030044

Dosen Pembimbing
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



TUGAS AKHIR - TE095561

**RANCANGAN OTOMASI KONTROL TEMPERATUR DAN PH AIR PADA
KEBUN HIDROPONIK TANAMAN SELADA KERITING**

Alvian Yoga Aldrianto
NRP 2212030074
Helda Nanda Prasetyo
NRP 2212030044

Dosen Pembimbing
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

PROGRAM STUDI D3 TEKNIK ELEKTRO
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015



FINAL PROJECT - TE145561

***CONTROL AUTOMATION OF TEMPERATURE AND PH
ON THE CURLY LETTUCE HYDROPONIK GARDEN***

Helda Nanda Prasetyo
NRP 2212 030 044
Alvian Yoga Aldrianto
NRP 2212 030 074

Supervisor

Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

*Electrical Engineering D3 Program
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015*



FINAL PROJECT - TE145561

***CONTROL AUTOMATION OF TEMPERATURE AND PH
ON THE CURLY LETTUCE HYDROPONIK GARDEN***

Helda Nanda Prasetyo
NRP 2212 030 044
Alvian Yoga Aldrianto
NRP 2212 030 074

Supervisor
Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng.

*Electrical Engineering D3 Program
Industrial Technology Faculty
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Surabaya 2015*

**RANCANGAN OTOMASI KONTROL TEMPERATUR DAN PH AIR
PADA KEBUN HIDROPONIK TANAMAN SELADA KERITING**

TUGAS AKHIR

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya
Pada
Bidang Studi Komputer Kontrol
Program Studi D3 Teknik Elektro
Fakultas Teknologi Industri
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**



**Menyetujui :
Dosen Pembimbing,**

Ir. Josaphat Pramudijanto, M.Eng

NIP. 19621005199003 1 003

**SURABAYA
JUNI, 2015**

RANCANGAN OTOMASI KONTROL TEMPERATUR DAN PH PADA KEBUN HIDROPONIK TANAMAN SELADA KERITING

Nama Mahasiswa : Alvian Yoga Aldrianto
NRP : 2212030074
Nama Mahasiswa : Helda Nanda Prasetyo
NRP : 2212030044
Dosen Pembimbing : Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng.
NIP : 19621005 199003 1 003

ABSTRAK

Alat yang kami buat ini untuk mempermudah para petani hidroponik yang mempunyai kesibukan lain serta tidak dapat memantau tanamannya terus-menerus. Alat ini dilengkapi dengan sensor PH, sensor termokopel, *solenoid valve*, *chiller*, serta LCD sebagai *display*. Kemudian kami juga menambahkan *data logger* untuk menyimpan data yang terbaca sensor.

Sistem alat ini adalah untuk *monitoring* kadar pH dan temperatur air pada kebun hidroponik selada keriting. Pengukuran kadar pH menggunakan sensor pH dan untuk mengukur temperatur air menggunakan sensor termokopel. Alat ini secara otomatis mengatur temperatur air dan pH menggunakan *chiller* dan *solenoid valve* agar sesuai dengan kondisi yang diinginkan. Secara otomatis alat ini dapat menuangkan cairan pH untuk mengurangi pH pada tanaman hidroponik ketika pH naik. Ketika temperatur air tanaman hidroponik naik, *chiller* akan menyala untuk mendinginkan air secara otomatis sesuai dengan temperatur yang dibutuhkan tanaman hidroponik.

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, sistem telah berjalan sesuai dengan yang diinginkan. Namun untuk sensor PH masih ada rata-rata eror sebesar 2% sementara untuk sensor termokopel mempunyai eror sebesar 1%.

Kata kunci : Hidroponik, termokopel, *solenoid valve*, *chiller*, LCD, *data logger*

CONTROL AUTOMATION OF TEMPERATURE AND PH ON THE CURLY LETTUCE HYDROPONIK GARDEN

Name of Student : **Alvian Yoga Aldrianto**
ID Number : **2212030074**
Name of Student : **Helda Nanda Prasetyo**
ID Number : **2212030044**
Supervisor : **Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng.**
ID : **19621005 199003 1 003**

ABSTRACT

Our system makes it easier for farmers who have other commitments and cannot monitor his hydroponic constantly. This tool is equipped with pH sensors, thermocouple sensors, solenoid valve, chiller, as well as the LCD display. Then we also add a data logger to store sensor data unreadable.

This tool is a system for monitoring the levels of pH and temperature of the water in hydroponic gardens curly lettuce. Measurement of pH levels using a sensor for measuring the pH and temperature of the water using a thermocouple sensor. This tool automatically adjust water temperature and pH using a chiller and a solenoid valve to match the desired conditions. This tool can automatically pour fluid pH to reduce the pH in hydroponic plants when the pH rises. When the water temperature rises hydroponic plants, chiller to cool the water will turn on automatically according to the required temperature of hydroponic plant.

From the results of the testing that has been done, the system has been running as expected. But for PH sensor stills an average error of 2% while the thermocouple sensor has an error of 1%.

Keywords: hydroponic, thermocouple, solenoid valve, chiller, LCD, data logger

KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, hidayah serta karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul :

“Rancangan Otomasi Kontrol Temperatur Dan PH Pada Air Kebun Hidroponik Tanaman Selada Keriting”

Tugas Akhir ini merupakan sebagian syarat untuk menyelesaikan studi dan memperoleh gelar Ahli Madya Teknik di Jurusan D3 Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Dengan selesainya Tugas Akhir ini penulis menyampaikan terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Orang tua tercinta yang telah memberikan dukungan moral, material dan doa.
2. Bapak Ir. Josaphat Pramudijanto M.Eng selaku dosen pembimbing.
3. Bapak Eko Setijadi, S.T., M.T., PhD selaku koordinator bidang studi D3 Teknik Elektro.
4. Seluruh staf pengajar dan administrasi Jurusan D3 Teknik Elektro FTI-ITS.
5. Semua pihak yang telah banyak membantu untuk menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Harapan kami sebagai penulis adalah semoga terselesaikannya Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi kami serta pembaca. Sadar atas keterbatasan yang dimiliki oleh penulis karena hasil dari Tugas Akhir ini jauh dari kesempurnaan. Demikian penulis sudah berusaha semaksimal mungkin. Dan pintu maaf serta saran kritik yang membangun penulis harapkan.

Surabaya, Juni 2015

Penulis

DAFTAR ISI

JUDUL	i
PENGESAHAN	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	ix
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvii

BAB I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	1
1.3 Batasan Masalah	2
1.4 Maksud dan Tujuan	2
1.5 Sistematika Laporan	3
1.6 Relevansi	3

BAB II. TEORI PENUNJANG

2.1 Prinsip Dasar NFT	5
2.2 Cara Bercocok Tanam Selda Secara Hidroponik	7
2.3 Metode Titrasi	8
2.4 Arduino Uno	10
2.4.1 <i>Software</i> Arduino	12
2.5 Termokopel Tipe K	12
2.5.1 Modul MAX6675	13
2.6 Relay	14
2.7 LCD 2x16	15
2.8 <i>Solenoid Valve</i>	17
2.9 <i>Shield Data Logger</i>	18
2.9.1 <i>Real Time Clock</i>	19
2.9.1 <i>MMC Shield</i>	20
2.10 Sensor PH	20
2.11 <i>Chiller</i>	21

BAB III. PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

3.1 Pembuatan <i>Hardware</i>	24
3.1.1 Rancangan Pendingin	25
3.1.2 <i>Wiring</i> Arduino dan Sensor Termokopel	25
3.1.3 <i>Wiring</i> Sensor PH dengan Arduino	27

3.1.4	Pembuatan <i>Power Supply</i>	27
3.1.5	Pembuatan <i>Driver Solenoid Valve</i>	28
3.1.6	Pembuatan	29
3.1.7	<i>Wiring</i> Modul <i>Data Logger</i>	30
3.2	Perancangan <i>Software</i>	30
3.2.1	Pengaturan Sistem Pendingin	31
3.2.2	<i>Pairing Port</i> Arduino	32
3.2.3	Konfigurasi Modul I2C dengan Arduino.....	32
3.2.4	Konfigurasi LCD dengan Arduino	33
3.2.5	Konfigurasi <i>Driver Solenoid Valve</i> dan <i>Driver Chiller</i> pada Arduino	34

BAB IV. UJI COBA ALAT

4.1	Pengujian <i>Power Supply</i>	36
4.2	Pengujian Rangkaian <i>Driver Solenoid Valve</i>	37
4.3	Pengujian Rangkaian <i>Driver Chiller</i>	38
4.4	Pengujian Sensor PH	38
4.5	Pengujian Sensor Termokopel	40
4.6	Pengujian LCD 2x16	41
4.7	Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	42
4.8	Pengujian Pendingin.....	43
4.9	Pengujian <i>Data Logger</i>	43
4.10	Pengujian Alat Keseluruhan	45

BAB V. PENUTUP

5.1	Kesimpulan	49
5.2	Saran	49

DAFTAR PUSTAKA	51
-----------------------------	----

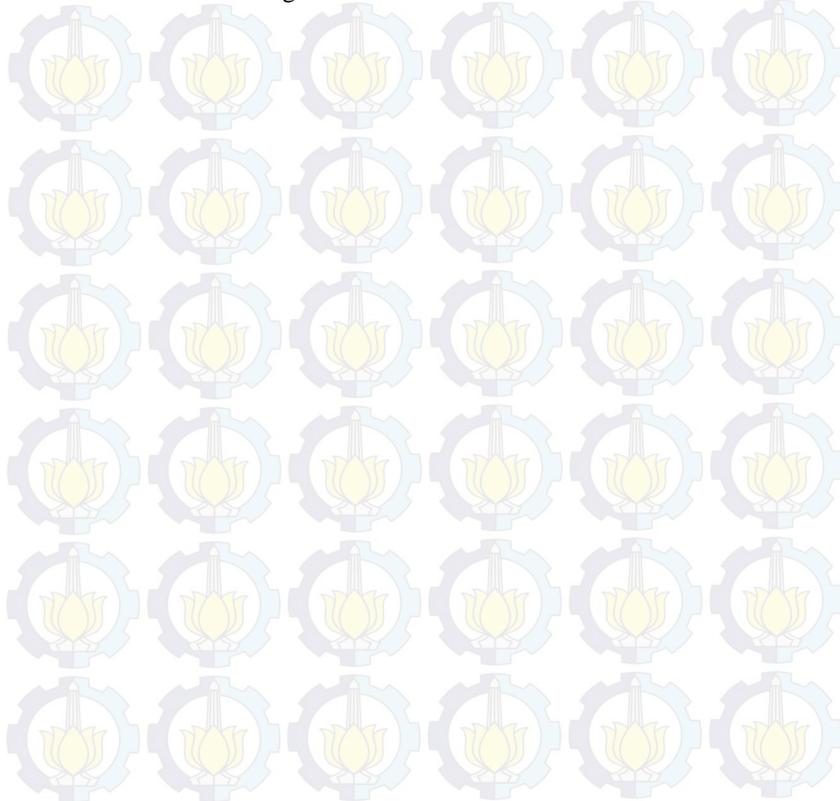
LAMPIRAN 1 LISTING PROGRAM	A-1
---	-----

LAMPIRAN 2 DATASHEET	B-1
-----------------------------------	-----

LAMPIRAN 3 RIWAYAT HIDUP	C-1
---------------------------------------	-----

DAFTAR TABEL

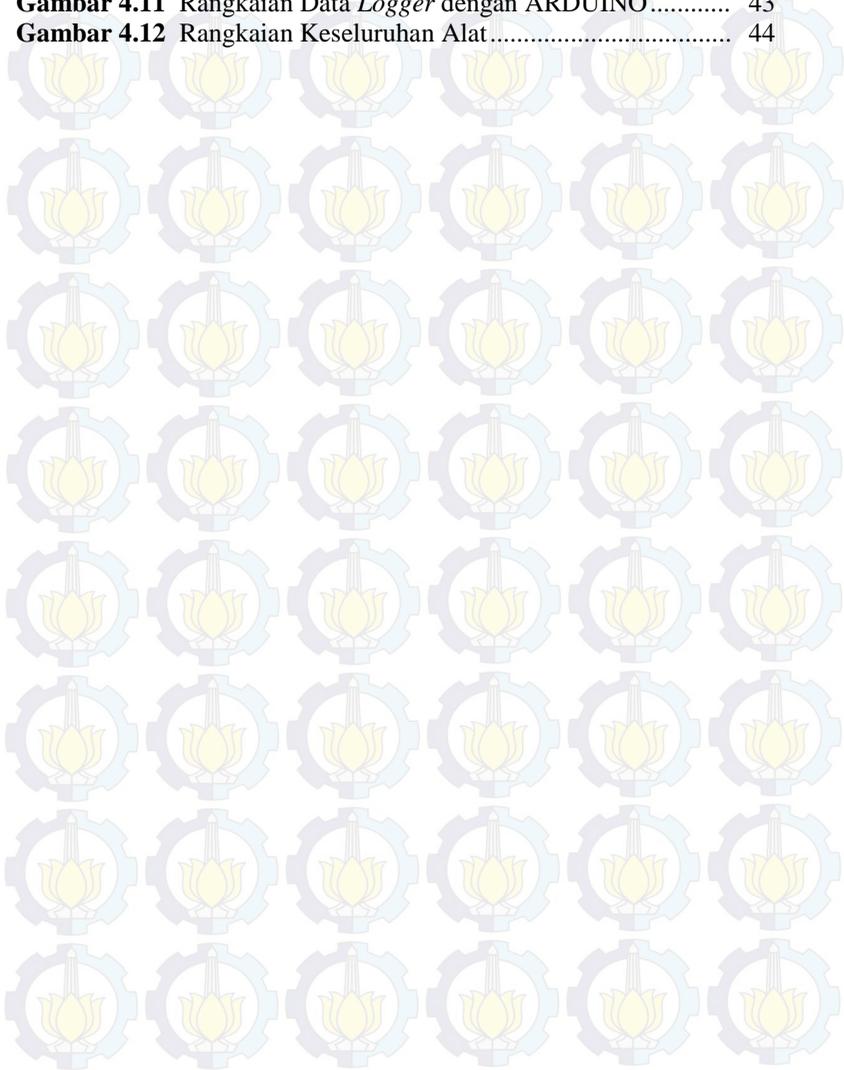
Tabel 2.1	Konfigurasi Pin LCD.....	15
Tabel 2.2	Material Yang Digunakan Pada <i>Solenoid Valve</i>	17
Tabel 4.1	Pengukuran <i>Power Supply</i>	36
Tabel 4.2	Pengukuran <i>Power Supply</i> Tanpa dan Dengan Beban...	37
Tabel 4.3	Pengujian Sensor pH	39
Tabel 4.4	Pengujian Sensor Termokopel.....	41
Tabel 4.5	Pengujian <i>Solenoid Valve</i>	42
Tabel 4.6	Pengujian Temperatur Air Menggunakan Pendingin	43
Tabel 4.7	Hasil Pengamatan Selama Waktu 13 Jam.....	47



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Ilustrasi Hidroponik Sistem NFT	5
Gambar 2.2	Bentuk Fisik Arduino Uno	12
Gambar 2.3	Bentuk Fisik Termokopel	13
Gambar 2.4	Modul MAX6675	13
Gambar 2.5	Bentuk Fisik <i>Relay</i>	15
Gambar 2.6	Bentuk Fisik LCD	17
Gambar 2.7	Bentuk Fisik <i>Solenoid Valve</i>	18
Gambar 2.8	Bentuk Fisik <i>Shield Data logger</i>	19
Gambar 2.9	Bentuk Fisik RTC	19
Gambar 2.10	Bentuk Fisik <i>MMC Shield</i>	20
Gambar 2.11	Bentuk Fisik Sensor PH	21
Gambar 2.12	Skema <i>Water Chiller</i>	21
Gambar 3.1	Diagram Alat Secara Keseluruhan	23
Gambar 3.2	Ilustrasi Purwarupa	24
Gambar 3.3	Rancangan Pendingin	25
Gambar 3.4	Rangkaian Penguat Sensor Termokopel	26
Gambar 3.5	<i>Wiring</i> Rangkaian Termokopel	26
Gambar 3.6	Sensor pH dengan Rangkaian Penguat	27
Gambar 3.7	Rangkaian Skematik <i>Power Supply</i>	28
Gambar 3.8	Skema <i>Driver Solenoid Valve</i>	28
Gambar 3.9	Skema <i>Driver Relay</i>	29
Gambar 3.10	Modul <i>Data logger</i>	29
Gambar 3.11	<i>Flowchart</i> Program Utama	30
Gambar 3.12	<i>Flowchart</i> Pengaturan Sistem Pendingin	31
Gambar 3.13	<i>Screenshot Computer Management</i>	32
Gambar 3.14	<i>Setting Port</i> pada IDE Arduino	32
Gambar 3.15	Pengalamatan I2C pada Arduino	33
Gambar 3.16	Pengalamatan LCD pada Arduino	33
Gambar 3.17	<i>Flowchart Driver Solenoid Valve dan Relay</i>	34
Gambar 4.1	Panel Kendali	35
Gambar 4.2	Pengujian <i>Power Supply</i> Tanpa Beban	36
Gambar 4.3	Pengujian <i>Power Supply</i> Dengan Beban	36
Gambar 4.4	Pengujian <i>Driver Solenoid Valve</i>	37
Gambar 4.5	Pengujian <i>Driver Chiller</i>	38
Gambar 4.6	Rangkaian Sensor pH	39
Gambar 4.7	Rangkaian Sensor Termokopel	40
Gambar 4.8	Tampilan Pada LCD	41

Gambar 4.9 Pengujian *Solenoid Valve*..... 42
Gambar 4.10 Rangkaian Pengujian Pendingin..... 43
Gambar 4.11 Rangkaian Data *Logger* dengan ARDUINO..... 43
Gambar 4.12 Rangkaian Keseluruhan Alat..... 44



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin banyaknya populasi manusia membuat permintaan akan sayuran segar meningkat, terutama diperkotaan seperti Surabaya. Selain itu juga semakin banyak peminat sayuran yang lebih mementingkan kebersihan dan kesehatan sayuran yang dikonsumsi. Maka hidroponik adalah metode yang sangat tepat untuk bercocok tanam, karena di daerah perkotaan khususnya Surabaya memiliki tempat / lahan yang sempit. Selain itu tanaman hidroponik ditanam tanpa menggunakan pestisida, sehingga tanaman tidak mengandung zat kimia berbahaya.

Pengawasan yang ketat harus dilakukan karena harus terus memantau kadar PH dan Temperatur yang ada pada air. Kondisi lingkungan di Surabaya yang cenderung panas dapat mempengaruhi tingkat keasaman pada air nutrisi hidroponik. Kadar pH pada air nutrisi hidroponik berpengaruh pada penyerapan nutrisi tanaman. Sehingga tanaman tidak dapat tumbuh dengan baik.

Kondisi air yang terlalu asam atau terlalu basa menyebabkan tanaman mati. Pengaturan tingkat keasaman menggunakan cairan penambah atau cairan pengurang pH. Dengan cairan tersebut maka dapat diatur tingkat keasaman pada air nutrisi hidroponik. Kondisi tingkat keasaman yang baik untuk tanaman hidroponik khususnya selada keriting adalah pada kisaran pH 6-7.

Temperatur pada air nutrisi hidroponik juga sama pentingnya untuk menjaga tanaman agar mampu menyerap nutrisi dengan baik. Pada tanaman hidroponik selada keriting. Temperatur yang cocok untuk tanaman selada keriting adalah pada rentang 25-27°C. Pada temperatur sekian kadar oksigen yang terlarut mencapai 6-8 ppm, kadar oksigen yang terlarut tersebut sudah cukup tinggi untuk tanaman berespirasi secara normal.

Untuk memudahkan pekerjaan petani hidroponik, maka dibutuhkan alat yang mampu untuk mengontrol tingkat keasaman dan temperatur pada air nutrisi kebun hidroponik. Alat yang mampu mengatur temperatur dan keasaman secara otomatis. Dengan demikian akan lebih memudahkan untuk para petani hidroponik merawat tanamannya.

Maka pada tugas akhir ini kami mengambil objek tersebut sebagai suatu permasalahan, yang kemudian kami membuat suatu alat

dengan judul “Rancangan Otomasi Kontrol Temperatur dan PH Air pada Kebun Hidroponik Tanaman Selada Keriting” yang mampu secara otomatis mengatur tingkat keasaman dan temperatur pada air nutrisi hidroponik.

1.2 Perumusan Masalah

Sistem pengaturan tingkat keasaman dan temperatur air pada kebun hidroponik selada keriting ini masih menggunakan sistem manual. Hal ini mengharuskan petani hidroponik memantau keadaan air hidroponik secara berkala untuk memastikan dan mengatur tingkat keasaman dan temperatur air sesuai dengan kebutuhan tanaman hidroponik.

1.3 Batasan Masalah

Dari perumusan masalah di atas, maka batasan masalah pada tugas akhir ini adalah:

1. Otomasi kontrol pH dan temperatur
2. Alat ini hanya berlaku untuk kebun hidroponik selada keriting
3. Sensor untuk mengukur temperatur menggunakan sensor termokopel
4. Sensor untuk mengukur tingkat keasaman menggunakan sensor pH
5. Penyimpanan data hasil pengukuran sensor ke dalam SD *Card* dalam bentuk data *logger*

1.4 Maksud dan Tujuan

Tujuan dari pembuatan Rancangan Otomasi Kontrol Temperatur dan PH Air pada Kebun Hidroponik Tanaman Selada Keriting selain untuk menyelesaikan tugas akhir, juga sebagai berikut:

1. Melakukan monitoring tingkat pH dan temperatur
2. Melakukan pengukuran pH dan temperatur secara otomatis
3. Secara otomatis menambahkan cairan pH ketika pH naik melebihi 6,5
4. Secara otomatis menurunkan temperatur ketika temperatur melebihi 27°C.
5. Secara otomatis menyimpan data hasil pengukuran ke dalam data *logger*.

1.5 Sistematika Laporan

Sistematika pembahasa Tugas Akhir ini terdiri dari lima bab, yaitu pendahuluan, teori penunjang, perancangan dan pembuatan alat, pengujian dan analisa alat, serta penutup.

BAB I : PENDAHULUAN

Membahas tentang latar belakang, perumusan masalah, batasan masalah, maksud dan tujuan, sistematika laporan, metodologi, serta relevansi Tugas akhir yang dibuat.

BAB II : TEORI PENUNJANG

Menjelaskan teori yang berisi teori-teori penunjang yang dijadikan landasan dan mendukung dalam perencanaan dan pembuatan alat yang dibuat

BAB III : PERANCANGAN ALAT

Membahas perencanaan dan pembuatan tentang perencanaan dan pembuatan perangkat keras (*Hardware*) yang meliputi desain mekanik dan perangkat lunak (*Software*) yang meliputi program yang akan digunakan untuk menjalankan alat tersebut.

BAB IV : PENGUKURAN DAN ANALISA

Membahas pengujian alat dan menganalisa data yang didapat dari pengujian tersebut serta membahas tentang pengukuran, pengujian dan penanalisaan alat.

BAB V : PENUTUP

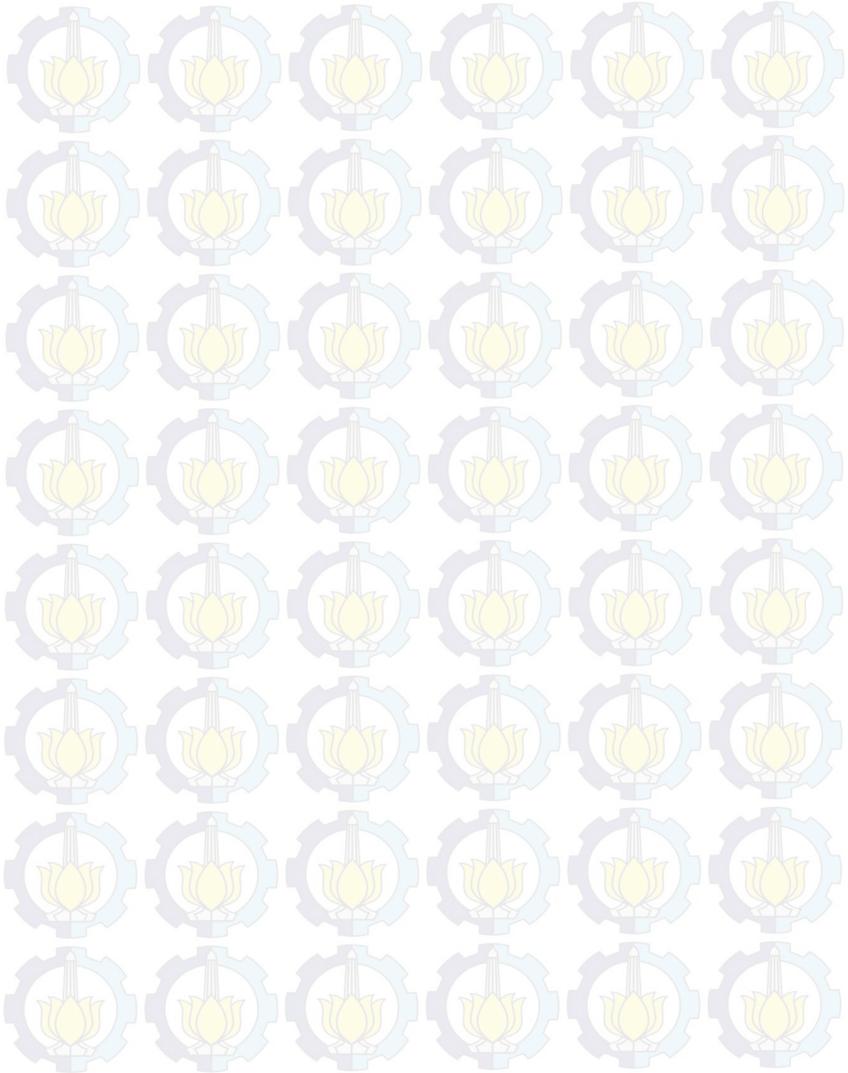
Berisi penutup yang menjelaskan tentang kesimpulan yang didapat dari pengujian Tugas Akhir ini dan saran-saran unuk pengembangan alat ini lebih lanjut

1.6 Relevansi

Dari pembuatan alat ini diharapkan akan tercipta beberapa manfaat yaitu:

- a. Menjaga kondisi air pada kebun hidroponik agar pH tidak melebihi 6,5 dan temperatur tidak melebihi 27°C
- b. Memudahkan pengukuran nilai pH dan temperatur pada air tandon kebun hidroponik

c. Membuat sistem otomatis penyimpanan data *logger* pada *SD Card*

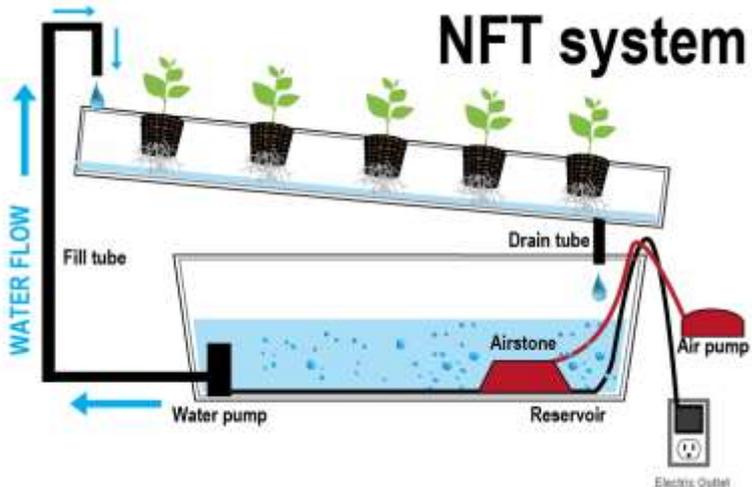


BAB II TEORI PENUNJANG

Bab ini membahas mengenai teori penunjang dari peralatan yang digunakan dalam Rancang Otomasi Kontrol Temperatur Dan PH Air Pada Kebun Hidroponik Tanaman Selada Keriting seperti Arduino Uno, Sensor PH, data *Logger*, *Chiller*, Termokopel, *solenoid valve*.

2.1 Prinsip Dasar NFT [1]

Salah satu prinsip dasar NFT (*Nutrien Film Technique*) adalah ketebalan air didalam hanya beberapa milimeter saja (biasanya 3 mm). Dengan demikian, banyak akar bertumpuk diatas aliran air dan rapat sehingga bila tanaman tumbuh subur, akarnya tebal mirip bantal putih. Ketebalan lapisan air tergantung kecepatan air yang masuk dan kemiringan talang. Untuk lebih jelasnya tentang bentuk hidroponik dengan metode NFT adalah pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1 Ilustrasi Hidroponik Sistem NFT

Sistem NFT menggunakan konsep aliran lapisan larutan hara setebal hanya 3-4 mm. Bentuknya berupa lapisan tipis (seperti rol film:

tipis) dan secara konstan mengairi akar. Sistem NFT berdasarkan kontinuitas sirkulasi aliran dapat dibedakan menjadi 2, yaitu:

1. *Continous* yaitu dijalankan terus-menerus hingga selama 24 jam per hari.
2. *Intermittend* yaitu dijalankan secara terputus-putus dan berseling antara on dan off cukup singkat. Masa off atau kering maksimum tergantung jenis tanaman, fase pertumbuhan dan iklim mikro. Secara umum masa off memakai durasi 10–15 menit sehingga tanaman tidak sempat layu karena sudah tersiram air lagi. Penggunaan metode *intermittend* ditujukan untuk menghemat penggunaan listrik.

Hidroponik NFT tergolong tipe *close system* atau resirkulasi. Talang tersebut dipasang dengan kemiringan 1% -5% atau turun 5 cm/m. Dengan demikian, untuk talang sepanjang 4 m akan terjadi penurunan sebesar 20 cm. Pada NFT berlaku semakin curam talang NFT memungkinkan semakin tinggi produksi tanaman. Hal tersebut dikarenakan DO pada larutan nutrisi semakin banyak. Tentu saja hal ini diimbangi dengan kecepatan aliran nutrisi yang memadai. Sementara itu, besarnya curah (*flowrate*) larutan dipengaruhi oleh fase pertumbuhan dan ukuran tanaman. Secara umum di Indonesia yang memakai talang 4 m mempunyai debit 0,5–1 liter/menit. Pada talang model segi empat supaya tanaman dapat berdiri tegak, didalam talang harus dipasang *styrofoam* dengan lebar dasar talang 10 cm dan panjang 1 m. Ketebalan *styrofoam* bisa 1 - 5 cm. Berikut dasar pertimbangan pemilihan ketebalan *styrofoam* yaitu a) *styrofoam* tebal (5 cm), keuntungan: *styrofoam* lebih awet karena tidak mudah patah ketika diangkat. Kelemahan: harga mahal, perakaran bibit yang ditransplanting harus panjang dan mencapai dasar talang. *styrofoam* tipis (1-3 cm), keuntungan : perakaran bibit bisa menjangkau dasar talang dan harganya terjangkau. Kelemahan : jika tidak hati-hati *styrofoam* berpotensi patah ketika diangkat. *Styrofoam* dilubangi dengan diameter 0,5 - 1,5 cm untuk lubang tanam. Jarak antar lubang 15–20 cm untuk sayuran daun dan 30–40 cm untuk sayuran buah. Penggunaan *styrofoam* berperan agar aliran nutrisi terlindungi dan bagian dasar talang menjadi gelap sehingga lumut tidak akan tumbuh. Lubang tanam diisi dengan anak semai beserta media tanam (misal: spons, *rockwool*) yang didapat dari persemaian dan telah berumur sekitar 2 minggu. Tanaman sayuran daun biasanya mempunyai kecepatan aliran nutrisi di dalam talang berkisar antara 0,75–1 liter/menit dengan kemiringan talang sekitar 30. Jika akar

tanaman semakin banyak, kecepatan aliran nutrisi otomatis semakin berkurang. Tanaman yang paling dekat dengan inlet akan banyak menyerap nutrisi dan oksigen sedikit. Ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan produktivitas tanaman. Untuk itu talang didesain tidak terlalu panjang. Keuntungan dari Teknik Bercocok Tanam secara Hidroponik Ada beberapa alasan yang menarik untuk berhidroponik. Alasan utama adalah kebersihan tanaman begitu terjamin sehingga bisa dilakukan di kamar tidur sekalipun. Hidroponik hampir dapat dilakukan pada semua tanaman, hasilnya sudah teruji lebih melimpah dibanding bercocok tanam di lahan atau di sawah.

2.2 Cara Bercocok Tanam Selada Secara Hidroponik [2]

Selada adalah sayuran yang tergolong ke dalam famili Compositae dengan nama latin *Lactuca sativa* L. Asal tanaman ini diperkirakan dari dataran Mediterania Timur, faktor ini memang dari lukisan di kuburan di Mesir yang mengfotokan bahwa penduduk Mesir sudah menanam selada sejak tahun 4500. Berikut ini adalah klasifikasi selada: Divisio : Spermatophyta Subdivisio : Angiospermae Kelas : Dicotylodoneae Ordo : Asterales Famili : Asteraceae (Compositae) Genus : *Lactuca* Spesies : *Lactuca sativa* Selada tepat dibudidayakan pada daerah dengan suhu optimum berkisar antara 20°C pada siang hari serta 10°C pada malam hari. Benih selada bakal berkecambah dalam kurun waktu empat hari, bahkan untuk benih bisa berkecambah dalam waktu satu hari, pada suhu 15°C-25°C. Selada adalah tanaman setahun polimorf (mempunyai tidak sedikit bentuk), terutama dalam faktor bentuk daunnya. Tanaman ini cepat menghasilkan akar tunggang dalam yang diikuti dengan penebalan serta perkembangan ekstensif akar lateral yang tidak sedikit horizontal. Daun selada tidak jarang berjumlah tidak sedikit serta biasanya berposisi duduk (*sessile*), tersusun berbentuk spiral dalam susunan padat. Daun bagian dalam pada kultivar yang tidak membentuk kepala cenderung berwarna lebih cerah, sedangkan pada kultivar yang membentuk kepala berwarna pucat. Benih dkecambahkan dalam tray plastik yang diberi kertas *tissue* serta dibasahi. Seusai berkecambah (3 hari), bibit ditransplantasi ke panel semai (panel 77) serta dipelihara selagi tiga minggu sebelum bakal diapungkan. Media yang dipakai dalam panel semai adalah *rockwool*. Selagi pemeliharaan, bibit disemprot dengan pupuk daun (N-P2O5-K2O:14%-12%-14%) setiap empat hari sekali dengan konsentrasi 2 g/l. Penanaman diperbuat dengan memidahkan bibit (*transplanting*) dari panel semai (panel 77) ke

panel tanam (panel 15). Selanjutnya, panel tanam diapungkan (*floating*) dalam kolam tanam di atas larutan hara. Pemanenan diperbuat pada umur 4-6 minggu seusai tanam dengan tutorial mencabut tanaman selada beserta akarnya.

Umur panen selada tidak sama-beda menurut kultivar serta musim, biasanya berkisar antara 30-85 hari seusai pindah tanam. Panen yang terlalu dini memberbagi hasil panen yang rendah serta panen yang telat bisa menurunkan nilai.

Penanganan pasca panen adalah bagian dari produksi tanaman yang diperbuat sesaat seusai panen. Kegiatan pasca panen meliputi kegiatan pendinginan, pembersihan, sortasi serta grading. Sebuah survey yang diperbuat oleh Bautista serta Cadiz pada tahun 1986 menunjukkan bahwa terjadi kehilangan hasil 22% hingga 70% sayuran dampak penanganan yang tidak baik, ini bisa didampakkan oleh beberapa hal, semacam: busuk, lewat matang, kerusakan mekanik, susut bobot, pematangan, bertunas serta pencoklatan. Faktor-faktor yang menentukan nilai selada bisa dilihat dari turgiditas, warna, kemasakan (*firmness*), perlakuan perompesan (jumlah daun terluar), leluasa dari tip burn serta kerusakan fisiologis, leluasa dari kerusakan mekanis, cacat serta juga busuk. Dalam praktik pasca panen, tidak ditemenan adanya perlakuan yang bisa menambah nilai pasca panen sebuah produk, yang bisa diperbuat adalah hanya menjaga nilai produk tersebut. Kondisi optimum untuk penyimpanan selada daun adalah suhu 0°C-2°C dengan kelembaban relatif (RH) 90-98%.

Penggunaan pupuk AB Mix dilarutkan 1 liter AB Mix dalam 10 liter air di bak penampungan yang kemudian disimulasikan dalam tanaman. Pembuatan larutan AB Mix adalah dengan mencampurkan 5ml larutan A dan 5ml larutan B untuk setiap 1 liter larutan nutrisi siap pakai.

Temperatur air yang sesuai untuk tanaman selada pada hidroponik adalah pada kisaran 25°C-27°C, karena pada temperatur tersebut kandungan oksigen yang terlarut mencapai 6-8 ppm, cukup tinggi untuk tanaman berespirasi secara normal.

2.3 Metode Titrasi [3]

Untuk pengaturan pH pada air penambahan cairan pH dilakukan secara titrasi menggunakan *solenoid valve*. Titrasi merupakan metode analisis kimia secara kuantitatif yang biasa digunakan dalam laboratorium untuk menentukan konsentrasi dari reaktan. Karena

pengukuran volume memainkan peranan penting dalam titrasi, maka teknik ini juga dikenali dengan analisis volumetrik. Analisis titrimetri merupakan satu dari bagian utama dari kimia analitik dan perhitungannya berdasarkan hubungan stoikiometri dari reaksi-reaksi kimia. Analisis cara titrimetri berdasarkan reaksi kimia seperti: $aA + tT$? hasil dengan keterangan: (a) molekul analit A bereaksi dengan (t) molekul pereaksi T. Pereaksi T, disebut titran, ditambahkan secara sedikit-sedikit, biasanya dari sebuah buret, dalam bentuk larutan dengan konsentrasi yang diketahui. Larutan yang disebut belakangan disebut larutan standar dan konsentrasinya ditentukan dengan suatu proses standardisasi. Penambahan titran dilanjutkan hingga sejumlah T yang ekuivalen dengan A telah ditambahkan. Maka dikatakan baha titik ekuivalen titran telah tercapai. Agar mengetahui bila penambahan titran berhenti, kimiawan dapat menggunakan sebuah zat kimia, yang disebut indikator, yang bertanggung terhadap adanya titran berlebih dengan perubahan warna. Indikator asam basa terbuat dari asam atau basa organik lemah, yang mempunyai warna berbeda ketika dalam keadaan terdisosiasi maupun tidak. Perubahan warna ini dapat atau tidak dapat terjadi tepat pada titik ekuivalen. Titik titrasi pada saat indikator berubah warna disebut titik akhir. Tentunya merupakan suatu harapan, bahwa titik akhir ada sedekat mungkin dengan titik ekuivalen. Memilih indikator untuk membuat kedua titik berimpitan (atau mengadakan koreksi untuk selisih keduanya) merupakan salah satu aspek penting dari analisis titrimetri. Istilah titrasi menyangkut proses ntuk mengukur volume titran yang diperlukan untuk mencapai titik ekuivalen. Selama bertahun-tahun istilah analisis volumetrik sering digunakan daripada titrimetrik. Akan tetapi dilihat dari segi yang ketat, istilah titrimetrik lebih baik, karena pengukuran-pengukuran volume tidak perlu dibatasi oleh titrasi. Pada analisis tertentu misalnya, orang dapat mengukur volume gas.

Sebuah reagen yang disebut sebagai peniter, yang diketahui konsentrasi (larutan standar) dan volumenya digunakan untuk mereaksikan larutan yang dititer yang konsentrasinya tidak diketahui. Dengan menggunakan buret terkalibrasi untuk menambahkan peniter, sangat mungkin untuk menentukan jumlah pasti larutan yang dibutuhkan untuk mencapai titik akhir. Titik akhir adalah titik di mana titrasi selesai, yang ditentukan dengan indikator. Idealnya indikator akan berubah warna pada saat titik ekuivalensi di mana volume dari peniter yang ditambahkan dengan mol tertentu sama dengan nilai dari mol larutan yang dititer. Dalam titrasi asam-basa kuat, titik akhir dari titrasi adalah

titik pada saat pH reaktan hampir mencapai 7 dan biasanya ketika larutan berubah warna menjadi merah muda karena adanya indikator pH fenolftalein. Selain titrasi asam-basa, terdapat pula jenis titrasi lainnya.

Banyak metode yang dapat digunakan untuk mengindikasikan titik akhir dalam reaksi; titrasi biasanya menggunakan indikator visual (larutan reaktan yang berubah warna). Dalam titrasi asam-basa sederhana, indikator pH dapat digunakan, sebagai contoh adalah *fenolftalein*, di mana *fenolftalein* akan berubah warna menjadi merah muda ketika larutan mencapai pH sekitar 8 atau melewatinya. Contoh lainnya dari indikator pH yang dapat digunakan adalah metil jingga, yang berubah warna menjadi merah dalam asam serta menjadi kuning dalam larutan alkali.

Tidak semua titrasi membutuhkan indikator. Dalam beberapa kasus, baik reaktan maupun produk telah memiliki warna yang kontras dan dapat digunakan sebagai "indikator". Sebagai contoh, titrasi redoks menggunakan potasium permanganat (merah muda/ungu) sebagai peniter tidak membutuhkan indikator. Ketika peniter dikurangi, larutan akan menjadi tidak berwarna. Setelah mencapai titik ekuivalensi, terdapat sisa peniter yang berlebih dalam larutan. Titik ekuivalensi diidentifikasi pada saat munculnya warna merah muda yang pertama (akibat kelebihan permanganat) dalam larutan yang sedang dititer. Akibat adanya sifat logaritma dalam kurva pH, membuat transisi warna yang sangat tajam; sehingga, satu tetes peniter pada saat hampir mencapai titik akhir dapat mengubah nilai pH secara signifikan sehingga terjadilah perubahan warna dalam indikator secara langsung. Terdapat sedikit perbedaan antara perubahan warna indikator dan titik ekuivalensi yang sebenarnya dalam titrasi. Kesalahan ini diacu sebagai kesalahan indikator, dan besar kesalahannya tidak dapat ditentukan.

2.4 Arduino Uno [4]

Arduino Uno adalah papan mikrokontroler yang menggunakan Atmega328. Arduino Uno memiliki 14 digital pin *input / output* (dimana 6 dapat digunakan sebagai *output* PWM), 6 *inputanalog*, resonator keramik 16MHz, koneksi USB, *header* ICSP, dan tombol *reset*. Arduino Uno berisi semua yang diperlukan untuk mendukung mikrokontroler terhubung ke komputer dengan kabel USB atau kekuasaan itu dengan adaptor AC-DC atau baterai untuk memulai. Setiap 14 pin digital pada Arduino Uno dapat digunakan sebagai *input* dan *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()* dan *digitalRead()*. Selain itu, Arduino

UNO mempunyai sejumlah fasilitas untuk komunikasi dengan sebuah komputer, Arduino lainnya atau mikrokontroler lainnya. Atmega 328 menyediakan serial komunikasi UART TTL (5V), yang tersedia pada pin digital 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah Atmega 16U2 pada *channel board* serial komunikasinya melalui USB dan muncul sebagai sebuah *port virtual* ke *software* pada komputer. *Firmware* 16U2 menggunakan *driver* USB COM standar, dan tidak ada *driver* eksternal yang dibutuhkan. *Software* Arduino mencakup sebuah serial monitor yang memungkinkan data tekstual terkirim ke dan dari *board* Arduino. LED RX dan TX pada *board* akan menyala ketika data sedang dikirim melalui *chip* USB-to-serial dan koneksi USB pada komputer (tapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1). Sebuah *Software* Serial *library* memungkinkan untuk komunikasi serial pada beberapa pin *digital* UNO. Atmega328 juga mensupport komunikasi I2C (TWI) dan SPI. *Software* Arduino mencakup sebuah *Wire library* untuk memudahkan menggunakan bus I2C, untuk komunikasi SPI, gunakan *SPI library*.

Untuk lebih jelasnya bentuk dari Arduino Uno bisa dilihat pada Gambar 2.2.

Spesifikasi Arduino Uno R3 :

1. Mikrokontroler ATmega328
2. Catu Daya 5 Volt
3. Tegangan *Input* (rekomendasi) 7-12 Volt
4. Tegangan *Input* (batasan) 6-20 Volt
5. Pin I/O digital 14 (yang memberikan 6 PWM *output*)
6. Pin *input* analog 6
7. Arus DC per pin I/O 40 mA
8. Arus DC per pin I/O untuk pin 3,3 Volt 50mA
9. *Flashmemory* 32 kb (ATmega328) dimana 0,5 kb digunakan oleh *bootloader*
10. SRAM 2 kb (ATmega328)
11. EEPROM 1 kb (ATmega328)
12. *Clockspeed* 16 MHz



Gambar 2.2 Arduino Uno

2.4.1 Software Arduino

Software arduino yang digunakan adalah driver dan IDE walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan arduino. IDE atau *Integrated Development Environment* suatu program khusus untuk suatu komputer agar dapat membuat suatu rancangan atau sketsa program untuk papan Arduino. IDE Arduino merupakan *software* yang sangat canggih ditulis dengan java.IDE.

2.5 Termokopel Tipe K[5]

Termokopel merupakan jenis sensor suhu yang digunakan untuk mendeteksi atau mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek “*Thermo-electric*”. Efek *Thermo-electric* pada Termokopel ini ditemukan oleh seorang fisikawan Estonia bernama *Thomas Johann Seebeck* pada Tahun 1821, dimana sebuah logam konduktor yang diberi perbedaan panas secara *gradient* akan menghasilkan tegangan listrik. Perbedaan Tegangan listrik diantara dua persimpangan (*junction*) ini dinamakan dengan Efek “*Seebeck*”.

Termokopel merupakan salah satu jenis sensor suhu yang paling populer dan sering digunakan dalam berbagai rangkaian ataupun peralatan listrik dan elektronika yang berkaitan dengan Suhu (Temperatur). Beberapa kelebihan Termokopel yang membuatnya menjadi populer adalah responnya yang cepat terhadap perubahan suhu dan juga rentang suhu operasionalnya yang luas yaitu berkisar diantara -200°C hingga 2000°C. Selain respon yang cepat dan rentang suhu yang

luas, Termokopel juga tahan terhadap guncangan/getaran dan mudah digunakan.

Prinsip kerja Termokopel cukup mudah dan sederhana. Pada dasarnya Termokopel hanya terdiri dari dua kawat logam konduktor yang berbeda jenis dan digabungkan ujungnya. Satu jenis logam konduktor yang terdapat pada Termokopel akan berfungsi sebagai referensi dengan suhu konstan (tetap) sedangkan yang satunya lagi sebagai logam konduktor yang mendeteksi suhu panas. Sensor termokopel yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.3.



Gambar 2.3 Sensor Termokopel Tipe K

2.5.1 Modul MAX6675 [6]

MAX6675 dibentuk dari kompensasi *cold-junction* yang *output*-nya didigitalisasi dari sinyal termokopel tipe-K. data *output* memiliki resolusi 12-bit dan mendukung komunikasi SPI mikrokontroler secara umum. Data dapat dibaca dengan mengkonversi hasil pembacaan 12-bit data.

Fungsi dari termokopel adalah untuk mengetahui perbedaan temperatur di bagian ujung dari dua bagian metal yang berbeda dan disatukan. Termokopel tipe *hot junction* dapat mengukur mulai dari 0°C sampai +1023,75°C. MAX6675 memiliki bagian ujung cold end yang hanya dapat mengukur -20°C sampai +85°C. Pada saat bagian cold end MAX6675 mengalami fluktuasi suhu maka MAX6675 akan tetap dapat mengukur secara akurat perbedaan temperatur pada bagian yang lain. MAX6675 dapat melakukan koreksi atas perubahan pada temperatur ambient dengan kompensasi *cold-junction*. *Device* mengkonversi temperatur *ambient* yang terjadi ke bentuk tegangan menggunakan sensor temperatur diode. Untuk dapat melakukan pengukuran aktual, MAX6675 mengukur tegangan dari *output* termokopel dan tegangan dari *sensing diode*.

Performance optimal MAX6675 dapat tercapai pada waktu termokopel bagian *cold-junction* dan MAX6675 memiliki temperatur yang

sama. Hal ini untuk menghindari penempatan komponen lain yang menghasilkan panas didekat MAX6675.



Gambar 2.4 Modul MAX6675

2.6 Relay[7]

Relay adalah perangkat elektris atau bisa disebut komponen yang berfungsi sebagai saklar elektris. Cara kerja *relay* adalah apabila kita memberi tegangan pada kaki 1 dan kaki *ground* pada kaki 2 *relay* maka secara otomatis posisi kaki CO (*Change Over*) pada *relay* akan berpindah dari kaki NC (*Normally close*) ke kaki NO (*Normally Open*). *Relay* juga dapat disebut komponen elektronika berupa saklar elektronik yang digerakkan oleh arus listrik. Secara prinsip, *relay* merupakan tuas saklar dengan lilitan kawat pada batang besi (*solenoid*) di dekatnya. Ketika *solenoid* dialiri arus listrik, tuas akan tertarik karena adanya gaya magnet yang terjadi pada *solenoid* sehingga kontak saklar akan menutup.

Relay biasanya digunakan untuk menggerakkan arus/tegangan yang besar (misalnya peralatan listrik 4 Ampere AC 220 Volt) dengan memakai arus/tegangan yang kecil (misalnya 0,1 Ampere 12 Volt DC). *Relay* yang paling sederhana ialah *relay* elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Dalam pembuatan tugas akhir ini *relay* yang digunakan adalah *Relay* OMRON 12 Volt. Adapun *relay* yang digunakan dapat terlihat pada Gambar 2.5.



Gambar 2.5 Relay OMRON 12 Volt

2.7 LCD 2x16 [8]

LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampil yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan diberbagai bidang. Pada bab ini aplikasi LCD yang digunakan ialah LCD dot matrik dengan jumlah karakter 2x16. LCD sangat berfungsi sebagai penampil yang nantinya akan digunakan untuk menampilkan status kerja alat. Adapun fitur yang disajikan dalam LCD ini adalah :

1. Terdiri dari 16 karakter dan 2 baris.
2. Mempunyai 192 karakter tersimpan.
3. Terdapat karakter generator terprogram.
4. Dapat dialamati dengan mode 4-bit dan 8-bit.
5. Dilengkapi dengan back light

Tabel 2.1 Konfigurasi pin LCD 2x16

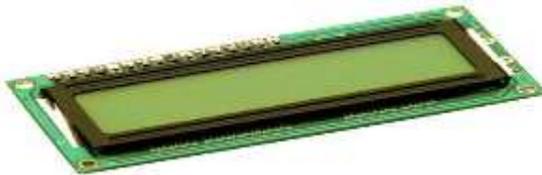
Pin	Deskripsi
1	<i>Ground</i>
2	VCC
3	Pengatur kontras
4	“RS” <i>Register Select</i>
5	“RW” <i>Read/Write Register</i>
6	“EN” <i>Enable</i>
7-14	Pin data <i>Input/Output</i>
15	VCC
16	<i>Ground</i>

Pada aplikasi umumnya RW diberi logika rendah “0”. Bus data terdiri dari 4-bit atau 8-bit. Jika jalur data 4-bit maka yang digunakan ialah DB4 sampai dengan DB7. Sebagaimana terlihat pada tabel deskripsi, *interface* LCD merupakan sebuah *parallel bus*, dimana hal ini sangat memudahkan dan sangat cepat dalam pembacaan dan penulisan data dari atau ke LCD. Kode ASCII yang ditampilkan sepanjang 8-bit dikirim ke LCD secara 4-bit atau 8 bit pada satu waktu. Jika mode 4-bit yang digunakan, maka 2 *nibble* data dikirim untuk membuat sepenuhnya 8-bit (pertama dikirim 4-bit MSB lalu 4-bit LSB dengan pulsa *clock* EN setiap *nibble*-nya). Jalur kontrol EN digunakan untuk memberitahu LCD bahwa mikrokontroler mengirimkan data ke LCD. Untuk mengirim data ke LCD program harus men-*set* EN ke kondisi *high* “1” dan kemudian

men-*set* dua jalur kontrol lainnya (RS dan R/W) atau juga mengirimkan data ke jalur data *bus*.

Saat jalur lainnya sudah siap, EN harus di-*set* ke “0” dan tunggu beberapa saat (tergantung pada *datasheet* LCD), dan set EN kembali ke *high* “1”. Ketika jalur RS berada dalam kondisi *low* “0”, data yang dikirimkan ke LCD dianggap sebagai sebuah perintah atau instruksi khusus (seperti bersihkan layar, posisi kursor dll). Ketika RS dalam kondisi *high* atau “1”, data yang dikirimkan adalah data ASCII yang akan ditampilkan dilayar. Misal, untuk menampilkan huruf “A” pada layar maka RS harus di-*set* ke “1”. Jalur kontrol R/W harus berada dalam kondisi *low* (0) saat informasi pada data *bus* akan dituliskan ke LCD. Apabila R/W berada dalam kondisi *high* “1”, maka program akan melakukan *query* (pembacaan) data dari LCD. Instruksi pembacaan hanya satu, yaitu membaca status LCD, lainnya merupakan instruksi penulisan. Jadi hampir setiap aplikasi yang menggunakan LCD, R/W selalu di-*set* ke “0”. Jalur data dapat terdiri 4 atau 8 jalur (tergantung mode yang dipilih pengguna), DB0, DB1, DB2, DB3, DB4, DB5, DB6 dan DB7. Mengirim data secara *parallel* baik 4-bit atau 8-bit merupakan 2 mode operasi primer. Untuk membuat sebuah aplikasi *interface* LCD, menentukan mode operasi merupakan hal yang paling penting.

Mode 8-bit sangat baik digunakan ketika kecepatan menjadi keutamaan dalam sebuah aplikasi dan setidaknya minimal tersedia 11 pin I/O (3 pin untuk kontrol, 8 pin untuk data). Sedangkan mode 4 bit minimal hanya membutuhkan 7-bit (3 pin untuk kontrol, 4 pin untuk data). Bit RS digunakan untuk memilih apakah data atau instruksi yang akan dikirim antara mikrokontroler dan LCD. Jika bit ini di-*set* (RS = 1), maka *byte* pada posisi kursor LCD saat itu dapat dibaca atau ditulis. Jika bit ini di-*reset* (RS = 0), merupakan instruksi yang dikirim ke LCD atau status eksekusi dari instruksi terakhir yang dibaca. LCD yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.6.



Gambar 2.6 LCD 2x16

2.8 Solenoid Valve [9]

Solenoid valve pneumatic adalah katup yang digerakan oleh energi listrik, mempunyai kumparan sebagai penggerak yang berfungsi untuk menggerakkan *plunger* yang dapat digerakan oleh arus AC maupun DC. Ketika *plugger* aktif maka lubang *solenoid* akan terbuka, sehingga mengalirkan udara dari satu sisi ke sisi lainnya. *Solenoid valve pneumatic* atau katup (*valve*) solenoida mempunyai lubang keluaran, lubang masukan, lubang jebakan udara (*exhaust*) dan lubang *Inlet Main*. Lubang *Inlet Main*, berfungsi sebagai terminal / tempat udara bertekanan masuk atau *supply (service unit)*, lalu lubang keluaran (*Outlet Port*) dan lubang masukan (*Outlet Port*), berfungsi sebagai terminal atau tempat tekanan angin keluar yang dihubungkan ke *pneumatic*.

Prinsip kerja dari *solenoid valve*/katup (*valve*) solenoida yaitu katup listrik yang mempunyai koil sebagai penggerak dimana ketika koil mendapat *supply* tegangan maka koil tersebut akan berubah menjadi medan magnet sehingga menggerakkan *plunger* pada bagian dalamnya ketika *plunger* berpindah posisi maka pada lubang keluaran dari *solenoid valve pneumatic* akan keluar udara bertekanan yang berasal dari *supply (service unit)*. Fitur yang ada pada *Solenoid Valve Pneumatic*:

1. Pilot diafragma *drive*, biasanya ditutup.
2. Katup tubuh bahan adalah kuningan.
3. Dapat dioperasikan secara langsung tanpa tekanan.
4. Standar tegangan: 12VDC, 110VAC, 220VAC tegangan AC toleransi: $\pm 10\%$, DC tegangan toleransi: $\pm 1\%$.

Tabel 2.2 Material yang Digunakan pada *Solenoid Valve Pneumatic*

Bagian	Bahan
Tubuh	Cast perunggu / kuningan
Kumparan	Tembaga
Inti	<i>Stainless steel</i>
Tabung	<i>Stainless steel</i>
Kran	Plastik

Adapun bentuk *Solenoid Valve* yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Solenoid Valve

2.9 Shield Data Logger [10]

Logging recorder shield merupakan kombinasi antara modul RTC dengan modul MMC jadi prinsip kerja dari modul ini adalah mengambil data dari setiap sensor kemudian data disimpan di SD card. Dengan modul ini kita dapat mengambil data dari sensor dan diketahui waktunya pengambilan data sensor secara *real time* dan *continue*. Penggunaan modul ini sangat tepat digunakan dalam pembuatan sistem akuisisi data atau *monitoring*. *Logging Recorder Shield Data Logger* yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.8.



Gambar 2.8 Logging Recorder Shield Data Logger

2.9.1 Real Time Clock (RTC)

RTC adalah sebuah rangkaian elektronik yang berfungsi sebagai acuan waktu. Pada umumnya RTC digunakan pada alat elektronik yang membutuhkan akurasi waktu yang sesuai dengan waktu dunia. RTC berbeda dengan jam biasa karena RTC umumnya hanya dalam bentuk IC. Dalam penggunaannya, dengan adanya RTC sebuah sistem dapat

fokus dengan tugas utamanya. Selain itu, RTC mempunyai sumber daya yang berbeda dari sistem. Sehingga ketika sistem dimatikan RTC masih berfungsi dan waktunya tidak akan berhenti atau *ter-reset* saat *restart*.

Data-data yang tersimpan pada IC DS3231 disimpan pada *register* 00H untuk detik, 01H untuk menit, 02H untuk jam, 03H untuk hari, 04H untuk tanggal, 05H untuk bulan, 06H untuk tahun, 07H untuk kontrol dan RAM 56x8 pada *register* 08H-3FH. *Register* tersebut bisa diakses oleh mikrokontroler melalui *bus* I2C. RTC yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.9.



Gambar 2.9 Real Time Clock (RTC)

2.9.2 MMC Shield

MMC Shield adalah sebuah rangkaian yang digunakan untuk menyimpan data ke dalam sebuah media. Pada alat ini media yang digunakan adalah *SDcard*. Data yang akan disimpan adalah hasil pembacaan sensor yang telah diproses terlebih dahulu oleh Arduino. *MMC Shield* dapat dilihat pada Gambar 2.10.



Gambar 2.10 MMC shield

2.10 Sensor pH [11]

PH merupakan nilai derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Ia didefinisikan sebagai kologaritma aktivitas ion hidrogen (H^+) yang terlarut. Koefisien aktivitas ion hidrogen tidak dapat diukur secara eksperimental, sehingga nilainya didasarkan pada perhitungan teoritis. Skala pH bukanlah skala absolut. Ia bersifat relatif terhadap sekumpulan larutan standar yang pH-nya ditentukan berdasarkan persetujuan internasional. Sensor pH adalah alat yang berfungsi mengukur tingkat keasaman suatu larutan. Dalam bentuk fisiknya menggunakan elektrode. Elektroda ini mengukur aktivitas ion hidrogen dan dirubah menjadi keluaran tegangan. Sensor pH yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.11.



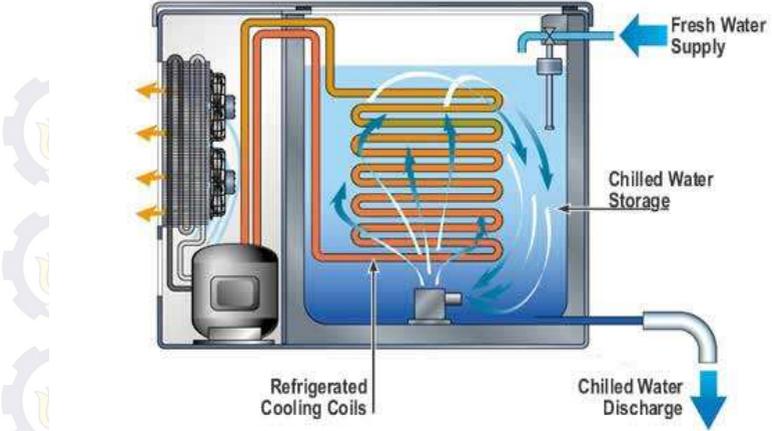
Gambar 2.11 sensor PH

2.11 Chiller [12]

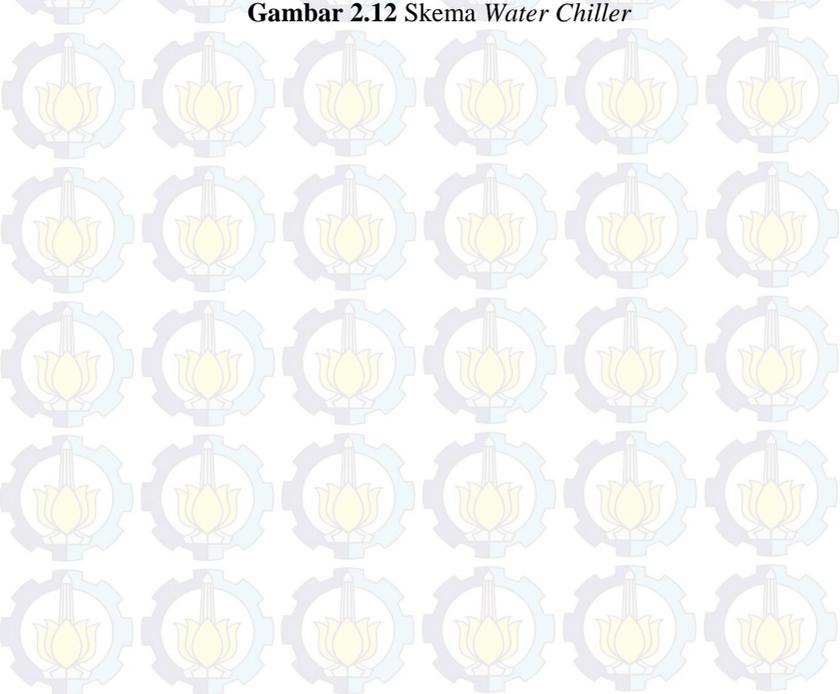
Untuk menjaga keadaan temperatur air yang sering berubah ubah terhadap cuaca diperlukan alat yang mampu untuk menjaga temperatur. Dalam hal ini penggunaan *Water Chiller* sangat diperlukan.

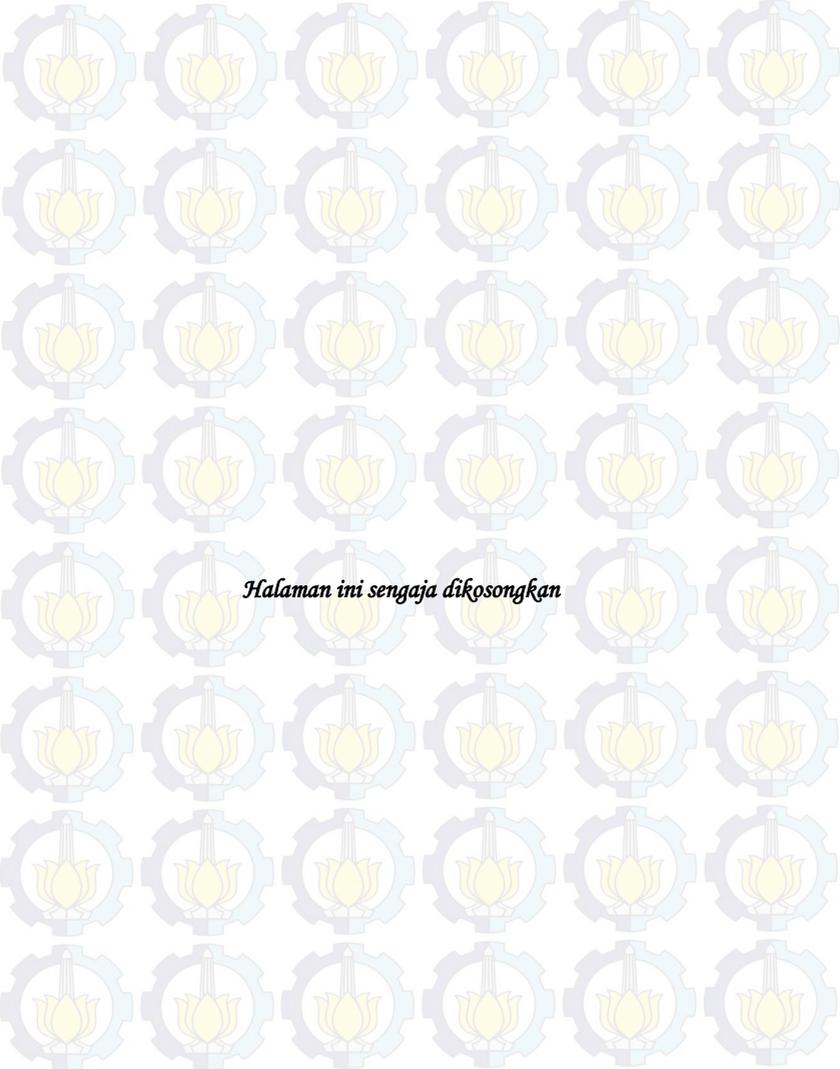
Water Chiller mampu mendinginkan air sampai $6^{\circ}C$ dengan kapasitas air yang didinginkan sebanyak 100 liter. Temperatur air keluaran dapat diatur sesuai kebutuhan dengan batasan air yang didinginkan lebih dari $6^{\circ}C$. Daya yang dibutuhkan 1300 Watt dengan tegangan sebesar 220 Volt.

Prinsip kerja dari mesin *Water Chiller* adalah dengan mendinginkan suatu media yang menghasilkan temperatur yang dingin. Air dingin dari mesin *Water Chiller* ini di pompa menuju media yang didinginkan. *Chiller* yang digunakan terlihat seperti Gambar 2.12.



Gambar 2.12 Skema *Water Chiller*

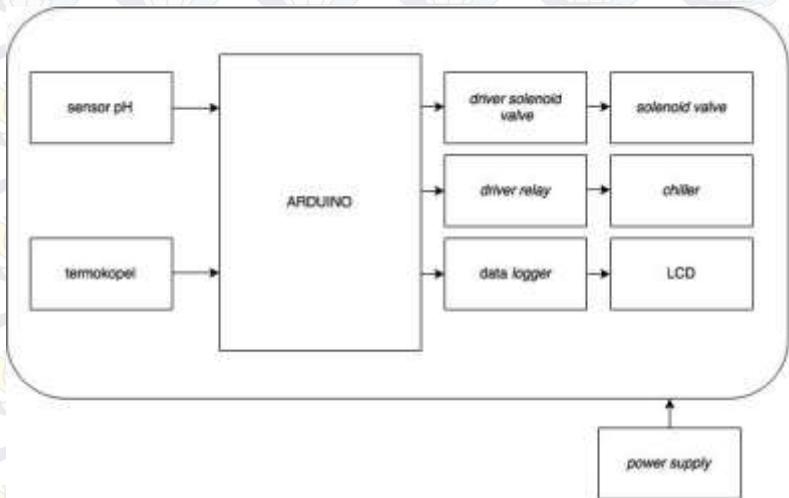




Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB III PERANCANGAN DAN PEMBUATAN ALAT

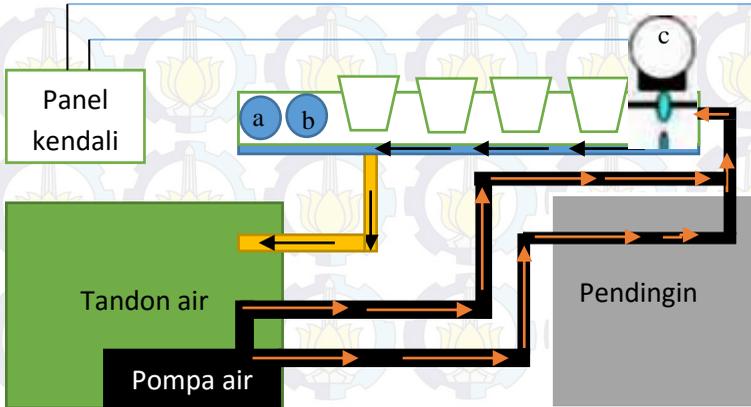
Bab ini membahas tahapan perencanaan dan pembuatan sistem pengaturan temperatur dan tingkat pH pada tendon air kebun hidroponik sayuran selada air berbasis Arduino yang meliputi perancangan perangkat keras (*hardware*) dan perancangan perangkat lunak (*software*). Agar memudahkan pemahaman terhadap sistem kerja alat, maka dibuatlah diagram blok pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1 Diagram Alat

Purwarupa pada tugas akhir berbentuk tandon air dengan *solenoid valve* di atasnya dan *Chiller* di dalam air, serta sensor temperatur dan sensor pH di dalam air. Dari Gambar 3.1 di atas digunakan untuk rancangan awal dari alat tugas akhir ini. Kemudian untuk lebih lanjutnya akan digunakan untuk membuat purwarupa. Purwarupa berbentuk miniature kecil dari kebun hidroponik yang terdiri dari tendon air, sensor pH, sensor termokopel, pompa air, kotak tanaman, pendingin, wadah cairan pH, *solenoid valve*, pipa air dan panel kendali. Agar purwarupa sesuai dengan yang diharapkan maka dibuatlah ilustrasi dari bentuk

purwarupa. Gambar skematik rancangan purwarupa dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini.



Gambar 3.2 Ilustrasi Purwarupa

Keterangan gambar:

1. Panel kendali
2. a adalah sensor pH yang terhubung pada panel kendali
3. b adalah sensor termokopel yang terhubung dengan panel kendali
4. c adalah cairan pH
5. tanda panah adalah aliran air dari tandon air

3.1 Pembuatan Hardware

Dalam perangkat elektronik, terdapat beberapa elemen yang harus disusun untuk dapat mengontrol temperatur dan pH dengan baik. Elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut.

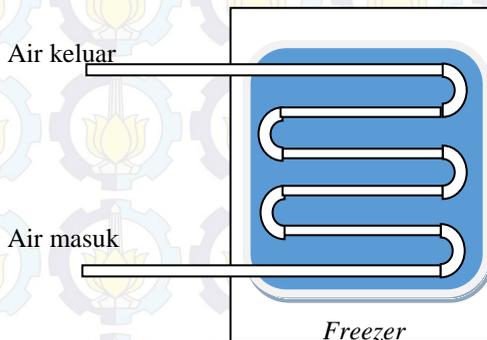
1. Mikrokontroler yaitu ARDUINO UNO sebagai unit pengontrol dan pengolah dari data sensor.
2. Sensor pH sebagai komponen untuk mengidentifikasi tingkat pH pada air.
3. Sensor termokopel sebagai komponen pengidentifikasi temperatur air.
4. *Power Supply* sebagai sumber tegangan untuk semua komponen pada alat ini.

5. *Solenoid valve* sebagai buka tutup katup untuk mengalirkan cairan penambah pH
6. *Chiller* sebagai alat untuk mendinginkan air.
7. *Data logger* sebagai penyimpan data.

3.1.1 Rancangan Pendingin

Pendingin ini difungsikan untuk pendinginan air yang mengalir dalam sistem hidroponik. Pendinginan air dilakukan untuk menjaga agar temperatur air tetap pada kondisi yang dibutuhkan oleh tanaman hidroponik yaitu pada kisaran 25-27°C.

Rancangan pendingin ini dibuat menggunakan *Freezer* bekas dari kulakas. *Freezer* ini mampu mendinginkan air sampai titik beku. Untuk mendapatkan air dingin yang mengalir melalui tanaman hidroponik maka dilakukan modifikasi pada *Freezer*. *Freezer* ditutup menggunakan papan kayu sehingga kedap udara. Pipa tembaga diameter berukuran 3mm dimasukkan melewati tabung *freezer*. Gambar rancangan pendingin dapat dilihat pada Gambar di bawah ini:



Gambar 3.3 Rancangan Pendingin

3.1.2 Wiring Arduino dan Sensor Termokopel

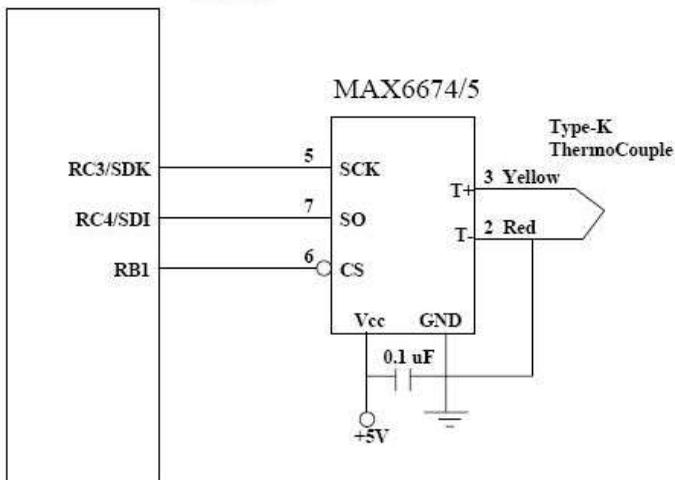
Wiring ini difungsikan untuk melakukan pengukuran temperatur menggunakan sensor termokopel. Data dari pengukuran menggunakan sensor termokopel nantinya akan diproses untuk mengontrol temperatur air pada tandon kebun hidroponik. Dari *datasheet* sensor termokopel diketahui bahwa tegangan keluaran yang dihasilkan sensor tidak cukup kuat untuk dapat diproses pada Arduino. Sehingga diperlukan rangkaian penguat untuk menaikkan tegangan keluaran yang dihasilkan sensor

termokopel. Rangkaian penguat yang digunakan adalah rangkaian dari IC MAX6675. Berikut adalah *wiring* dari sensor termokopel, penguat, dan Arduino dapat dilihat pada Gambar 3.4 dan 3.5 serta keterangan *port* pada Arduino yang digunakan:

1. *Port 3,3 V Arduino* → *pin VCC* rangkaian penguat
2. *Port GND Arduino* → *pin GND* rangkaian penguat
3. *Port 0 Arduino* → *pin SCK* rangkaian penguat
4. *Port 1 Arduino* → *pin CS* rangkaian penguat
5. *Port 2 Arduino* → *pin SO* rangkaian penguat



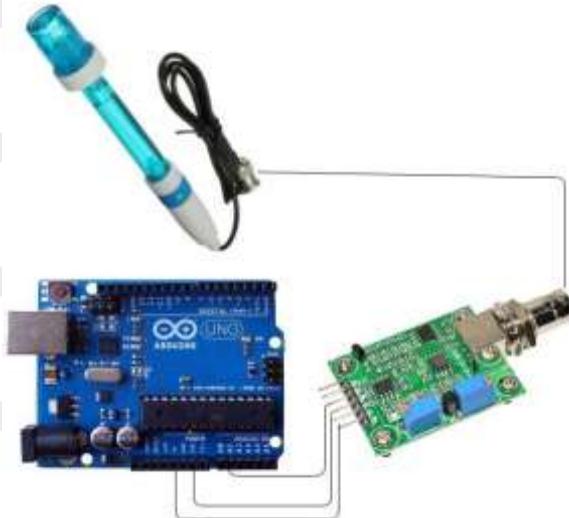
Gambar 3.4 Rangkaian Penguat Sensor Termokopel



Gambar 3.5 *Wiring* Rangkaian Termokopel

3.1.3 Wiring Sensor pH dengan Arduino

Sama halnya dengan sensor termokopel, sensor pH juga memiliki tegangan keluaran yang kecil sehingga perlu untuk menaikkan tegangan agar data dari sensor dapat dibaca oleh Arduino. Dari hal tersebut maka diperlukan rangkaian penguat untuk menaikkan tegangan agar mampu dibaca oleh Arduino. Sensor pH dengan rangkaian penguat dapat dilihat seperti Gambar 3.6.



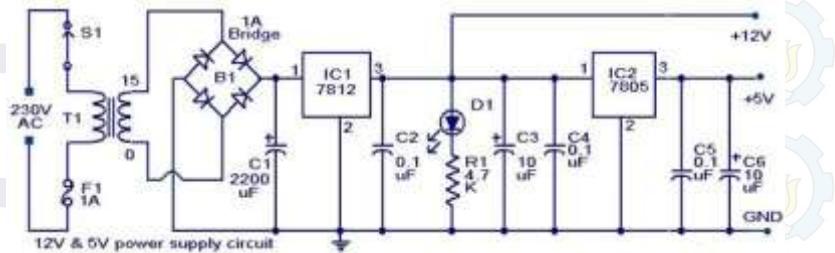
Gambar 3.6 Sensor pH dengan Rangkaian Penguat

3.1.4 Pembuatan *Power Supply*

Rangkaian *Power Supply* berfungsi untuk men-*supply* arus dan tegangan ke seluruh rangkaian yang ada. Rangkaian *Power Supply* ini terdiri dari dua keluaran, yaitu 5 Volt, dan 12 Volt. Keluaran 5 Volt digunakan untuk menghidupkan *LCD* dan sensor termokopel dan pH, sedangkan keluaran 12 Volt digunakan untuk men-*supply* tegangan ke Arduino dan *Driver solenoid valve*.

Trafo *stepdown* yang berfungsi untuk menurunkan tegangan dari 220 Volt AC menjadi 24 Volt AC. Kemudian 24 Volt AC akan disearahkan dengan menggunakan dua buah dioda, regulator tegangan 12 Volt (LM7812CT) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 12 Volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. Regulator

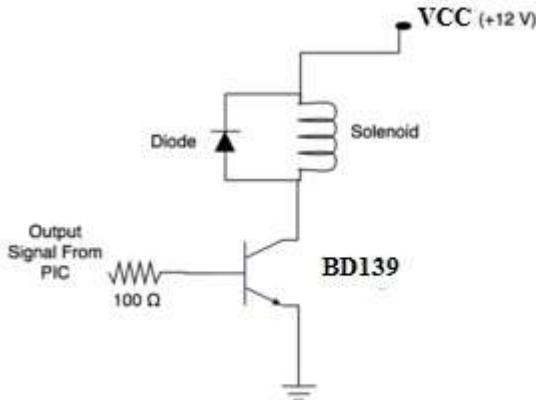
tegangan 5 Volt (LM7805CT) digunakan agar keluaran yang dihasilkan tetap 5 Volt walaupun terjadi perubahan pada tegangan masukannya. Transistor PNP TIP 32 disini berfungsi sebagai penguat arus apabila terjadi kekurangan arus pada rangkaian, sehingga regulator tegangan tidak akan panas ketika rangkaian butuh arus yang cukup besar. Rangkaian skematik dapat dilihat pada Gambar 3.7



Gambar 3.7 Rangkaian Skematik *Power Supply*

3.1.5 Pembuatan *Driver Solenoid Valve*

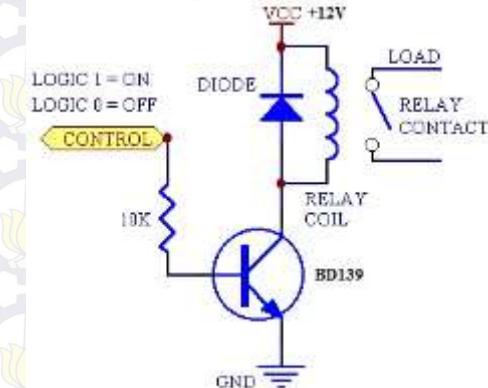
Driver Solenoid Valve digunakan untuk mengatur nyala dan mati *Solenoid Valve*. *Solenoid Valve* nantinya akan digunakan untuk pengaturan pemberian cairan penambah pH. Berikut adalah bentuk rangkaian *Driver Solenoid Valve* yang terlihat seperti pada Gambar 3.8.



Gambar 3.8 Skema *Driver Solenoid Salve*

3.1.6 Pembuatan *Driver Chiller*

Driver Chiller ini digunakan untuk mengatur mati nyalanya *Water Chiller*. Nantinya rangkaian ini digunakan untuk mengatur temperatur air pada tandon air kebun hidroponik. Berikut adalah skematik rangkaian *Driver relay* yang nantinya akan disambungkan dengan *Water Chiller* yang dapat dilihat seperti Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Skema *Driver Relay*

3.1.7 *Wiring Modul Data logger*

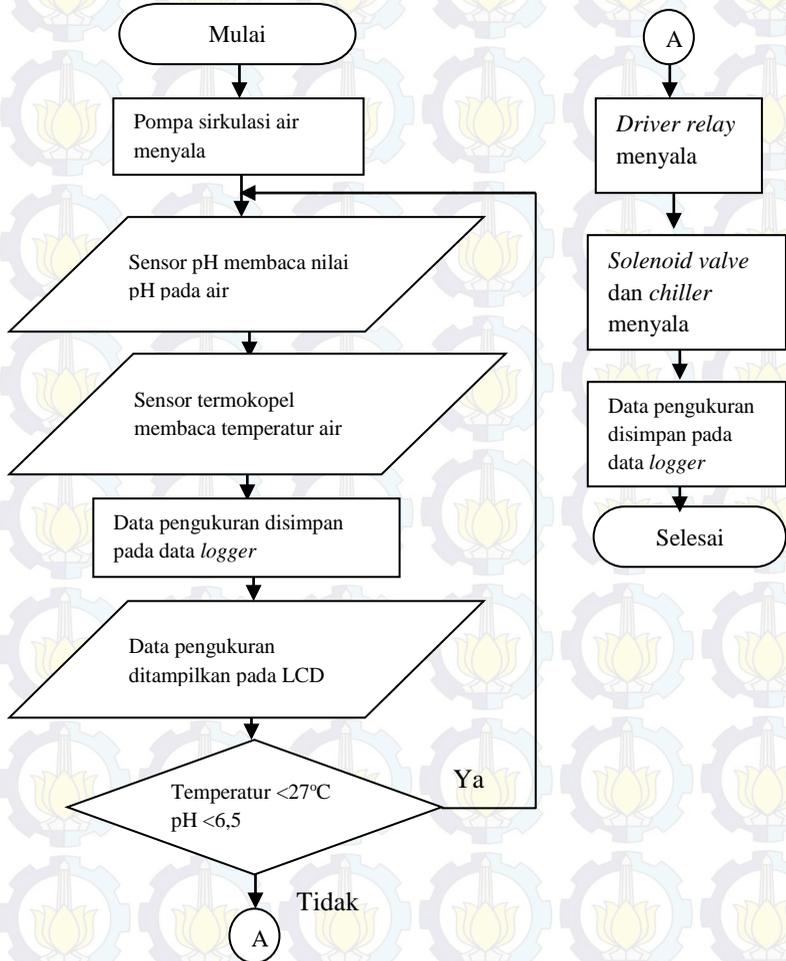
Data logger digunakan untuk menyimpan data dari hasil pengukuran sensor termokopel dan sensor pH. Penyimpanan data dari sensor disesuaikan dengan waktu saat disimpannya data. *Module Data logger* dilengkapi dengan IC RTC. Dengan adanya IC RTC dimungkinkan untuk menyimpan data dalam waktu *real time*. *Wiring modul Data logger* adalah sebagai berikut.



Gambar 3.10 Modul *Data Logger* dengan Arduino

3.2 Perancangan Software

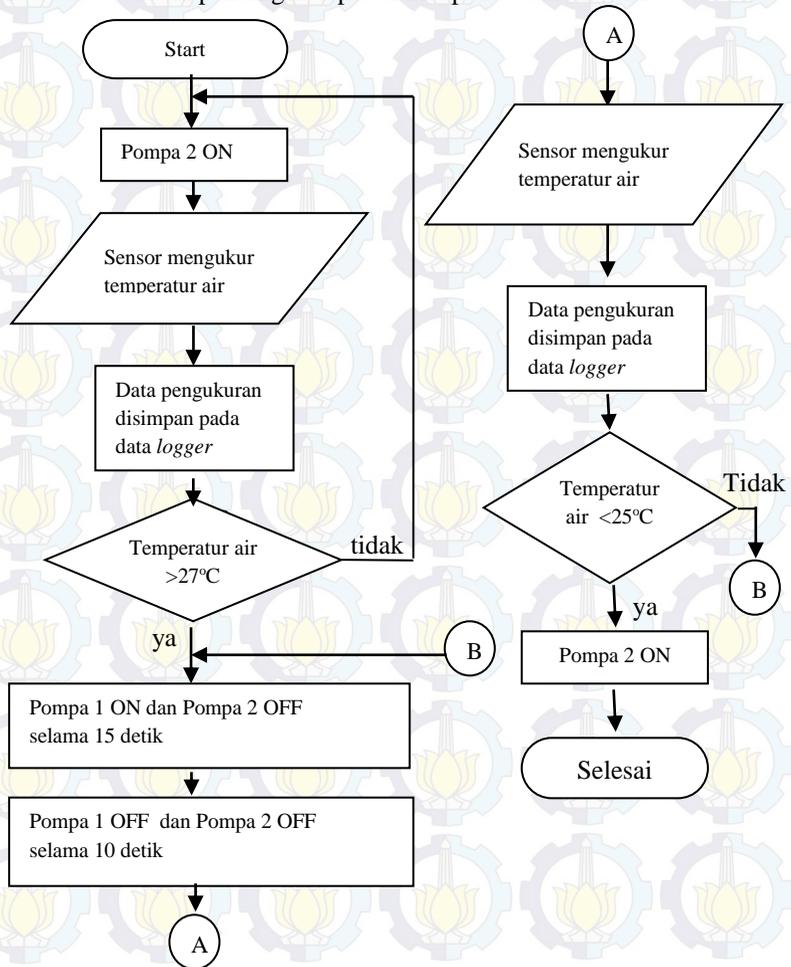
Dalam perangkat lunak, terdapat beberapa program yang harus dibuat untuk dapat membaca sensor dan mengontrol temperatur dan pH dengan baik. Tahapan pembuatan tersebut dapat dilihat di dalam *flowchart* pada Gambar 3.11.



Gambar 3.11 Flow Chart Program Utama

3.2.1 Pengaturan Sistem Pendingin

Perancangan perangkat lunak untuk mengatur cara kerja pengaturan pendingin secara otomatis. Proses dilakukan dengan cara mengukur temperatur pada air hidroponik, kemudian dari data yang diperoleh digunakan untuk mengatur temperatur secara otomatis. *Flowchart* sistem pendingin dapat dilihat pada Gambar 3.12.



Gambar 3.12 *Flowchart* Sistem Pendingin

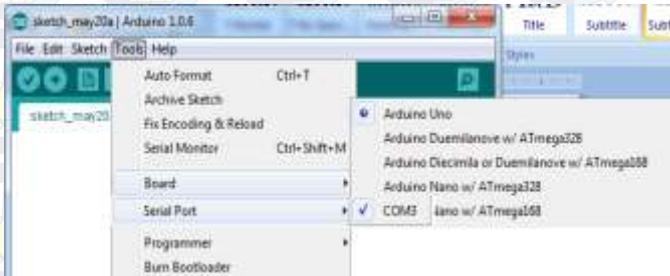
3.2.2 Pairing Port Arduino

Setelah Arduino dipasang pada PC/laptop, kita harus mengetahui Arduino berada pada *port* berapa yang terdeteksi di laptop yaitu dengan cara meng-klik-kanan *manage* pada *my computer* dan memilih *port* seperti Gambar 3.13.



Gambar 3.13 Screenshot Computer Management

Setting selanjutnya adalah mencocokkan *port* yang sudah dilihat pada *computer management* tersebut dengan yang berada pada IDE Arduino seperti yang terlihat pada Gambar 3.14.



Gambar 3.14 Contoh Setting Port pada IDE Arduino

3.2.3 Konfigurasi Modul I2C dengan Arduino

Pada sistem ini, nilai hasil pengukuran dari sensor termokopel dan sensor pH akan ditampilkan pada *liquid crystal display (LCD)* berukuran 16x2. *LCD* yang digunakan menggunakan modul I2C untuk mengurangi penggunaan *port* menjadi *port scl* dan *sda*. Maka perlu untuk menentukan *address* dari pin-pin I2C. Untuk menentukan *address* yang akan digunakan maka diperlukan *library* program I2C. Sehingga tampil seperti Gambar 3.15.

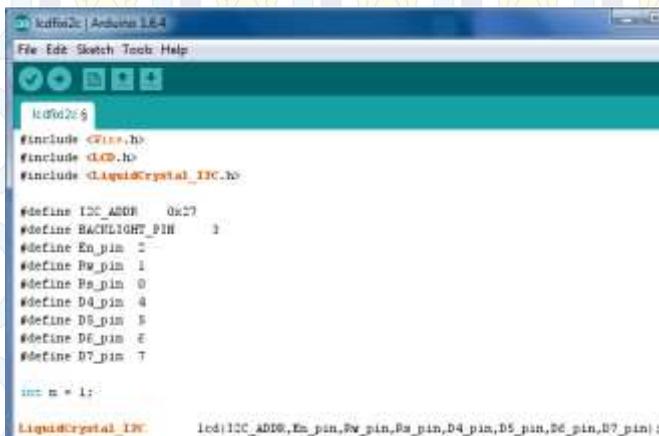


```
I2C Scanner
Scanning...
I2C device found at address 0x1E !
I2C device found at address 0x50 !
I2C device found at address 0x68 !
done
```

Gambar 3.15 Pengalamatan I2C pada Arduino

3.2.4 Konfigurasi LCD pada Arduino

Untuk menyambungkan LCD pada Arduino menggunakan I2C, dapat dituliskan pengalamatan dari setiap pin pada LCD ke dalam *listing* program. Contoh pengalamatan program LCD pada Arduino terlihat seperti Gambar 3.16.



```
lcd02c $
#include <Wire.h>
#include <LCD.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7

int n = 1;

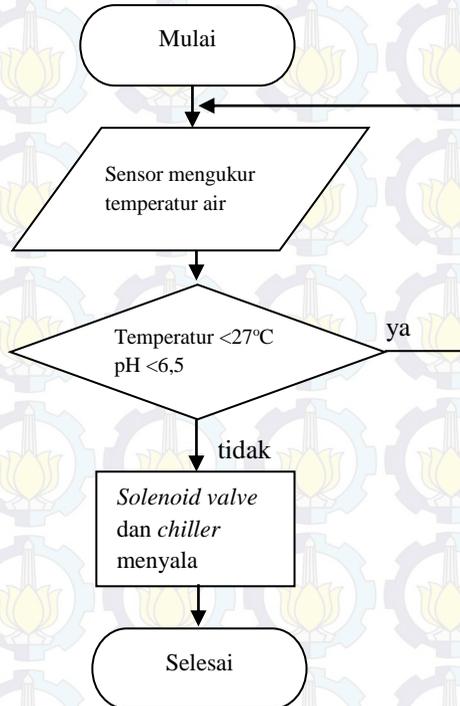
LiquidCrystal_I2C lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pin,D7_pin);
```

Gambar 3.16 Pengalamatan LCD pada Arduino

3.2.5 Konfigurasi *Driver Solenoid Valve* dan *Chiller* pada *Arduino*

Pembuatan program untuk *Driver Chiller* dan *Driver solenoid valve* dirancang seperti pada *flowchart* Gambar 3.17.

Dimulai dari pembacaan sensor kemudian diperi pengkondisian, ketika bernilai benar maka proses akan diulangi lagi dari pembacaan sensor, jika bernilai salah maka program akan mengaktifkan *Driver*.



Gambar 3.17 *Flowchart Driver Solenoid Valve dan Driver Relay*

BAB IV

UJI COBA ALAT

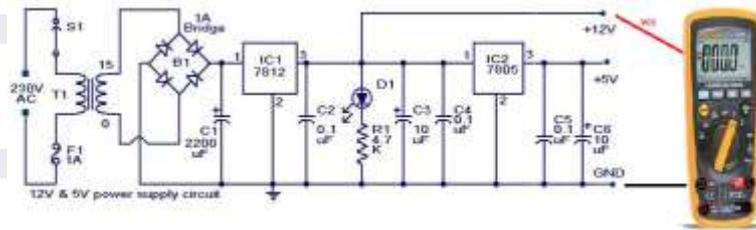
Pada bab ini akan dibahas tentang pengujian tiap-tiap rangkaian yang menyusun alat ini. Pengujian dimaksudkan untuk memastikan bahwa kinerja masing-masing alat yang telah dibuat dapat berfungsi sesuai dengan yang diharapkan. Setelah kita merancang dan membuat perangkat keras (*hardware*) dan juga perangkat lunak (*software*), maka untuk mengetahui apakah langkah-langkah yang kita lakukan dan proses yang kita kerjakan sudah mencapai tujuan-tujuan yang diinginkan serta mengetahui apa kekurangan yang bisa dikembangkan lebih lanjut maka dilakukan pengujian dan analisa. Untuk lebih jelasnya pengujian dan analisa ini dibagi menjadi 2 aspek, yaitu aspek *hardware* dan *software*, secara umum *hardware* merupakan rangkaian-rangkaian yang telah dibuat, dan *software* merupakan program dan *interface* yang dibuat untuk perangkat yang akan kita uji dapat kita lihat pada Gambar 4.1.



Gambar 4.1 Perangkat yang Akan Diuji Berupa Panel Kendali

4.1 Pengujian Power Supply

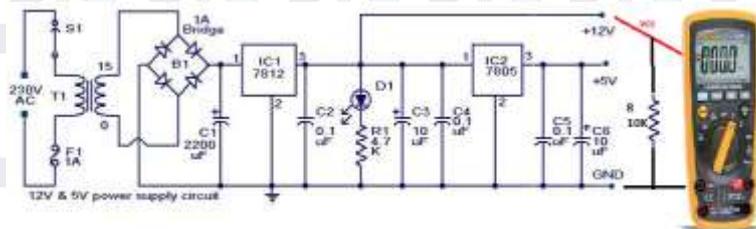
Pengujian rangkaian *Power Supply* ini dilakukan untuk mengetahui keadaan rangkaian tersebut apakah keluaran yang dihasilkan telah sesuai dengan yang diharapkan. Pengujian rangkaian *Power Supply* dilakukan dengan menggunakan *Power Supply* 5 – 12 Volt. Dari pengukuran yang telah dilakukan, maka didapatkan data seperti terlihat pada Tabel 4.1 dan Tabel 4.2:



Gambar 4.2 Pengujian *Power Supply* Tanpa Beban

Tabel 4.1 Pengukuran Tegangan *Output* Rangkaian *Power Supply* 5 – 12 Volt

Tegangan <i>Input</i> AC (Volt)	Tegangan <i>Output</i> DC (Volt)
220	5,6 (pada pin output 5 Volt)
220	12,27 (pada pin output 12 Volt)
220	12,34 (pada pin output 12 Volt)



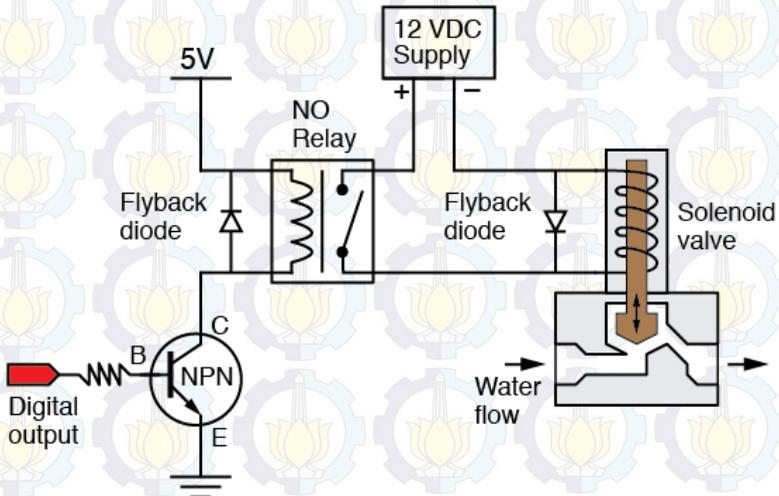
Gambar 4.3 Pengujian *Power Supply* dengan Beban

Tabel 4.2 Pengukuran Perbandingan Tegangan *Output Power Supply* 5 – 12 Volt Tanpa Beban Dan Dengan Beban

Tegangan <i>Output</i> DC tanpa Beban (Volt)	Tegangan <i>Output</i> DC dengan Beban (Volt)
12,27	12,01 (Beban <i>Arduino</i> UNO)
12,34	8,9 (Beban <i>Solenoid Valve</i>)
5,6	4,9 (beban LCD)

4.2 Pengujian Rangkaian *Driver Solenoid Valve*

Pengujian rangkaian *Driver Valve* dilakukan untuk mengetahui *Driver Valve* bekerja dengan baik atau tidak. Pengujian *Driver Solenoid Valve* dilakukan seperti pada Gambar 4.4.



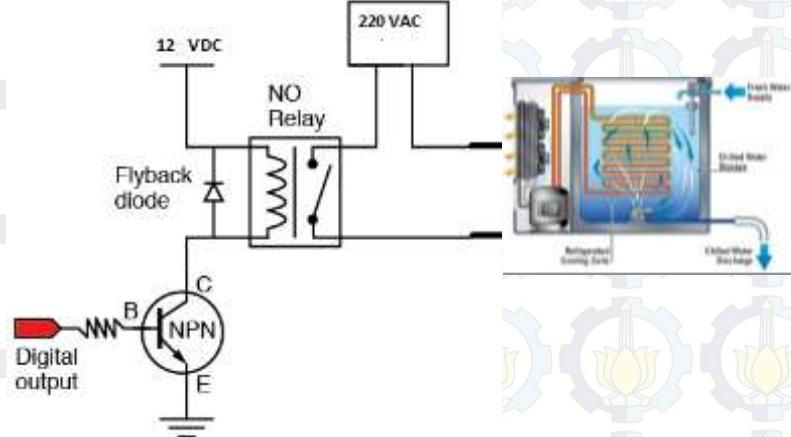
Gambar 4.4 Pengujian *Driver Solenoid Valve*

Pengujian *Driver Valve* dilakukan dengan menerapkan program pada mikrokontroller *Arduino*. Ketika pin data diberi logic “HIGH” akan mengaktifkan basis transistor BD 139 yang akan melewatkan tegangan 12 Volt yang berasal dari *Power Supply*. Kemudian *Valve* akan aktif, sebaliknya ketika logic dari mikrokontroller *Arduino* “LOW” maka *Valve* akan mati.

4.3 Pengujian Rangkaian *Driver Chiller*

Pengujian rangkaian *Driver Chiller* dilakukan untuk mengetahui *Driver* dapat bekerja dengan baik atau tidak. *Chiller* dihubungkan ke *Normally Open* pada *Relay* dan sumber tegangan listrik AC.

Pengujian *Driver Chiller* dilakukan dengan menerapkan program pada mikrokontroler Arduino. Ketika Arduino memberi *logic* “HIGH” akan mengaktifkan basis transistor BD 139 yang akan melewati tegangan 12 Volt yang berasal dari sumber tegangan *Power Supply*. Kemudian *Relay* akan aktif, sebaliknya ketika *logic* dari mikrokontroler Arduino “LOW” maka *Relay* akan mati.

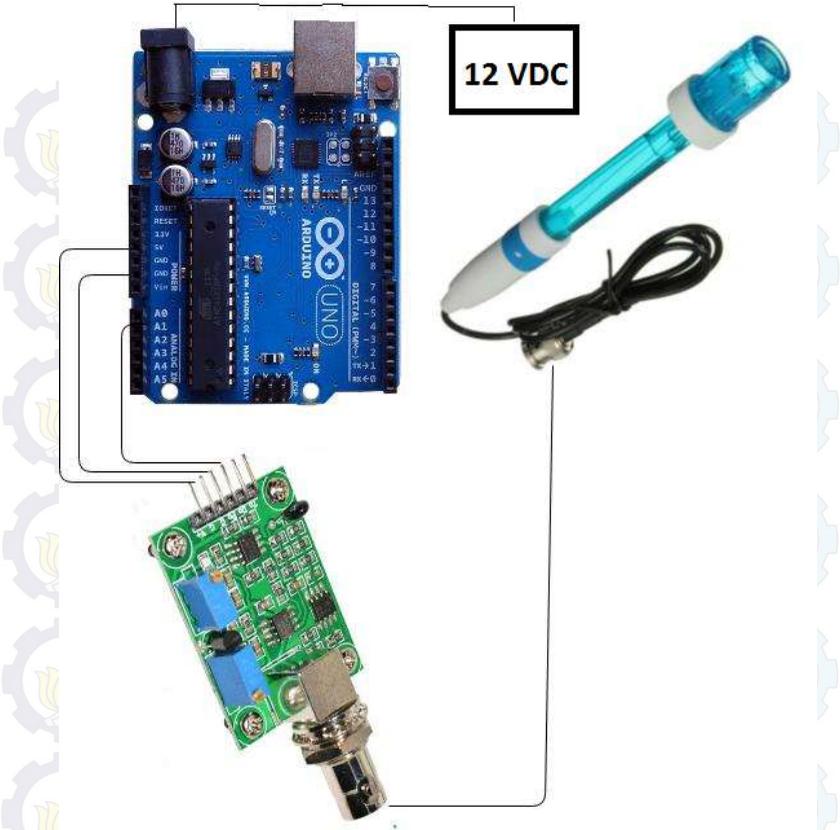


Gambar 4.5 Pengujian *Driver Chiller*

4.4 Pengujian Sensor pH

Pengujian sensor pH dilakukan bertujuan untuk mengkalibrasi sensor agar pembacaan sama dengan sensor standart aslinya.

Pengujian ini dilakukan dengan cara membandingkan pembacaan sensor melalui LCD dan pembacaan sensor dengan pH meter yang asli. Data diperoleh dari pembacaan sensor dengan *delay* 10 detik tiap kali pembacaan sensor. Rangkaian yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.6.



Gambar 4.6 Rangkaian Sensor pH

Data hasil pengujian sensor pH dapat dilihat pada Tabel 4.7:

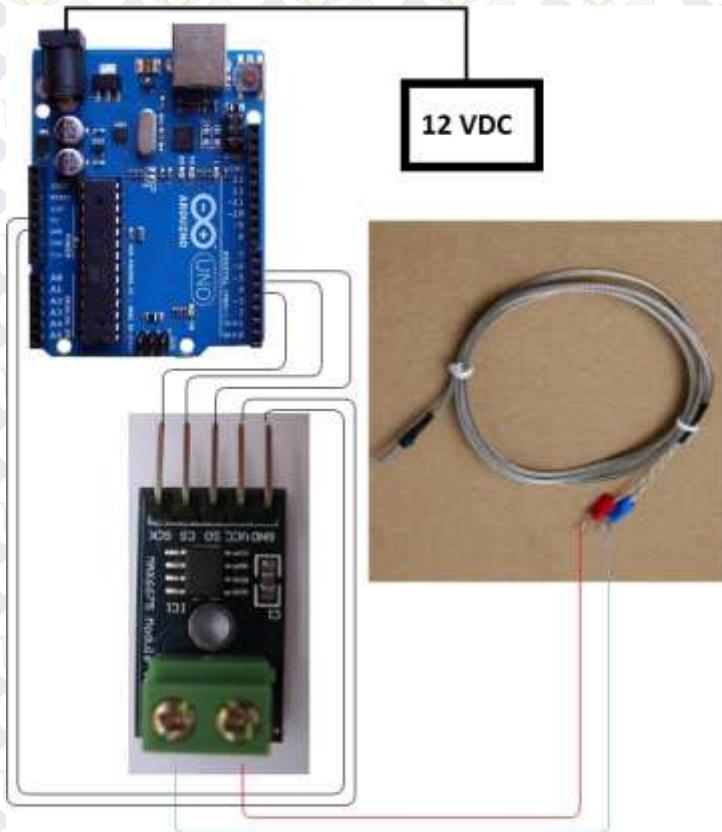
Tabel 4.3 Data Hasil Pengujian Sensor Ph

No	Waktu (s)	Nilai Sensor pH meter (Hanna)	Sensor pH
1	0	7,01	7,02
2	10	7,02	7,02
3	20	7,04	7,08
4	30	7,02	7,04
5	40	7,03	7,07

Dari hasil percobaan pada air kran atau air PDAM rata – rata pembacaan sensor pH Hanna dengan pembacaan melalui serial monitor Arduino sebesar 7,05 per detik, sedangkan rata – rata pembacaan pH meter 7,02 per detik. Maka rata – rata perbedaannya sebesar 0,03.

4.5 Pengujian Sensor Termokopel

Pengujian sensor termokopel bertujuan untuk mengkalibrasi sensor agar pengukuran sesuai dengan keadaan aslinya. Rangkaian termokopel yang digunakan dapat dilihat pada Gambar 4.7.



Gambar 4.7 Rangkaian Sensor Termokopel

Pengujian dilakukan dengan cara membandingkan hasil pengukuran dari sensor termokopel dengan termometer. Media yang digunakan adalah air dari es yang mencair, es dicampur dengan air, dan air hangat. Dari hasil pengujian dapat dilihat dalam Tabel 4.4.

Tabel 4.4 Data Hasil Pengukuran Sensor Termokopel

Media	Termometer (°C)	Termokopel (°C)
Air es yang mencair	4	3,50
Es dicampur air	15	15,75
Air hangat	55	55,25

4.6 Pengujian LCD 16x2

Pengujian LCD bertujuan untuk memastikan bahwa LCD dapat mengeluarkan sama seperti yang diperintahkan atau diprogram pada Arduino.

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan LCD dengan i2C kemudian menyambungkan pin SDA dari i2C ke pin a4 Arduino, dan SCL dari i2C ke pin a5 pada Arduino, Vcc pada i2C dengan +5 Volt *Power Supply*, *ground* pada i2C *ground* Arduino. Serta diberi program di Arduino.

Data hasil percobaan menunjukkan bahwa ketika kita memasukan huruf 'LCD Bisa Tugas Akhir' maka pada LCD akan keluar huruf 'LCD Bisa Tugas Akhir'. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 4.2.

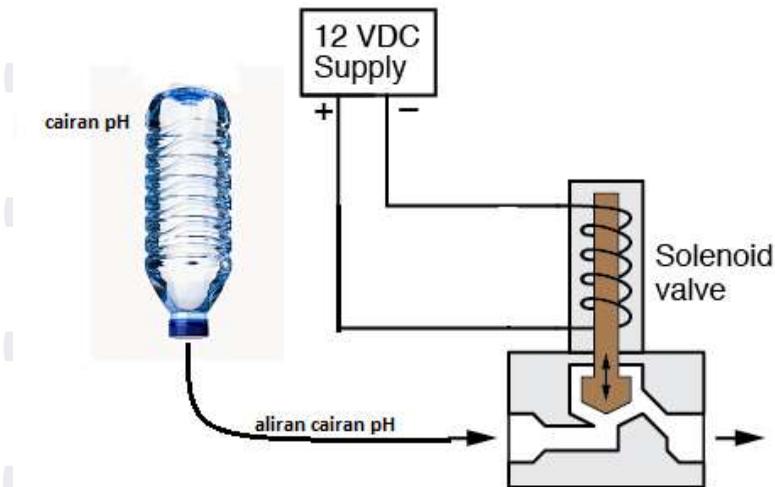


Gambar 4.8 Tampilan pada LCD

4.7 Pengujian *Solenoid Valve*

Pengujian *Solenoid Valve* bertujuan untuk memastikan *Solenoid Valve* bekerja sesuai dengan yang diharapkan.

Pengujian dilakukan dengan cara menghubungkan sumber tegangan 12 Volt langsung ke *Solenoid Valve*. Kemudian botol yang telah diisi air penuh dipasang *Solenoid*. Pengujian bertujuan untuk menghitung waktu yang digunakan *Solenoid Valve* untuk mengalirkan air dari botol ke luar. Dari hasil pengujian dapat diperoleh data pada sebagai berikut.



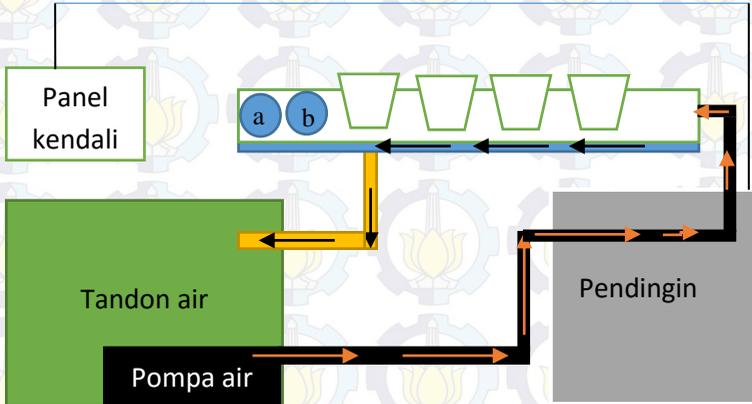
Gambar 4.9 Pengujian *Solenoid Valve*

Tabel 4.5 Data Hasil Pengujian *Solenoid Valve*

No	Volume air (cm ³)	Waktu (s)
1	300	42
2	400	58
3	500	79
4	600	93

4.7 Pengujian Pendingin

Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah pendingin berfungsi sesuai dengan fungsinya. Pengujian pendingin dilakukan selama 15 menit. Rangkaian pengujian temperatur air dapat dilihat pada Gambar 4.10.



Gambar 4.10 Rangkaian Pengujian Pendingin

Keterangan Gambar 4.10

1. a Sensor pH
2. b Sensor Termokopel

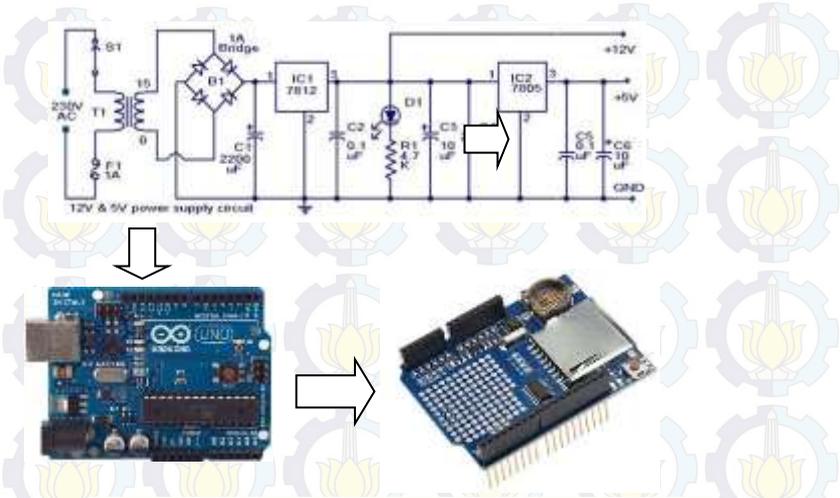
Tabel 4.6 Pengujian Temperatur Air Menggunakan Pendingin

Waktu (menit)	Temperatur sebelum (°C)	Temperatur sesudah (°C)
0	30	30
5	30	28,76
10	28,76	27,34
15	27,34	26,81

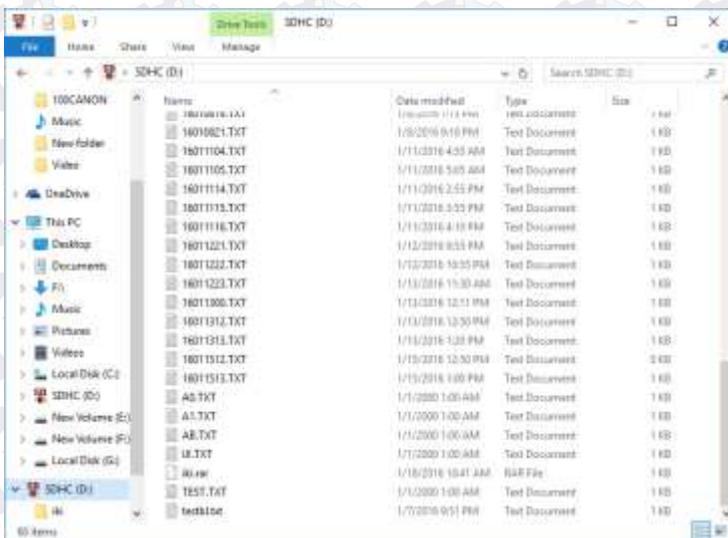
4.8 Pengujian Data *Logger*

Pengujian data *logger* ini dilakukan untuk mengetahui apakah data *logger* berfungsi sesuai dengan fungsinya. Pengujian ini dilakukan dengan cara menyambungkan data *logger* dengan arduino. Dari pengujian ini didapat file dengan ekstensi “.txt” dalam SD Card sesuai dengan format waktu yaitu yymmddhh (tahun, bulan, tanggal dan jam).

Rangkaian pengujian data *logger* dapat dilihat pada Gambar 4.11 di bawah ini:



Gambar 4.11 Rangkaian Data *Logger* dengan ARDUINO



Gambar 4.12 Data *Logger* pada SD Card

4.9 Pengujian Alat Secara Keseluruhan

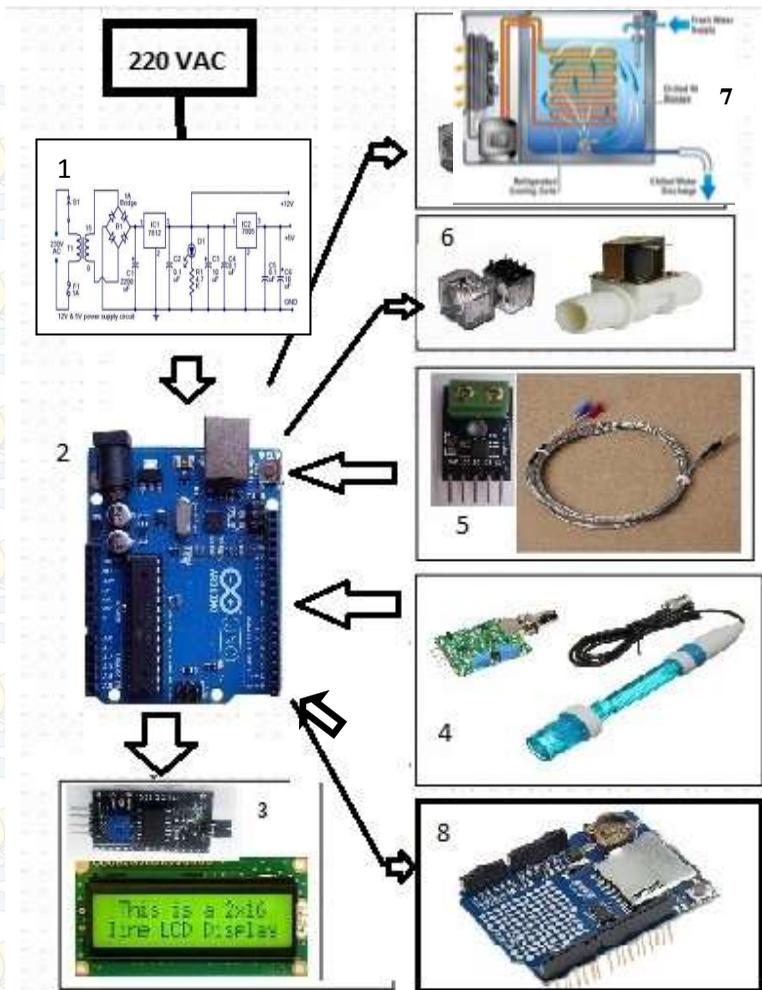
Pengujian ini dilakukan untuk menunjukkan alat telah berjalan tanpa gangguan dan sesuai dengan fungsinya. Rancangan alat pada Gambar 4.13.

Proses pengujian alat secara keseluruhan melalui beberapa tahapan.

1. Alat dihubungkan dengan sumber listrik AC 220 Volt
2. Sensor termokopel dan sensor pH diletakkan di dalam tandon air untuk mengukur temperatur dan tingkat pH air dalam tandon.
3. Pompa air akan menyala secara terus menerus untuk mengalirkan air pada tanaman hidroponik. Pengaliran terus menerus dilakukan untuk sirkulasi air.
4. Ketika temperatur air pada tandon bernilai di atas 27°C, maka *Driver Relay* akan aktif untuk menyalakan pendingin air dalam tandon sampai temperatur pada air tandon mencapai nilai 24°C. Kemudian *Driver Relay* akan dinonaktifkan.
5. *Driver Solenoid Valve* akan aktif ketika sensor pH mendeteksi nilai pH pada air mencapai lebih dari 6,5. *Solenoid Valve* akan menuangkan cairan penambah keasaman sampai sensor pH mendeteksi nilai dari pH air mencapai kurang dari 6.
6. Semua data pengukuran dicatat dalam data *logger* yang disimpan dalam *SD Card*.

Keterangan dalam Gambar 4.13 adalah sebagai berikut

1. *Power Supply*
2. Mikrokontroler ARDUINO
3. Modul I2C dan LCD 16x2
4. Modul dan sensor pH
5. Modul dan sensor termokopel
6. *Driver Solenoid Valve* dan *Solenoid Valve*
7. *Driver Relay* dan *Chiller*
8. *Shield data logger* dan *SD card*



Gambar 4.12 Rangkaian Keseluruhan Alat

Tabel 4.6 Hasil Pengamatan Selama Waktu 13 Jam Tanggal 20 Januari 2016

Waktu (WIB)	pH air (pH)	<i>Solenoid Valve</i> (aktif/tidak aktif)	Temperatur air tandon (°C)	Pendingin (aktif/tidak aktif)
00.00	6,07	Tidak aktif	26,25	Tidak aktif
01.00	6,10	Tidak aktif	25,96	Tidak aktif
02.00	6,28	Tidak aktif	26,10	Tidak aktif
03.00	6,84	Aktif	25,25	Tidak aktif
04.00	6,27	Tidak aktif	25,12	Tidak aktif
05.00	6,31	Tidak aktif	25,03	Tidak aktif
06.00	6,77	Aktif	25,07	Tidak aktif
07.00	6,22	Tidak aktif	25,21	Tidak aktif
08.00	6,87	Aktif	25,21	Tidak aktif
09.00	6,21	Tidak aktif	25,40	Tidak aktif
10.00	6,14	Tidak aktif	26,31	Tidak aktif
10.37	6,65	Aktif	27,03	Aktif
10.42	5,98	Tidak aktif	26,98	Aktif
10.47	5,90	Tidak aktif	26,80	Aktif
11.02	5,91	Tidak aktif	26,76	Aktif
11.07	6,03	Tidak aktif	26,68	Aktif
11.12	6,07	Tidak aktif	26,59	Aktif
11.17	6,12	Tidak aktif	26,47	Aktif
11.22	6,10	Tidak aktif	26,34	Aktif
11.27	6,12	Tidak aktif	26,20	Aktif
11.32	6,13	Tidak aktif	26,13	Aktif
11.37	6,06	Tidak aktif	26,09	Aktif
12.43	6,13	Tidak aktif	24,94	Tidak aktif
13.00	6,07	Tidak aktif	25,14	Tidak aktif



Halaman ini sengaja dikosongkan

BAB V

PENUTUP

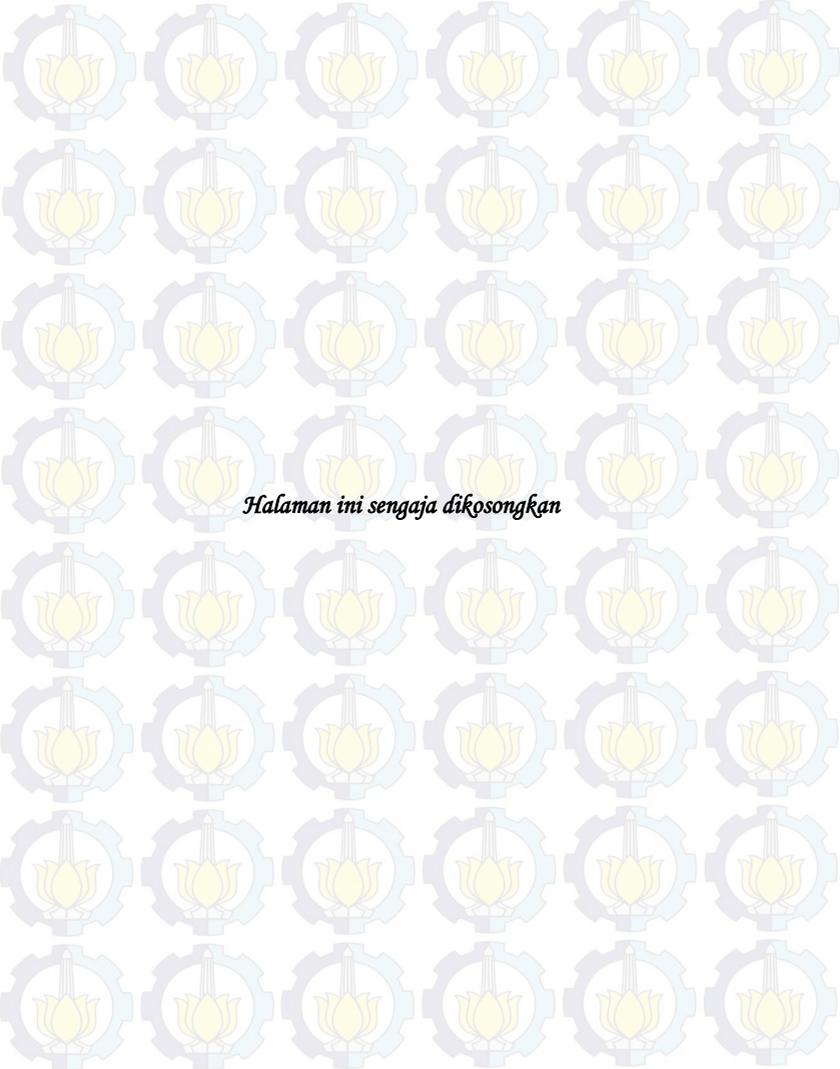
Setelah melakukan perancangan dan pembuatan alat serta pengujian dan analisa dapat ditarik beberapa kesimpulan dan saran. Kesimpulan dan saran Tugas Akhir Rancangan Otomasi Kontrol Temperatur dan PH Air Tandon Pada Kebun Hidroponik Tanaman Selada Keriting ini adalah sebagai berikut :

5.1 Kesimpulan

1. Alat mampu secara otomatis menurunkan pH ketika pH lebih dari 6,5
2. Pengontrolan temperatur air hidroponik sudah sesuai dengan parameter yang ditentukan yaitu tidak melebihi 27°C
3. Data logger mampu menyimpan data dari pengukuran pH dan temperatur tanaman hidroponik
4. Penurunan temperatur dari 27,03°C ke temperatur 24,94°C membutuhkan waktu lebih dari 2 jam.

5.2 Saran

1. Untuk kontrol pH dan temperatur masih harus diberi alat tambahan untuk menaikkan pH dan temperatur
2. *Interface* perlu ditambah untuk lebih memudahkan penggunaan alat



Halaman ini sengaja dikosongkan

LAMPIRAN A

LISTING PROGRAM

a. Program Arduino

1. Master Arduino

```
#include <Wire.h>
#include "LCD.h"
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
#include "max6675.h"
#include "RTClib.h"
#include <SPI.h>
#include <SD.h>

#define I2C_ADDR 0x27
#define BACKLIGHT_PIN 3
#define En_pin 2
#define Rw_pin 1
#define Rs_pin 0
#define D4_pin 4
#define D5_pin 5
#define D6_pin 6
#define D7_pin 7

int n = 1;
int thermo_so_pin = 4;
int thermo_cs_pin = 5;
int thermo_sck_pin = 6;
MAX6675 thermocouple(thermo_sck_pin, thermo_cs_pin,
thermo_so_pin);
int vccPin = 3;
int gndPin = 2;

LiquidCrystal_I2C
  lcd(I2C_ADDR,En_pin,Rw_pin,Rs_pin,D4_pin,D5_pin,D6_pi
n,D7_pin);
RTC_DS1307 RTC;
const int chipSelect = 10;

void setup()
```

```

{
  pinMode(vccPin, OUTPUT); digitalWrite(vccPin, HIGH);
  pinMode(gndPin, OUTPUT); digitalWrite(gndPin, LOW);
  lcd.begin (16,2);
  Serial.begin(9600);
  Wire.begin();
  RTC.begin();
  if (! RTC.isrunning()) {
    Serial.println("RTC is NOT running!");
    RTC.adjust(DateTime(__DATE__, __TIME__));
  }
  while (!Serial)

  lcd.setBacklightPin(BACKLIGHT_PIN,POSITIVE);
  lcd.setBacklight(HIGH);
  lcd.home (); // go home
  }

void loop()
{
  lcd.setCursor (0,0);
  lcd.print("temp = ");
  lcd.print(thermocouple.readCelsius());
  delay(1000);
  lcd.clear();
  if (thermocouple.readCelsius() > 27)
    digitalWrite (12,HIGH);
  if (thermocouple.readCelsius() < 26)
    digitalWrite (12,LOW);
  float sensorValue = analogRead(A1);
  float pHraw = 1/33.68*(849.07-sensorValue);
  lcd.setCursor (0,1);
  lcd.print("pH = ");
  lcd.print(pHraw);
  if (pHraw > 6.5)
    digitalWrite (13, HIGH);
  if (pHraw < 6)
    digitalWrite (13, LOW);
}

```

```
DateTime now = RTC.now();
```

```
Serial.print(now.year(), DEC);  
Serial.print('/');  
Serial.print(now.month(), DEC);  
Serial.print('/');  
Serial.print(now.day(), DEC);  
Serial.print(' ');  
Serial.print(now.hour(), DEC);  
Serial.print(':');  
Serial.print(now.minute(), DEC);  
Serial.print(':');  
Serial.print(now.second(), DEC);  
Serial.print(' ');  
Serial.println(pHraw);  
Serial.print("pH");  
delay(1000);
```

```
File dataFile = SD.open("datalog.csv", FILE_WRITE);
```

```
if (dataFile) {  
  dataFile.print(now.year(), DEC);  
  dataFile.print('/');  
  dataFile.print(now.month(), DEC);  
  dataFile.print('/');  
  dataFile.print(now.day(), DEC);  
  dataFile.print(' ');  
  dataFile.print(now.hour(), DEC);  
  dataFile.print(':');  
  dataFile.print(now.minute(), DEC);  
  dataFile.print(':');  
  dataFile.print(now.second(), DEC);  
  dataFile.print(' ');  
  dataFile.println(pHraw);  
  dataFile.print("pH");  
  dataFile.close();  
  delay(1000);  
  else {  
    Serial.println("error opening datalog.csv");  
  }  
}
```

LAMPIRAN B DATASHEET

a. Datasheet ARDUINO UNO

Technical Specification

EAGLE file: [arduino_datsheetence.ase.0000.gbr](#) Schematic: [arduino_0000.sch](#)

Summary

Microcontroller	ATmega328
Operating Voltage	5V
Input Voltage (recommended)	7-12V
Input Voltage (limits)	6-20V
Digital I/O Pins	14 (of which 6 provide PWM output)
Analog Input Pins	6
DC Current per I/O Pin	40 mA
DC Current for 3.3V Pin	50 mA
Flash Memory	32 KB of which 0.5 KB used by bootloader
SRAM	2 KB
EEPROM	1 KB
Clock Speed	16 MHz

the board

TX/RX Leds

"Test" Led 13

digital pins

USB Interface

External Power Supply

ATmega328

Power Led

ICSP Header

Reset Button

I2C

power pins

analog pins

Power

The Arduino Uno 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 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 Atmega328 has 32 KB of flash memory for storing code (of which 0,5 KB is used for the bootloader); It has also 2 KB of SRAM and 1 KB of EEPROM (which can be read and written with the [EEPROM library](#)).

Input and Output

Each of the 14 digital pins on the Uno 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).** Used to receive (RX) and transmit (TX) TTL serial data. These pins are connected to the corresponding pins of the ATmega8U2 USB-to-TTL Serial chip.
- **External Interrupts: 2 and 3.** 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: 3, 5, 6, 9, 10, and 11.** Provide 8-bit PWM output with the [analogWrite\(\)](#) function.
- **SPI: 10 (SS), 11 (MOSI), 12 (MISO), 13 (SCK).** These pins support SPI communication, which, although provided by the underlying hardware, is not currently included in the Arduino language.
- **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.

The Uno has 6 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 the [analogReference\(\)](#) function. Additionally, some pins have specialized functionality:

- **I²C: 4 (SDA) and 5 (SCL).** Support I²C (TWI) communication using the [Wire library](#).

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.

See also the [mapping between Arduino pins and Atmega328 pins](#)

Communication

The Arduino Uno has a number of facilities for communicating with a computer, another Arduino, or other microcontrollers. The ATmega328 provides UART TTL (5V) serial communication, which is available on digital pins 0 (RX) and 1 (TX). An ATmega8U2 on the board channels this serial communication over USB and appears as a virtual com port to software on the computer. The 8U2 firmware uses the standard USB CDC drivers, and no external driver is needed. However, on Windows, an *.inf file is required.

The Arduino software includes a serial monitor which allows simple textual data to be sent to and from the Arduino board. The RX and TX LEDs on the board will flash when data is being transmitted via the USB-to-serial chip and USB connection to the computer (but not for serial communication on pins 0 and 1).

A [SoftwareSerial library](#) allows for serial communication on any of the Uno's digital pins.

The ATmega328 also support I²C (TWI) and SPI communication. The Arduino software includes a Wire library to simplify use of the I²C bus; see the [documentation](#) for details. To use the SPI communication, please see the ATmega328 datasheet.

Programming

The Arduino Uno can be programmed with the Arduino software ([download](#)). Select "Arduino Uno w/ ATmega328" from the **Tools > Board** menu (according to the microcontroller on your board). For details, see the [reference](#) and [tutorials](#).

The ATmega328 on the Arduino Uno comes preburned with a [bootloader](#) that allows you to upload new code to it without the use of an external hardware programmer. It communicates using the original STK500 protocol ([reference](#), [C header files](#)).

You can also bypass the bootloader and program the microcontroller through the ICSP (In-Circuit Serial Programming) header; see [these instructions](#) for details.

The ATmega8U2 firmware source code is available. The ATmega8U2 is loaded with a DFU bootloader, which can be activated by connecting the solder jumper on the back of the board (near the map of Italy) and then resetting the 8U2. You can then use [Atmel's FLIP software](#) (Windows) or the [DFU programmer](#) (Mac OS X and Linux) to load a new firmware. Or you can use the ISP header with an external programmer (overwriting the DFU bootloader).



b. Datasheet BD139



BD135
BD139

NPN SILICON TRANSISTORS

Type	Marking
BD135	BD 135
BD135-10	BD135-10
BD135-16	BD135-16
BD139	BD 139
BD139-10	BD139-10
BD139-16	BD139-16

- STMicroelectronics PREFERRED SALESTYPES

DESCRIPTION

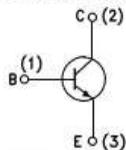
The BD135 and BD139 are silicon Epitaxial Planar NPN transistors mounted in Jedec SOT-32 plastic package, designed for audio amplifiers and drivers utilizing complementary or quasi-complementary circuits.

The complementary PNP types are BD136 and BD140 respectively.



SOT-32

INTERNAL SCHEMATIC DIAGRAM



ABSOLUTE MAXIMUM RATINGS

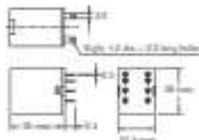
Symbol	Parameter	Value		Unit
		BD135	BD139	
V_{CBO}	Collector-Base Voltage ($I_E = 0$)	45	80	V
V_{CEO}	Collector-Emitter Voltage ($I_B = 0$)	45	80	V
V_{EBO}	Emitter-Base Voltage ($I_C = 0$)	5		V
I_C	Collector Current	1.5		A
I_{CM}	Collector Peak Current	3		A
I_B	Base Current	0.5		A
P_{tot}	Total Dissipation at $T_C \leq 25^\circ\text{C}$	12.5		W
P_{tot}	Total Dissipation at $T_{amb} \leq 25^\circ\text{C}$	1.25		W
T_{stg}	Storage Temperature	-65 to 150		$^\circ\text{C}$
T_J	Max. Operating Junction Temperature	150		$^\circ\text{C}$

Dimensions

Note: All units are in millimeters unless otherwise indicated.

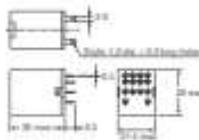
■ 2-Pole Models

MY2N



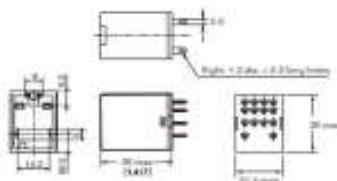
■ 4-Pole Models

MY4N

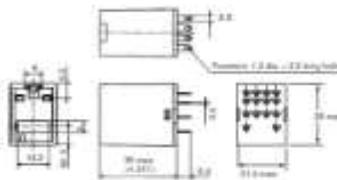


■ Models with Test Button

MY2N

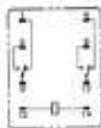


MY4N

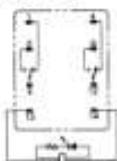


■ Terminal Arrangement/Internal Connections (Bottom View)

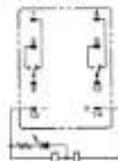
MY2



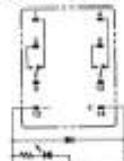
MY2N/MY2IN
(AC Models)



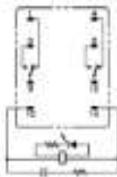
MY2N/MY2IN
(DC Models)



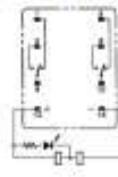
MY2N-D2/MY2IN-D2
(DC Models Only)



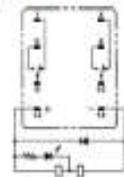
MY2N-CR/MY2IN-CR
(AC Models Only)



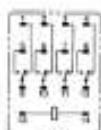
MY2IN/MY2IN1
(DC Models Only)



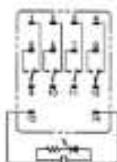
MY2IN1-D2/MY2IN1-D2
(DC Models Only)



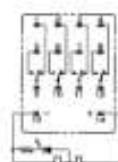
MY4(Z)



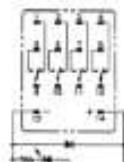
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(AC Models)



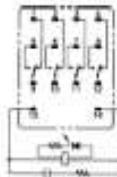
MY4(Z)N/MY4(Z)IN
(DC Models)



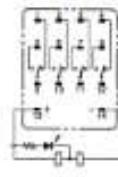
MY4(Z)N-D/MY4(Z)IN-D2
(DC Models Only)



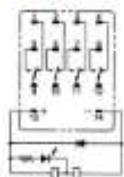
MY4(Z)N-CR/MY4(Z)IN-CR
(AC Models Only)



MY4(Z)IN1/MY4(Z)IN1
(DC Models Only)



MY4(Z)IN1-D2/MY4(Z)IN1-D2
(DC Models Only)



d. Datasheet MAX6675

Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)

General Description

The MAX6675 performs cold-junction compensation and digitizes the signal from a type-K thermocouple. The data is output in a 12-bit resolution, SPI™-compatible, read-only format.

This converter resolves temperatures to 0.25°C, allows readings as high as +1024°C, and exhibits thermocouple accuracy of 8LSBs for temperatures ranging from 0°C to +700°C.

The MAX6675 is available in a small, 8-pin SO package.

Applications

- Industrial
- Appliances
- HVAC

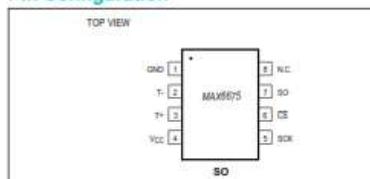
Features

- Direct Digital Conversion of Type -K Thermocouple Output
- Cold-Junction Compensation
- Simple SPI-Compatible Serial Interface
- 12-Bit, 0.25°C Resolution
- Open Thermocouple Detection

Ordering Information

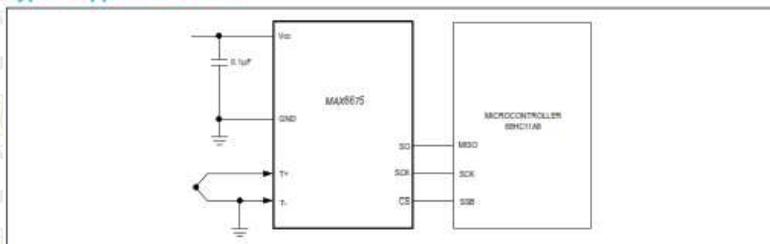
PART	TEMP RANGE	PIN-PACKAGE
MAX6675ISA	-20°C to +85°C	8 SO

Pin Configuration



SPI is a trademark of Motorola, Inc.

Typical Application Circuit



Absolute Maximum Ratings

Supply Voltage (V_{CC} to GND)	-0.3V to +6V
SO, SCK, CS, T-, T+ to GND	-0.3V to V_{CC} + 0.3V
SO Current	50mA
ESD Protection (Human Body Model)	±2000V
Continuous Power Dissipation ($T_A = +70^\circ\text{C}$)	471mW
8-Pin SO (derate 5.88mW/°C above +70°C)	471mW
Operating Temperature Range	-20°C to +85°C

Storage Temperature Range	-65°C to +150°C
Junction Temperature	+150°C
SO Package	
Vapor Phase (60s)	+215°C
Infrared (15s)	+220°C
Lead Temperature (soldering, 10s)	+300°C

Stresses beyond those listed under "Absolute Maximum Ratings" may cause permanent damage to the device. These are stress ratings only and functional operation of the device at these or any other conditions beyond those indicated in the operational sections of the specifications is not implied. Exposure to absolute maximum rating conditions for extended periods may affect device reliability.

Electrical Characteristics

($V_{CC} = +3.0\text{V}$ to +5.5V, $T_A = -20^\circ\text{C}$ to +85°C, unless otherwise noted. Typical values specified at +25°C.) (Note 1)

PARAMETER	SYMBOL	CONDITIONS	MIN	TYP	MAX	UNITS
Temperature Error		$T_{\text{THERMOCOUPLE}} = +700^\circ\text{C}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-5	+5	LSB
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-8	+6	
		$T_{\text{THERMOCOUPLE}} = 0^\circ\text{C}$ to $+700^\circ\text{C}$, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-8	+8	
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-9	+9	
		$T_{\text{THERMOCOUPLE}} = +700^\circ\text{C}$ to +1000°C, $T_A = +25^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-17	+17	
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-19	+19	
Thermocouple Conversion Constant				10.25		μV/LSB
Cold-Junction Compensation Error		$T_A = -20^\circ\text{C}$ to $+85^\circ\text{C}$ (Note 2)	$V_{CC} = +3.3\text{V}$	-3.0	+3.0	°C
			$V_{CC} = +5\text{V}$	-3.0	+3.0	
Resolution				0.25		°C
Thermocouple Input Impedance				60		kΩ
Supply Voltage	V_{CC}		3.0		5.5	V
Supply Current	I_{CC}			0.7	1.5	mA
Power-On Reset Threshold		V_{CC} rising	1	2	2.5	V
Power-On Reset Hysteresis				50		mV
Conversion Time		(Note 2)		0.17	0.22	s
SERIAL INTERFACE						
Input Low Voltage	V_{IL}				0.3 x V_{CC}	V
Input High Voltage	V_{IH}			0.7 x V_{CC}		V
Input Leakage Current	I_{LEAK}	$V_{IN} = \text{GND}$ or V_{CC}			±5	μA
Input Capacitance	C_{IN}			5		pF

e. Datasheet Termokopel Tipe K

K^{oC}

TABLE 9 Type K Thermocouple—thermoelectric voltage as a function of temperature (°C); reference junctions at 0 °C

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
-270	-6.858											-270
-260	-6.811	-6.444	-6.446	-6.448	-6.450	-6.452	-6.453	-6.455	-6.456	-6.457	-6.458	-260
-250	-6.404	-6.408	-6.413	-6.417	-6.421	-6.425	-6.429	-6.432	-6.435	-6.438	-6.441	-250
-240	-6.344	-6.351	-6.358	-6.364	-6.370	-6.377	-6.382	-6.388	-6.393	-6.399	-6.404	-240
-230	-6.262	-6.271	-6.280	-6.289	-6.297	-6.306	-6.314	-6.322	-6.329	-6.337	-6.344	-230
-220	-6.158	-6.170	-6.181	-6.192	-6.202	-6.212	-6.223	-6.233	-6.243	-6.252	-6.262	-220
-210	-6.035	-6.048	-6.061	-6.074	-6.087	-6.099	-6.111	-6.123	-6.135	-6.147	-6.158	-210
-200	-5.891	-5.907	-5.922	-5.936	-5.951	-5.965	-5.980	-5.994	-6.007	-6.021	-6.035	-200
-190	-5.730	-5.747	-5.763	-5.780	-5.797	-5.813	-5.829	-5.845	-5.861	-5.876	-5.891	-190
-180	-5.550	-5.569	-5.588	-5.606	-5.624	-5.642	-5.660	-5.678	-5.695	-5.713	-5.730	-180
-170	-5.354	-5.374	-5.395	-5.415	-5.435	-5.454	-5.474	-5.493	-5.512	-5.531	-5.550	-170
-160	-5.141	-5.163	-5.185	-5.207	-5.228	-5.250	-5.271	-5.292	-5.313	-5.333	-5.354	-160
-150	-4.913	-4.936	-4.960	-4.983	-5.006	-5.029	-5.052	-5.074	-5.097	-5.119	-5.141	-150
-140	-4.669	-4.694	-4.719	-4.744	-4.768	-4.793	-4.817	-4.841	-4.865	-4.889	-4.913	-140
-130	-4.411	-4.437	-4.463	-4.490	-4.516	-4.542	-4.567	-4.593	-4.618	-4.644	-4.669	-130
-120	-4.138	-4.165	-4.194	-4.221	-4.249	-4.276	-4.303	-4.330	-4.357	-4.384	-4.411	-120
-110	-3.852	-3.882	-3.911	-3.939	-3.968	-3.997	-4.025	-4.054	-4.082	-4.110	-4.138	-110
-100	-3.554	-3.584	-3.614	-3.645	-3.675	-3.705	-3.734	-3.764	-3.794	-3.823	-3.852	-100
-90	-3.243	-3.274	-3.306	-3.337	-3.368	-3.400	-3.431	-3.462	-3.492	-3.523	-3.554	-90
-80	-2.920	-2.953	-2.986	-3.018	-3.050	-3.083	-3.115	-3.147	-3.179	-3.211	-3.243	-80
-70	-2.587	-2.620	-2.654	-2.688	-2.721	-2.755	-2.788	-2.821	-2.854	-2.887	-2.920	-70
-60	-2.243	-2.278	-2.312	-2.347	-2.382	-2.416	-2.450	-2.485	-2.519	-2.553	-2.587	-60
-50	-1.889	-1.925	-1.961	-1.996	-2.032	-2.067	-2.103	-2.138	-2.173	-2.208	-2.243	-50
-40	-1.527	-1.564	-1.600	-1.637	-1.673	-1.709	-1.745	-1.782	-1.818	-1.854	-1.890	-40
-30	-1.156	-1.194	-1.231	-1.268	-1.305	-1.343	-1.380	-1.417	-1.453	-1.490	-1.527	-30
-20	-0.778	-0.816	-0.854	-0.892	-0.930	-0.968	-1.006	-1.043	-1.081	-1.119	-1.156	-20
-10	-0.392	-0.431	-0.470	-0.508	-0.547	-0.586	-0.624	-0.663	-0.701	-0.739	-0.778	-10
0	0.000	-0.039	-0.079	-0.118	-0.157	-0.197	-0.236	-0.275	-0.314	-0.353	-0.392	0
0	0.000	0.039	0.079	0.119	0.158	0.198	0.238	0.277	0.317	0.357	0.397	0
10	0.397	0.437	0.477	0.517	0.557	0.597	0.637	0.677	0.716	0.756	0.796	10
20	0.798	0.838	0.879	0.919	0.960	1.000	1.041	1.081	1.122	1.163	1.203	20
30	1.203	1.244	1.285	1.326	1.368	1.407	1.448	1.489	1.530	1.571	1.612	30
40	1.612	1.653	1.694	1.735	1.776	1.817	1.858	1.899	1.941	1.982	2.023	40
50	2.023	2.064	2.105	2.147	2.188	2.230	2.271	2.312	2.354	2.395	2.436	50
60	2.436	2.478	2.519	2.561	2.602	2.644	2.685	2.727	2.768	2.810	2.851	60
70	2.851	2.893	2.934	2.976	3.017	3.059	3.100	3.142	3.184	3.225	3.267	70
80	3.267	3.308	3.350	3.391	3.433	3.474	3.516	3.557	3.599	3.640	3.682	80
90	3.682	3.723	3.765	3.806	3.848	3.889	3.931	3.972	4.013	4.055	4.096	90
100	4.096	4.138	4.179	4.220	4.262	4.303	4.344	4.385	4.427	4.468	4.509	100
110	4.509	4.550	4.591	4.633	4.674	4.715	4.756	4.797	4.838	4.879	4.920	110
120	4.920	4.961	5.002	5.043	5.084	5.124	5.165	5.206	5.247	5.288	5.328	120
130	5.328	5.369	5.410	5.450	5.491	5.532	5.572	5.613	5.653	5.694	5.735	130
140	5.735	5.775	5.815	5.856	5.896	5.937	5.977	6.017	6.058	6.098	6.138	140
150	6.138	6.179	6.219	6.259	6.299	6.339	6.380	6.420	6.460	6.500	6.540	150
160	6.540	6.580	6.620	6.660	6.701	6.741	6.781	6.821	6.861	6.901	6.941	160
170	6.941	6.981	7.021	7.060	7.100	7.140	7.180	7.220	7.260	7.300	7.340	170
180	7.340	7.380	7.420	7.460	7.500	7.540	7.579	7.619	7.659	7.699	7.739	180
190	7.739	7.779	7.819	7.859	7.899	7.939	7.979	8.019	8.059	8.099	8.138	190
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C

TABLE 9 Type K Thermocouple—thermoelectric voltage as a function of temperature (°C) reference junctions at 0 °C

K^oC

°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C
Thermoelectric Voltage in Millivolts												
200	8.138	8.175	8.215	8.258	8.295	8.335	8.375	8.415	8.458	8.499	8.538	200
210	8.539	8.579	8.619	8.659	8.699	8.739	8.779	8.819	8.860	8.900	8.940	210
220	8.940	8.980	9.020	9.061	9.101	9.141	9.181	9.222	9.262	9.302	9.343	220
230	9.343	9.383	9.423	9.464	9.504	9.545	9.585	9.626	9.666	9.707	9.747	230
240	9.747	9.788	9.828	9.869	9.909	9.950	9.991	10.031	10.072	10.113	10.153	240
250	10.153	10.194	10.235	10.276	10.316	10.357	10.398	10.439	10.480	10.520	10.561	250
260	10.561	10.602	10.643	10.684	10.725	10.766	10.807	10.848	10.889	10.930	10.971	260
270	10.971	11.012	11.053	11.094	11.135	11.176	11.217	11.259	11.300	11.341	11.382	270
280	11.382	11.423	11.465	11.506	11.547	11.588	11.630	11.671	11.712	11.753	11.795	280
290	11.795	11.836	11.877	11.919	11.960	12.001	12.043	12.084	12.126	12.167	12.208	290
300	12.209	12.250	12.291	12.333	12.374	12.416	12.457	12.499	12.540	12.582	12.624	300
310	12.624	12.665	12.707	12.748	12.790	12.831	12.873	12.915	12.956	12.998	13.040	310
320	13.040	13.081	13.123	13.165	13.206	13.248	13.290	13.331	13.373	13.415	13.457	320
330	13.457	13.498	13.540	13.582	13.624	13.665	13.707	13.749	13.791	13.833	13.874	330
340	13.874	13.916	13.958	14.000	14.042	14.084	14.126	14.167	14.209	14.251	14.293	340
350	14.293	14.335	14.377	14.419	14.461	14.503	14.545	14.587	14.629	14.671	14.713	350
360	14.713	14.755	14.797	14.839	14.881	14.923	14.965	15.007	15.049	15.091	15.133	360
370	15.133	15.175	15.217	15.259	15.301	15.343	15.385	15.427	15.469	15.511	15.554	370
380	15.554	15.596	15.638	15.680	15.722	15.764	15.806	15.849	15.891	15.933	15.975	380
390	15.975	16.017	16.059	16.101	16.144	16.186	16.228	16.270	16.313	16.355	16.397	390
400	16.397	16.439	16.482	16.524	16.566	16.608	16.651	16.693	16.735	16.777	16.820	400
410	16.820	16.862	16.904	16.947	16.989	17.031	17.074	17.116	17.158	17.201	17.243	410
420	17.243	17.285	17.328	17.370	17.413	17.455	17.497	17.540	17.582	17.624	17.667	420
430	17.667	17.709	17.752	17.794	17.837	17.879	17.921	17.964	18.006	18.049	18.091	430
440	18.091	18.134	18.176	18.219	18.261	18.303	18.346	18.388	18.431	18.473	18.516	440
450	18.516	18.558	18.601	18.643	18.686	18.728	18.771	18.813	18.856	18.898	18.941	450
460	18.941	18.983	19.026	19.068	19.111	19.154	19.196	19.239	19.281	19.324	19.366	460
470	19.366	19.409	19.451	19.494	19.537	19.579	19.622	19.664	19.707	19.750	19.792	470
480	19.792	19.835	19.877	19.920	19.962	20.005	20.048	20.090	20.133	20.175	20.218	480
490	20.218	20.261	20.303	20.346	20.389	20.431	20.474	20.516	20.559	20.602	20.644	490
500	20.644	20.687	20.730	20.772	20.815	20.857	20.900	20.943	20.985	21.028	21.071	500
510	21.071	21.113	21.156	21.199	21.241	21.284	21.326	21.369	21.412	21.454	21.497	510
520	21.497	21.540	21.582	21.625	21.668	21.710	21.753	21.796	21.838	21.881	21.924	520
530	21.924	21.966	22.009	22.052	22.094	22.137	22.179	22.222	22.265	22.307	22.350	530
540	22.350	22.393	22.435	22.478	22.521	22.563	22.606	22.649	22.691	22.734	22.776	540
550	22.776	22.819	22.862	22.904	22.947	22.990	23.032	23.075	23.117	23.160	23.203	550
560	23.203	23.246	23.289	23.331	23.373	23.416	23.458	23.501	23.544	23.586	23.629	560
570	23.629	23.671	23.714	23.757	23.799	23.842	23.884	23.927	23.970	24.012	24.055	570
580	24.055	24.097	24.140	24.182	24.225	24.267	24.310	24.353	24.395	24.438	24.480	580
590	24.480	24.523	24.565	24.608	24.650	24.693	24.735	24.778	24.820	24.863	24.905	590
600	24.905	24.948	24.990	25.033	25.075	25.118	25.160	25.203	25.245	25.288	25.330	600
610	25.330	25.373	25.415	25.458	25.500	25.543	25.585	25.627	25.670	25.712	25.755	610
620	25.755	25.797	25.840	25.882	25.924	25.967	26.009	26.052	26.094	26.136	26.179	620
630	26.179	26.221	26.263	26.306	26.348	26.390	26.433	26.475	26.517	26.560	26.602	630
640	26.602	26.644	26.687	26.729	26.771	26.814	26.856	26.898	26.940	26.983	27.025	640
650	27.025	27.067	27.109	27.152	27.194	27.236	27.279	27.320	27.363	27.405	27.447	650
660	27.447	27.489	27.531	27.574	27.616	27.658	27.700	27.742	27.784	27.826	27.869	660
670	27.869	27.911	27.953	27.995	28.037	28.079	28.121	28.163	28.205	28.247	28.289	670
680	28.289	28.332	28.374	28.416	28.458	28.500	28.542	28.584	28.626	28.668	28.710	680
690	28.710	28.752	28.794	28.835	28.877	28.919	28.961	29.003	29.045	29.087	29.129	690
°C	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	°C

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Seffulloh, Aef, *Laporan PUM Pengaruh Kemiringan Talang terhadap Kinerja Sistem Hidroponik NFT*, https://www.academia.edu/10117359/Laporan_pum_pengaruh_ke_miringan_talang_terhadap_kinerja_sistem_hidroponik_nft, 20 Juli 2015
- [2] Agus, Heru, *Bertanam Sayur Hidroponik Ala Pak Tani Hydrofarm*, AgroMedia Pustaka, Jakarta 2014
- [3] Anshori, *Penuntun Pelajaran Kimia*, Ganesha Exact. Bandung 1987
- [4] Abdul Kadir, *Paduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan Arduino*, Penerbit Andi, Jogjakarta, 2012.
- [5] Robertson, Christopher R., *Fundamental Electrical an Electronics Principles*, edisi 3, Newnes 2003
- [6], *Cold-Junction-Compensated K-Thermocouple-to-Digital Converter (0°C to +1024°C)*, <http://www.maximintegrated.com/en/products/analog/sensors-and-sensor-interface/MAX6675.html>, 20 Mei 2015
- [7] Kendall, Brad. *Getting Started with Arduino A Beginners Guide*. bradkendall, 2013
- [8] Dwi, Ashiya, *Mikrokontroler ATMEGA16 dengan LCD, Undergraduate These Teknik Elektro Universitas Lampung*, 2014
- [9] Said, Hanif, *Aplikasi PLC dan Sistem Pneumatik pada Manufaktur Industri*, Andi, Yogyakarta 2012
- [10] Hartono, Rudi, *Perancangan Sistem Data Logger Temperatur Baterai Berbasis Arduino*, Buku *Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Jember*, 2009
- [11] Mahfudz, Panca, *Pembuatan Pengukur Suhu dan PH Air Tambak Menggunakan Sensor PH*, Buku *Tugas Akhir Teknik Elektro Universitas Brawijaya* 2009
- [12] Bukhori, *Unjuk Kerja dan Perhitungan Perpindahan Kalor pada Chiller MC-QUAY, Undergraduate These Teknik Elektro Universitas Gunadarma, Jakarta* 2007



Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Helda Nanda Prasetyo
TTL : Trenggalek , 4 April
1992
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : Rt 2 RW 4 Jatiprahu
Karangan Trenggalek
Telp/HP : 085234819386
E-mail : rachmadadyzakaria@
gmail.com
Hobi : Travelling, Cycling

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 1998 – 2004 : SDN 2 Jatiprahu
- 2004 – 2007 : SMPN 1 Trenggalek
- 2007 – 2010 : SMAN 1 Trenggalek
- 2012 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, Program D3
Teknik Elektro, ITS

PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek di PT. Telkom
- Warkop Cak tik.(Gebang)

PENGALAMAN ORGANISASI

- Staff Departemen Kominfo 2013-2014



Halaman ini sengaja dikosongkan

RIWAYAT HIDUP PENULIS



Nama : Alvian Yoga Aldrianto
TTL : surabaya, 18 juli 1993
Jenis Kelamin : Laki-laki
Agama : Islam
Alamat Rumah : JL.Bratang Gede 1/35
Telp/HP : 085732354613
E-mail : Alvianyoga@gmail.com
Hobi : Memancing

RIWAYAT PENDIDIKAN

- 2000 – 2006 : SD Muhammadiyah 6 Surabaya
- 2006 – 2009 : SMPN 12 Surabaya
- 2009 – 2012 : MAU PP.Amanatuk Ummah
- 2012 – sekarang : Bidang Studi Komputer Kontrol, Program D3 Teknik Elektro, ITS

PENGALAMAN KERJA

- Kerja Praktek di PT. PLN APD jatim

PENGALAMAN ORGANISASI

- Staff DPMJ HIMAD3TEKTRO 2013-2014



Halaman ini sengaja dikosongkan