



Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca
Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Unop

LAPORAN TUGAS AKHIR

Oleh

Danis Risqi Arisoni
NIM 141903102063

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTASTEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018



Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca
Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno

LAPORAN TUGAS AKHIR

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat
untuk menyelesaikan Program Studi Teknik Elektro (DIII)
dan mencapai gelar Ahli Madya (Amd)

Oleh

Danis Risqi Arisoni
NIM 141903102063

PROGRAM STUDI DIPLOMA III
JURUSAN TEKNIK ELEKTRONIKA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS JEMBER
2018

PERSEMBAHAN

Tugas akhir ini saya persembahkan untuk :

1. Ibunda Titin Malehati dan Ayahanda Achmad Maryadi tercinta sertakakak saya Dimas Rizal yang tiada henti-hentinya mereka yang telah banyak memperjuangkan, mendoakan, membimbing, mengarahkan, serta memberikan kasih sayang hingga penulis bisa selalu semangat hingga sampai detik ini.
2. Keluarga besar Ayahandadan Ibunda yang memberikan dukungan dan motivasi agar tetap semangat untuk terus berjuang demi pendidikan yang layak.
3. Guru-guruku sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater tercinta Fakultas Teknik Universitas Jember.

MOTTO

Sebelum menolong orang lain, saya harus dapat menolong diri sendiri. Sebelum menguatkan orang lain, saya harus bisa menguatkan kehidupan diri sendiri dahulu.

(Petrus Claver)

atau

Sesuatu mungkin mendatangi mereka yang mau menunggu, namun hanya didapatkan oleh mereka yang bersemangat mengejarnya

(Abraham Lincoln)

atau

Sukses bukanlah akhir dari segalanya, kegagalan bukanlah sesuatu yang fatal: namun keberanian untuk meneruskan kehidupanlah yang diperhatikan

(Sir Winston Churchill)

PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Danis Risqi Arisoni

NIM : 141903102063

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi mana pun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak mana pun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 3 Oktober 2018

Yang menyatakan,

Danis Risqi Arisoni

NIM 141903102063

TUGAS AKHIR

**Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah
Kaca Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno**

Oleh

Danis Risqi Arisoni
NIM 141903102063

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Bambang Sri Kaloko, ST., MT

Dosen Pembimbing Anggota : Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M.

PENGESAHAN

Tugas akhir yang berjudul “Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno” karya Danis Risqi Arisoni telah diuji dan disahkan pada :

hari, tanggal : Kamis, 4 Oktober 2018

tempat : Fakultas Teknik Universitas Jember

Tim Penguji:

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T
NIP 197104022003121001

Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M
NIP 196312011994021002

Penguji Utama

Penguji Anggota

Ike Fibriani, S.T., M.T.
NIP 198002072015042001

Dodi Setiabudi, S.T., M.T
NIP 198405312008121004

Mengesahkan
Dekan Fakultas Teknik,

Dr. Ir. Entin Hidayah, M.U.M.
NIP 19661215 199503 2 001

RINGKASAN

Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno; Danis Risqi Arisoni, 141903102063; 2018

Proyek akhir ini bertujuan untuk mempermudah perawatan pada sawi dapat tumbuh dengan pengaturan suhu sesuai dengan yang dibutuhkan tanaman tersebut dalam rumah kaca. Rumah kaca atau *greenhouse* adalah sebuah bangunan sebagai tempat budidaya tanaman. Rumah kaca melindungi panas dan dingin yang berlebihan. Proses penyiraman dilakukan secara otomatis sedangkan untuk suhu dan kelembaban diatur menggunakan sebuah kipas untuk menurunkan suhu jika suhu terlalu panas.

Dalam proyek akhir ini sensor yang digunakan adalah sensor DHT11 dan kelembaban tanah YL-69 yang digunakan sebagai pendeteksi suhu dan kelembaban pada rumah kaca. Nilai kelembaban dan suhu sudah diatur sedemikian rupa sehingga pada saat nilai kelembaban kurang dari nilai maka otomatis akan menghidupkan pompa air untuk menyiram tanaman dan kipas hidup untuk menurunkan suhu jika terjadi peningkatan suhu melebihi nilai tertentu. Nilai suhu dan kelembaban dapat dilihat pada LCD yang terpasang pada rumah kaca.

Proyek akhir ini diharapkan akan memberi manfaat bagi pertanian untuk meningkatkan hasil panen dan mempermudah perawatan tanaman sehingga meringankan beban dan waktu petani.

SUMMARY

Prototype of Temperature and Humidity Control in Mustard Plant Hydroponic Greenhouses Based on Arduino Uno; Danis Risqi Arisoni, 141903102063; 2018

This final project aims to facilitate the treatment of mustard greens which can be grown by adjusting the temperature according to the plants needed in the greenhouse. Greenhouses are buildings as a place to cultivate plants. Greenhouses protect excessive heat and cold. The watering process is done automatically while the temperature and humidity are regulated using a fan to reduce the temperature when the temperature is too hot.

In this final project the sensor used is a DHT11 sensor and YL-69 soil moisture which is used to detect temperature and humidity in a greenhouse. The value of humidity and temperature are set so that when the humidity value is less than the value it will automatically turn on the water pump to water the plants and the fan is on to reduce the temperature if an increase in temperature exceeds a certain value. The value of temperature and humidity can be seen on the LCD installed in a greenhouse.

This final project is expected to provide benefits for agriculture to increase crop yields and facilitate crop maintenance so as to ease the burden and time of farmers.

PRAKATA

Alhamdulillah, ucapan syukur yang tak terhingga penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulis dapat menyelesaikan Laporan Proyek Akhir dengan judul “*PURWARUPA KONTROL TEMPERATUR DAN KELEMBABAN PADA RUMAH KACA HIDROPONIK TANAMAN SAWI BERBASIS ARDUINO UNO*”.

Penulisan Proyek Akhir ini tidak dapat terlepas dari bimbingan, arahan, semangat, dan motivasi dari pihak lain dengan kerendahan hati, penulis mengucapkan rasa terima kasih sedalam-dalamnya kepada semua pihak yang telah membantu kelancaran dalam penulisan laporan proyek akhir ini, antara lain kepada :

1. Ibu Dr. Ir. Entin Hidayah, M. UM. Selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Jember.
2. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro Universitas Jember
3. Bapak Dr. Bambang Sri Kaloko, S.T., M.T. dan Prof. Dr. Ir. Bambang Sujanarko, M.M. selaku Dosen Pembimbing I dan II dalam penulisan Proyek Akhir ini.
4. Ibu Ike Fibriani, S. T., M.T. dan bapak Dodi Setiabudi, S.T., M.T. selaku Dosen Penguji I dan II dalam Proyek Akhir ini.
5. Dosen-dosen Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang juga telah membantu dalam proses penyelesaian laporan Proyek Akhir ini.
6. Para teknisi Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Jember yang telah membantu dalam proses penyelesaian proyek akhir ini.
7. Enggar Aminurdin, Muhammad Ikhsan sebagai rekan kerja dalam proyek akhir ini.
8. Semua teman-teman “KETEK” Teknik Elektro angkatan 2014 Universitas Jember yang telah membantu sejak awal perkuliahan sampai

penulisan proyek akhir ini.

9. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan Laporan Akhir masih jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu, segala kritik dan saran sangat diperlukan dari semua pihak demi kesempurnaan Laporan Akhir ini. Akhir kata penulis berharap semoga Laporan Akhir ini dapat bermanfaat.

Jember, 3 Oktober 2018

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	ii
HALAMAN MOTO.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN.....	iv
HALAMAN PEMBIMBING.....	v
HALAMAN PENGESAHAN.....	vi
RINGKASAN.....	vii
<i>SUMMARY</i>	viii
PRAKATA.....	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR TABEL.....	xiii
LAMPIRAN.....	xiv
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Tujuan	2
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Manfaat	2
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Greenhouse	3
2.2 Hidroponik	4
2.3 Sawi	9
2.4 Relay	10
2.5 Microcontroller	12
2.5.1 Spesifikasi Arduino.....	14
2.5.2 <i>Power Supply</i>	15
2.5.3 Memori.....	15
2.5.4 <i>Input dan Output (I/O)</i>	15
2.5.5 Komunikasi.....	16
2.6 Arduino IDE	17

2.7 Sensor.....	18
2.8 Sensor DHT11.....	19
2.9 Sensor <i>Soil Moisture</i> YL-69.....	21
2.10	<i>Submer</i>
<i>sible Pump</i>	22
BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN.....	24
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan.....	24
3.2 Ruang Lingkup Kegiatan.....	24
3.3 Jenis dan Sumber Data.....	25
3.4 Perancangan Desain Alat.....	25
3.5 Perancangan Sistem Elektronika.....	26
3.6 Rangkaian Elektronika Keseluruhan.....	27
3.7 Diagram Alir Keseluruhan.....	28
3.8 Perancangan Mekanik Alat.....	29
BAB 4. HASIL dan PEMBAHASAN.....	31
4.1 Diskripsi Purwarupa.....	31
4.2 Pengujian Alat Perbagian.....	33
4.2.1 Sensor Suhu DHT11.....	33
4.2.2 Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	35
4.3 Pengujian dan Analisa Penyimpanan ke Memori SD Card...	37
4.4 Pengujian Alat Secara Keseluruhan.....	38
BAB 5. KESIMPULAN dan SARAN.....	41
5.1 Kesimpulan.....	41
5.2 Saran.....	41
DAFTAR PUSTAKA.....	xv

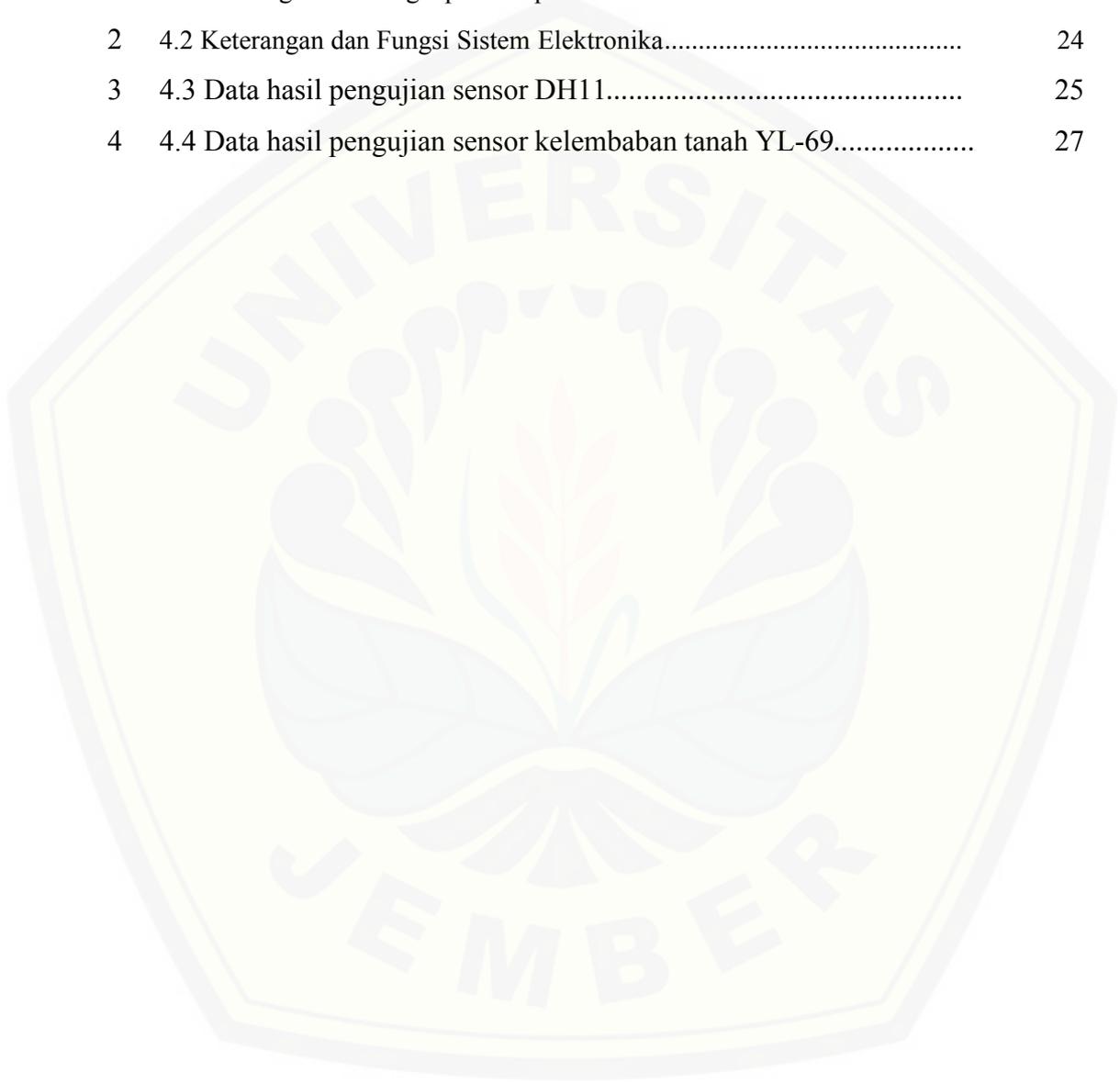


DAFTAR GAMBAR

	Halaman
1. 2.1 Hidroponik Sistem Sumbu	5
2. 2.2 Hidroponik Sistem Pasang Surut.....	6
3. 2.3 Sistem Hidroponik <i>Nutrient Film Technique</i>	7
4. 2.4 Sistem Hidroponik <i>Drip-Irrigation</i>	8
5. 2.5 Struktur Sederhana Relay.....	12
6. 2.2 Arduino Uno.....	14
7. 2.3 Arduino Ide.....	17
8. 2.4 Lembar kerja arduino IDE.....	18
9. 2.5 Sensor DHT11.....	21
10. 2.6 Sensor <i>Soil Moisture YL-69</i>	22
11. 3.1 Blok Diagram Alat.....	25
.....	
12. 3.2 Rangkaian <i>Power Supply</i>	27
13. 3.3 Rangkaian Alat keseluruhan.....	28
14. 3.4 <i>Flowchat</i> Keseluruhan Alat.....	29
15. 3.5 Desain Alat.....	30
16. 4.1 Bentuk Fisik Purwarupa Rumah Kaca.....	31
17. 4.2 Bagain Dalam Kotak Kontrol Keseluruhan.....	32
18. 4.3 Grafik Pengujian Sensor DHT11.....	34
19. 4.4 Pengujian Sensor DHT11.....	35
20. 4.5 Grafik Pengujian Sensor YL-69.....	36
21. 4.6 Pengujian Sensor Kelembaban Tanah YL-69.....	37
22. 4.7 Hasil Pengujian Penyimpanan Data ke Modul <i>SD Card</i>	37
23. 4.8 Grafik Respon Kipas Terhadap Suhu.....	38
24. 4.9 Grafik Respon Pompa Terhadap Kelembaban Tanah.....	39

DAFTAR TABEL

		Halaman
1	4.1 keterangan dan fungsi purwarupa.....	24
2	4.2 Keterangan dan Fungsi Sistem Elektronika.....	24
3	4.3 Data hasil pengujian sensor DH11.....	25
4	4.4 Data hasil pengujian sensor kelembaban tanah YL-69.....	27



BAB 1. PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan teknologi, pertanian mengalami perkembangan pada cocok tanam tanpa media tanah. Pertanian tanpa menggunakan media tanah dikenal dengan nama Hidroponik. Hidroponik berasal dari kata *hydro* dan *ponos* yang berarti daya. Dengan demikian hidroponik dapat diartikan sebagai pola cocok tanam dengan memberdayakan *rockwool* atau dapat juga menggunakan *spons* sebagai media untuk pertumbuhan tanaman. *Rockwool* atau sering disebut dengan mineral wool memiliki kemampuan menahan air dan udara dalam jumlah yang baik untuk mendukung perkembangan akar tanaman. (Sumber: Aulia Rakhman, dkk., 2015)

Faktor penting dalam budidaya tanaman sawi secara hidroponik adalah air. Penggunaan air berfungsi sebagai sumber makanan dari tanaman karena air dicampur dengan pupuk untuk pertumbuhan tanaman, faktor lain yang menunjang pertumbuhan tanaman sawi adalah suhu dan kelembaban yang sesuai. Supaya suhu dan kelembaban tetap terjaga, budidaya dilakukan dalam rumah kaca. Rumah kaca atau *greenhouse* adalah sebuah bangunan sebagai tempat budidaya tanaman. Rumah kaca terbuat dari gelas atau plastik, sinar matahari dapat langsung diterima oleh tumbuhan dalam rumah kaca. Rumah kaca melindungi panas dan dingin yang berlebihan. Secara umum sirkulasi air saat pemberian nutrisi dan pengaturan suhu dan kelembaban masih dilakukan secara manual atau terdapat campur tangan manusia. Jika saat melakukan pemberian nutrisi untuk tanaman manusia harus menyalakan pompa air secara manual dan jika suhu dan kelembaban terlalu tinggi maka menyalakan kipas. Dari uraian masalah yang ada, penulis ingin melakukan inovasi dengan membuat sebuah “Purwarupa Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada Rumah Kaca Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno”. Dalam sistem penyiraman air digunakan sensor kelembaban sedangkan untuk pengaturan temperatur menggunakan sensor suhu. Waktu pemberian nutrisi untuk pola tanam hidroponik pada sebuah model *greenhouse* secara otomatis. (Sumber: Gunawan, Marlina Sari, 2018)

1.2. Tujuan Proyek Akhir

Tujuan penulisan proposal proyek akhir ini adalah:

- a. Membuat alat kontrol pemberian nutrisi pada tanaman secara otomatis.
- b. Merancang alat kontrol suhu dan kelembaban dalam rumah kaca secara otomatis.

1.3. Manfaat Proyek Akhir

Dalam penulisan proyek akhir ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut:

- a. Diharapkan alat dapat pemberian nutrisi sesuai dengan kebutuhan tanaman.
- b. Diharapkan alat dapat mengontrol suhu dan kelembaban yang sesuai dengan pertumbuhan tanaman

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

Pada bagian ini akan menjelaskan tentang teori-teori yang mendukung pelaksanaan kegiatan pembuatan alat *prototype* kontrol temperatur dan kelembaban pada *greenhouse* hidroponik tanaman sawi berbasis arduino uno. Teori tersebut memuat komponen – komponen yang akan digunakan, antara lain

2.1. *Greenhouse*

Greenhouse merupakan merupakan suatu kebutuhan penting guna meningkatkan produktivitas atas hasil pertanian. Terutama pada budidaya tanaman sistem hidroponik. Fungsi utamanya antara lain mengatur intensitas sinar matahari terhadap tanaman, pengairan, kelembaban dan suhu udara. Bahan [greenhouse hidroponik](#) yang digunakan bisa dari kaca atau plastik. Keuntungan menggunakan *greenhouse* tanaman dapat berproduksi secara berkelanjutan dan berkesinambungan sepanjang tahun. Hal ini disebabkan pada *greenhouse* kita dapat mengatur suhu, kelembaban, tekanan udara maupun PH sedemikian rupa sesuai dengan kebutuhan. Hal ini berkaitan dengan subsistem yang berkelanjutan dalam agribisnis yaitu pengolahan/agroindustri maupun pemasaran dimana dengan produksi yang berkala maka pasokan ke pasar maupun industri selanjutnya pun bisa terpenuhi juga. Penggunaan air, pupuk maupu pestisida lebih efisien, baik dalam dosis penggunaan, waktu maupun tempat. Karena kita menggunakan polybag yang tentu sangat efektif dalam penggunaan pupuk, air dan pestisida. Resiko tanaman terserang penyakit menjadi lebih kecil karena lingkungan dalam *greenhouse* sendiri secara langsung maupun tidak telah terlindung dari lingkungan luar. Sementara itu ketika musim hujan tiba daun dan batang tanaman akan terkena siraman air hujan secara langsung. Kondisi ini sering menimbulkan masalah baru berupa pembusukan pada daun tanaman beserta batangnya. Cendawan, jamur, lumut dan tanaman pengganggu lainnya akan tumbuh subur pada musim hujan. Jika dibiarkan tentunya hama ini bisa memunculkan problem yang lebih serius. Nutrisi hidroponik yang seharusnya

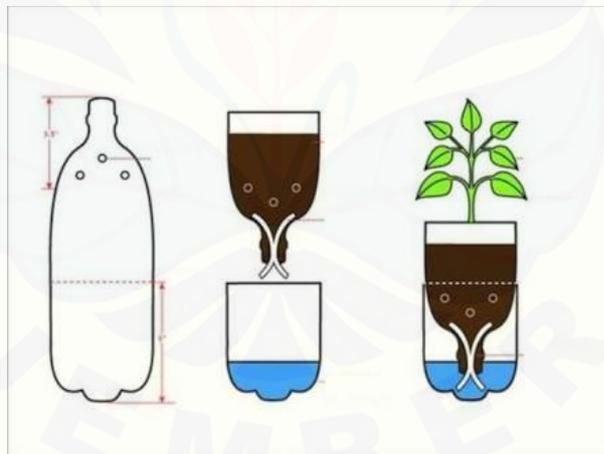
diserap oleh tanaman budidaya justru dihabiskan oleh gulma dan sejenisnya. (Sumber: Agus Margiwiyanto, 2011)

2.2.Hidroponik

Hidroponik adalah metode penanaman tanaman tanpa menggunakan media tumbuh dari tanah. Secara harafiah hidroponik berarti penanaman dalam air yang mengandung campuran hara. Dalam praktek sekarang ini, hidroponik tidak terlepas dari penggunaan media tumbuh lain yang bukan tanah sebagai penopang pertumbuhan tanaman. Sistem hidroponik merupakan cara produksi tanaman yang sangat efektif. Sistem ini dikembangkan berdasarkan alasan bahwa jika tanaman diberi kondisi pertumbuhan yang optimal, maka potensi maksimum untuk berproduksi dapat tercapai. Hal ini berhubungan dengan pertumbuhan sistem perakaran tanaman, di mana pertumbuhan perakaran tanaman yang maksimal akan menghasilkan pertumbuhan tunas atau bagian atas yang sangat tinggi. Pada sistem hidroponik, larutan nutrisi yang diberikan mengandung komposisi garam-garam organik yang berimbang untuk menumbuhkan perakaran dengan kondisi lingkungan perakaran yang ideal. (Sumber: Siti K., Parawita D., Raden S. 2017)

Sistem sumbu atau sistem hidroponik *wick* adalah jenis sistem yang mudah untuk dibuat ketika pertama kali belajar tentang hidroponik, dan / atau Anda hanya Anda inginkan untuk mendapatkan pengalaman pertama. Jenis sistem hidroponik ini juga sering digunakan oleh guru di kelas sebagai percobaan untuk anak-anak. Keduanya membantu menjelaskan bagaimana tanaman tumbuh, serta membuat mereka tertarik pada hidroponik. Biasanya menggunakan sistem sumbu dengan botol terlebih dahulu. Baru setelah mengenal hidroponik lebih jauh, dan mengenal alat-alatnya, mereka mulai menggunakan sistem yang lebih baik seperti menggunakan sistem *wick* dengan sterofoam. Kelemahan dari sebuah sistem sumbu hidroponik adalah tidak benar-benar bekerja dengan baik untuk tanaman besar yang harus minum lebih banyak air. Hanya cocok untuk tanaman tumbuh yang berbuah lebih kecil, seperti selada dan herbal. Sementara sumbu tidak menyedot (ke atas) kelembaban ke akar tanaman, semakin besar tanaman ini, semakin banyak air akan perlu diserap. Jika mereka merupakan tanaman berbuah,

mereka akan membutuhkan lebih banyak air untuk mendukung pertumbuhan semua air yang menyerap buah juga. Kelemahan lainnya dari sistem sumbu ialah tanaman tidak menyerap nutrisi dan air secara merata, dan sumbu tidak bisa memberikan apa yang akan gizi kebutuhan tanaman. Tanaman mengambil nutrisi dan air yang dibutuhkan, dan meninggalkan sisa nutrisi dalam media tumbuh. Hal ini pada akhirnya dapat menyebabkan penumpukan racun dari garam mineral dalam media tanam. Jadi pembilasan kelebihan gizi dari zona akar (media tanam) dengan air tawar biasa harus dilakukan secara teratur, seperti sekali seminggu atau lebih. Sistem wick juga menggunakan banyak bahan bisa menggunakan styrofoam atau botol plastik. Kelebihan wick dengan styrofoam: Akar bisa membesar lebih luas, lebih cepat besar tanamannya, air dalam styrofoam tidak panas karena styrofoam tidak mengantarkan panas berbeda dengan botol. Penggunaan air nutrisi jauh lebih boros karena membutuhkan air menggenang dengan jumlah banyak, jadi boros bila tidak bisa menjaga kebersihan air didalamnya, harga styrofoam lebih mahal dibandingkan dengan harga botol.

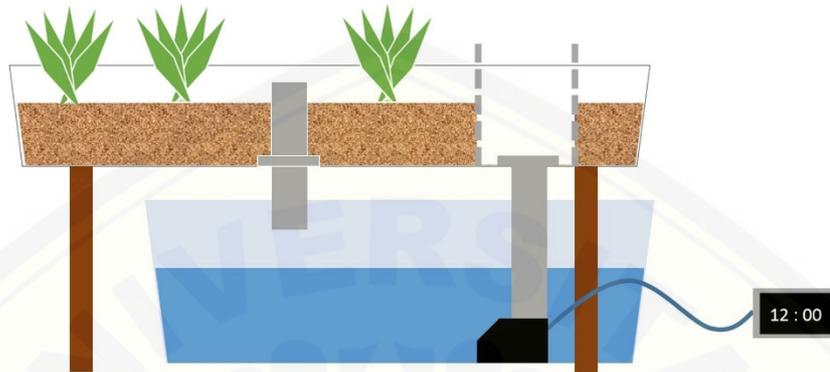


Gambar 2.1 Hidroponik Sistem Sumbu

(Sumber: <http://media-cache-ak0.pinning.com>)

Sistem hidroponik pasang surut sangat populer di kalangan petani hidroponik rumahan karena beberapa alasan. Selain kemudahannya menggunakan sistem ini, anda juga bisa menggunakan hampir segala jenis bahan yang anda punya di rumah. Jadi, anda tidak perlu menghabiskan banyak uang untuk menanam tanaman secara hidroponik. Selain itu, sistem ini juga bisa digunakan untuk segala tempat baik itu di dalam rumah maupun di luar. Bahkan, tidak ada

batasan cara untuk merancangnya pada tempat yang akan and gunakan. Selain murah dan mudah, tumbuhan juga akan tumbuh dengan baik dengan sistem pasang surut ini. Sistem pasang surut ini bekerja dengan membanjiri sistem akar tanaman dengan larutan nutrisi secara berkala dan terus menerus.



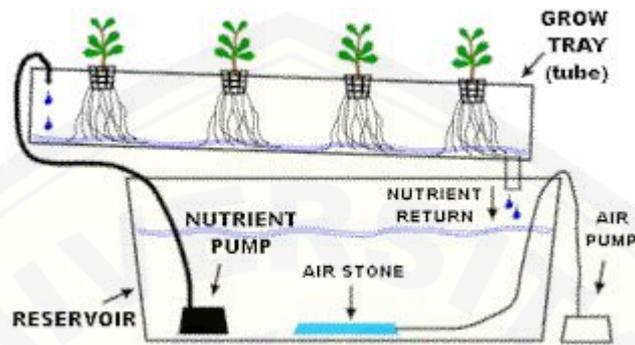
Gambar 2.2 Hidroponik Sistem Pasang Surut

(Sumber: <http://media-cache-ak0.pinning.com>)

Cara kerja sistem hidroponik pasang surut sangatlah sederhana. Bagian utama dari sistem pasang surut ini adalah wadah yang digunakan tanaman untuk tumbuh di dalamnya. Bisa jadi itu hanya satu tanaman tapi bisa juga bermacam-macam tanaman. Sebuah timer menyala pada pompa, dan air dipompa melalui pipa dari wadah sampai ke bagian utama dari sistem menggunakan pompa air atau kolam. Larutan nutrisi terus mengisi sistem hingga mencapai ketinggian tabung yang melimpah sehingga membasahi akar tanaman. Tabung yang melimpah harus dipasang sekitar 2 inci dibawah bagian atas media tanam. Ketika sistem pasang surut air melimpah melebihi tinggi tabung, itu akan mengalir kembali ke wadah dimana akan disirkulasi kembali. Tabung yang meluap menentukan level ketinggian sistem pasang surut ini dan memastikan air tidak tumpah keluar dari sistem ketika pompa menyala. Ketika pompa mati, air akan kembali ke dalam wadah melalui pompa tersebut.

Nutrient Film Technique (NFT) merupakan salah satu tipe unik dalam hidroponik yang dikembangkan pertama kali oleh Dr. A. J. Cooper di Glasshouse Crops Research Institute, Littlehampton, Inggris pada akhir tahun 1960-an dan

berkembang pada awal 1970-an secara komersial. Konsep dasar NFT ini adalah suatu metode budidaya tanaman dengan akar tanaman tumbuh pada lapisan nutrisi yang dangkal dan tersirkulasi sehingga tanaman dapat memperoleh cukup air, nutrisi, dan oksigen.



Gambar 2.3 Sistem Hidroponik *Nutrient Film Technique*
(Sumber: <http://media-cache-ak0.pinning.com>)

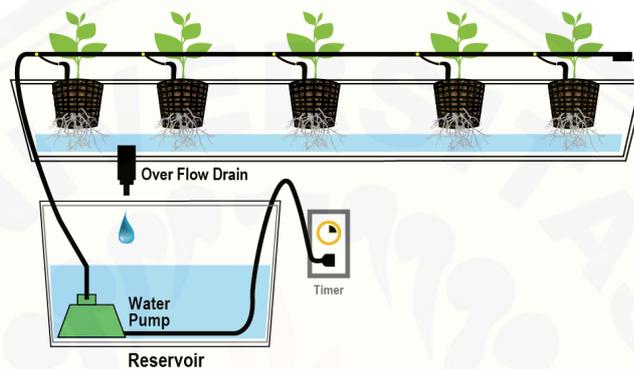
Nutrient Film Technique (NFT) memiliki aliran larutan nutrisi yang konstan/tetap sehingga tidak dibutuhkan timer untuk mengontrol pompa air. Pada sistem hidroponik ini, larutan nutrisi dipompakan ke dalam *growing tray* (tempat/keranjang/pot untuk tumbuh tanaman) yang biasanya berupa tabung dan larutan nutrisi tersebut akan mengalir melewati akar tanaman kemudian akan mengalir kembali ke bak penampungan. Umumnya tidak ada media tumbuh selain udara sehingga dapat menghemat penggantian media tumbuh setelah panen.

Pada sistem NFT, kebutuhan dasar yang harus terpenuhi adalah bed (talang), tangki penampung, dan pompa. Tangki penampung dapat memanfaatkan tempat atau tandon air. Pompa berfungsi untuk mengalirkan larutan nutrisi dari tangki penampung ke bed NFT dengan bantuan jaringan atau selang distribusi. Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam NFT adalah kemiringan talang (1-5%) untuk pengaliran larutan nutrisi, kecepatan aliran mask tidak boleh terlalu cepat (dapat diatur oleh pembukaan kran berkisar 0,3 – 0,75 liter/menit), dan lebar talang yang memadai untuk menghindari terbenyungnya larutan nutrisi.

Beberapa keuntungan pemakaian NFT antara lain dapat memudahkan pengendalian daerah perakaran tanaman, kebutuhan air dapat terpenuhi dengan baik dan mudah, keseragaman nutrisi dan tingkat konsentrasi larutan nutrisi yang

dibutuhkan oleh tanaman dapat disesuaikan dengan umur dan jenis tanaman, tanaman dapat diusahakan beberapa kali dengan periode tanam yang pendek,. Namun, NFT mempunyai beberapa kelemahan seperti investasi dan biaya perawatan yang mahal, sangat tergantung terhadap energy listrik, dan penyakit yang menjangkiti tanaman akan dengan cepat menlar ke tanaman lain.

Drip System



Gambar 2.4 Sistem Hidroponik *Drip-Irrigation*
(Sumber: <http://media-cache-ak0.pinimg.com>)

Drip-Irrigation, juga dikenal sebagai irigasi tetes atau irigasi mikro atau irigasi lokal, adalah metode irigasi yang menghemat air dan pupuk dengan membiarkan air menetes perlahan ke akar tanaman, baik ke permukaan tanah atau langsung ke bagian akar, melalui jaringan katup, pipa, tabung, dan emitter. Hal ini dilakukan melalui tabung sempit yang memberikan air langsung ke dasar tanaman. Dengan demikian, kerugian (kehilangan air) seperti perkolasi, run off, dan evapotranspirasi bisa diminimalkan sehingga efisiensinya tinggi. Irigasi tetes dapat dibedakan menjadi 2 yaitu irigasi tetes dengan pompa dan irigasi tetes dengan gaya gravitasi. Irigasi tetes dengan pompa yaitu irigasi tetes yang sistem penyaluran air diatur dengan pompa. Irigasi tetes pompa ini umumnya memiliki alat dan perlengkapan yang lebih mahal daripada sistem irigasi gravitasi. Irigasi tetes dengan sistem gravitasi yaitu irigasi tetes dengan menggunakan gaya gravitasi dalam penyaluran air dari sumber. (Sumber: Siti K., Parawita D., Raden S. 2017)

2.3. Sawi

Sawi/caisin (*Brassica juncea* L. Coss) merupakan salah satu komoditas tanaman hortikultura dari jenis sayur sayuran yang di manfaatkan daun-daun yang masih muda. Daun sawi sebagai makanan sayuran memiliki macam-macam manfaat dan kegunaan dalam kehidupan masyarakat sehari-hari. Sawi selain dimanfaatkan sebagai bahan makanan sayuran, juga dapat dimanfaatkan untuk pengobatan (terapi bermacam-macam penyakit). Selain itu sawi juga digemari oleh konsumen karena memiliki kandungan pro-vitamin A dan asam askorbat yang tinggi. Ada dua jenis caisin/sawi yaitu sawi putih dan sawi hijau. Keduanya dapat tumbuh di dataran rendah sampai dataran tinggi.

Sawi pada umumnya banyak ditanam di dataran rendah. Tanaman ini selain tahan terhadap suhu panas (tinggi) juga mudah berbunga dan menghasilkan biji secara alami pada kondisi iklim tropis Indonesia. Daerah asal tanaman sawi diduga dari Tiongkok (Cina) dan Asia Timur, konon didaerah Cina, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu, kemudian menyebar luas ke Filipina dan Taiwan. Masuknya sawi kewilayah Indonesia diduga pada abad XIX. Bersamaan dengan lintas perdagangan jenis sayuran sub-tropis lainnya, terutama kelompok kubis-kubisan. Daerah pusat penyebaran sawi antara lain Cipanas (Bogor), Lembang, Pengalengan, Malang dan Tosari. Terutama daerah yang mempunyai ketinggian diatas 1.000 meter dari permukaan laut. Suhu udara maksimal yang dibutuhkan tanaman sawi berkisar 20 °C – 26 °C. Kelembaban yang sesuai untuk memkasimalkan pertumbuhan tanaman adalah 80% - 90% RH.

Tanaman sawi memiliki akar tunggang dan akar bercabang membentuk bulat panjang yang menyebar ke permukaan tanah, akar ini dapat menembus ke tanah sedalam 30-50 cm. Hal ini berfungsi untuk menyerap unsur air dan zat makanan dari dalam tanah. Memiliki batang pendek dan beruas, sehingga tidak kelihatan. Batang tanaman ini berfungsi untuk menopang atau menyangga berdirinya daun sawi. Sawi juga memiliki daun yang sangat halus , dan tidak berbulu serta memiliki tangkai yang berbentuk pipih. Memiliki daun berbentuk lonjong dan bulat, lebar berwarna hijau muda dan tua. Serta tidak memiliki bulu. Daun pada tanaman ini memiliki tangkai daun panjang dan pendek, sempit atau lebar berwrna

putih hingga berwarna hijau, bersifat kuat dan halus. Memiliki bunga yang memanjang dan juga bercabang banyak. Tanaman ini memiliki bunga yang terdiri dari empat kelopak daun, empat mekahota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah pitik berongga dua. Penyerbukan tanaman ini di bantu dengan angin dan binatang kecil sekitar. Memiliki buah bulat atau lonjong, berwarna keputihan hingga kehijauan, dan tiap satu buah memiliki biji 2-8 butir biji. Biji tanaman sawi berbentuk bulat kecil berwarna coklat hingga kehitaman, memiliki permukaan licin, mengkilap, keras dan juga berlendir. (Sumber: Agus Margiwiyanto, 2011)

2.4. Relay

Relay adalah suatu peranti yang bekerja berdasarkan elektromagnetik untuk menggerakkan sejumlah kontaktor yang tersusun atau sebuah saklar elektronis yang dapat dikendalikan dari rangkaian elektronik lainnya dengan memanfaatkan tenaga listrik sebagai sumber energinya. Kontaktor akan tertutup (menyala) atau terbuka (mati) karena efek induksi magnet yang dihasilkan kumparan (induktor) ketika dialiri arus listrik. Berbeda dengan saklar, pergerakan kontaktor (on atau off) dilakukan manual tanpa perlu arus listrik. Relay yang paling sederhana ialah relay elektromekanis yang memberikan pergerakan mekanis saat mendapatkan energi listrik. Secara sederhana relay elektromekanis ini didefinisikan sebagai berikut.

- a). Alat yang menggunakan gaya elektromagnetik untuk menutup atau membuka kontak saklar.
- b). Saklar yang digerakkan secara mekanis oleh daya atau energi listrik.

Sebagai komponen elektronika, relay mempunyai peran penting dalam sebuah sistem rangkaian elektronika dan rangkaian listrik untuk menggerakkan sebuah perangkat yang memerlukan arus besar tanpa terhubung langsung dengan perangkat pengendali yang mempunyai arus kecil. Dengan demikian relay dapat berfungsi sebagai pengaman.

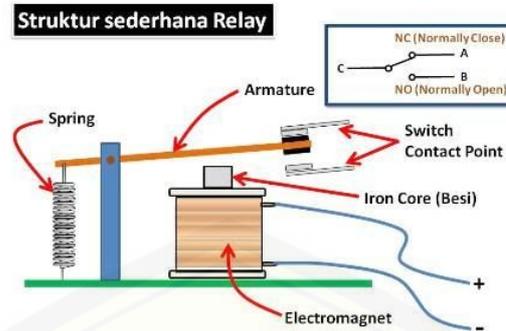
Relay terdiri dari 3 bagian utama, yaitu:

- 1) *Common*, merupakan bagian yang tersambung dengan Normally Close (dalam keadaan normal).
- 2) Koil (kumparan), merupakan komponen utama relay yang digunakan untuk menciptakan medan magnet.
- 3) Kontak, yang terdiri dari *Normally Close* dan *Normally Open*.

Penggunaan relay perlu memperhatikan tegangan pengontrolnya serta kekuatan relay men-*switch* arus/tegangan. Biasanya ukuran tertera pada *body* relay. Misalnya relay 12VDC/4 A 220V, artinya tegangan yang diperlukan sebagai pengontrolnya adalah 12Volt DC dan mampu men-*switch* arus listrik (maksimal) sebesar 4 ampere pada tegangan 220 Volt. Sebaiknya relay difungsikan 80% saja dari kemampuan maksimalnya agar aman, lebih rendah lagi lebih aman. Relay jenis lain ada yang namanya reedswitch atau relay lidi. Relay jenis ini berupa batang kontak terbuat dari besi pada tabung kaca kecil yang dililitin kawat. Pada saat lilitan kawat dialiri arus, kontak besi tersebut akan menjadi magnet dan saling menempel sehingga menjadi saklar yang *on*. Ketika arus pada lilitan dihentikan medan magnet hilang dan kontak kembali terbuka (*off*).

Relay merupakan komponen listrik yang memiliki prinsip kerja magnet dengan induksi listrik. Relay terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut.

- 1) *Coil* atau Kumparan, merupakan gulungan kawat yang mendapat arus listrik. adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*.
- 2) *Contact* atau Penghubung, adalah sejenis saklar yang pergerakannya tergantung dari ada tidaknya arus listrik di *coil*. *Contact* ada 2 jenis : *Normally Open* (kondisi awal sebelum diaktifkan *open*), dan *Normally Closed* (kondisi awal sebelum diaktifkan *close*).



Gambar 2.5 Struktur Sederhana Relay
(Sumber : www.produksielektronik.com)

Cara kerja relay adalah sebagai berikut :

- 1) Saat *Coil* mendapatkan energi listrik (*energized*) akan menimbulkan gaya elektromagnetik.
- 2) Gaya magnet yang ditimbulkan akan menarik plat/lengan kontak (*armature*) berpegas (bersifat berlawanan), sehingga menghubungkan 2 titik *contact*.

2.5. *Microcontroller*

Mikrokontroler adalah sebuah sistem komputer fungsional dalam sebuah chip. Di dalamnya terkandung sebuah inti prosesor, memori (sejumlah kecil RAM, memori program, atau keduanya), dan perlengkapan *input output*. Dengan kata lain, mikrokontroler adalah suatu alat elektronika digital yang mempunyai masukan dan keluaran serta kendali dengan program yang bisa ditulis dan dihapus dengan cara khusus, cara kerja mikrokontroler sebenarnya membaca dan menulis data. Mikrokontroler merupakan komputer didalam chip yang digunakan untuk mengontrol peralatan elektronik, yang menekankan efisiensi dan efektifitas biaya. Secara harfiahnya bisa disebut “pengendali kecil” dimana sebuah sistem elektronik yang sebelumnya banyak memerlukan komponen-komponen pendukung seperti IC TTL dan CMOS dapat direduksi/diperkecil dan akhirnya terpusat serta dikendalikan oleh mikrokontroler ini.

Arduino merupakan rangkaian elektronik yang bersifat *open source*, serta memiliki perangkat keras dan lunak yang mudah untuk digunakan. Arduino dapat

mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. Arduino mempunyai banyak jenis, di antaranya Arduino Uno, Arduino Mega 2560, Arduino Fio, dan lainnya.

Arduino Uno adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis ATmega328. Arduino memiliki 14 pin *input/output* yang mana 6 pin dapat digunakan sebagai *output* PWM, 6 analog *input*, *crystal* osilator 16 MHz, koneksi USB, jack power, kepala ICSP, dan tombol reset. Arduino mampu *support* mikrokontroler; dapat dikoneksikan dengan komputer menggunakan kabel USB

Arduino memiliki kelebihan tersendiri disbanding board mikrokontroler yang lain selain bersifat *open source*, arduino juga mempunyai bahasa pemrogramannya sendiri yang berupa bahasa C. Selain itu dalam *board* arduino sendiri sudah terdapat *loader* yang berupa USB sehingga memudahkan kita ketika kita memprogram mikrokontroler didalam arduino. Sedangkan pada kebanyakan *board* mikrokontroler yang lain yang masih membutuhkan rangkaian *loader* terpisah untuk memasukkan program ketika kita memprogram mikrokontroler. Port USB tersebut selain untuk *loader* ketika memprogram, bisa juga difungsikan sebagai port komunikasi serial.

Bahasa pemrograman arduino merupakan bahasa C yang sudah disederhanakan syntax bahasanya sehingga mempermudah kita dalam mempelajari dan mendalami mikrokontroler.



Gambar 2.6 Arduino Uno

2.5.1 Berikut adalah spesifikasi yang terdapat pada aduino uno:

- a) *IC Microcontroller* yang digunakan ATmega 328
- b) Tegangan operasi 5V
- c) Tegangan *input* 7V sampai 12V
- d) Batas tengeran *input* 6V sampai 20V
- e) *Digital pin I/O*: 14 (6 PWM *output*)
- f) *Analog pin*: 6
- g) DC *current* per I/O pin 40 mA
- h) DC *current* untuk pin 3.3V 50 mA
- i) *Flash memory* 32 KB (ATmega 328) of which 0.5 KB used by bootloader
- j) SRAM 2 KB (ATmega 328)
- k) EEPROM 1 KB (ATmega 328)
- l) *Clock speed* 16 MHz
- m) *Length* 68.6 mm
- n) *Width* 53.4 mm
- o) *Weight* 25 g

2.5.2 Power Supply

Arduino dapat diberikan *power* melalui koneksi USB atau *power supply*. *Power* dipilih secara otomatis. *Power supply* dapat menggunakan adaptor DC atau baterai. Adaptor dapat dikoneksikan dengan mencolok *jack* adaptor pada koneksi port *input supply*. *Board* arduino dapat dioperasikan menggunakan *supply* dari luar sebesar 6 – 20 volt. Jika *supply* kurang dari 7V, kadangkala pin 5V akan menyuplai kurang dari 5 volt dan *board* bisa menjadi tidak stabil. Jika menggunakan lebih dari 12 V, tegangan di regulator bisa menjadi sangat panas dan menyebabkan kerusakan pada *board*. Rekomendasi tegangan ada pada 7 sampai 12 volt.

2.5.3 Memori

ATmega328 memiliki 32 KB flash memori untuk menyimpan kode, juga 2 KB yang digunakan untuk bootloader. ATmega328 memiliki 2 KB untuk SRAM dan 1 KB untuk EEPROM.

2.5.4 Input dan Output (I/O)

Setiap 14 pin digital pada arduino dapat digunakan sebagai *input* atau *output*, menggunakan fungsi *pinMode()*, *digitalWrite()*, dan *digitalRead()*. *Input/output* dioperasikan pada 5 volt. Setiap pin dapat menghasilkan atau menerima maksimal 40 mA dan memiliki *internal pull - up* resistor (*disconnected* oleh *default*) 20-50K Ohm.

Beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- a) *Serial*: 0 (RX) dan 1 (TX). Digunakan untuk menerima (RX) dan mengirimkan (TX) TTL data serial. Pin ini dihubungkan ke pin yang berkaitan dengan chip Serial ATmega8U2 USB-to-TTL.
- b) *Eksternal menyela*: 2 dan 3. Pin ini dapat dikonfigurasi untuk memicu *interrupt* pada nilai yang rendah, dengan batasan tepi naik atau turun, atau perubahan nilai. Lihat (*attachInterrupt*) fungsi untuk rincian lebih lanjut.
- c) *PWM*: 3, 5, 6, 9, 10, dan 11. Menyediakan *output* PWM 8-bit dengan fungsi *analogWrite ()*.

- d) *SPI*: 10 (SS), 11 (Mosi), 12 (MISO), 13 (SCK). Pin ini mendukung komunikasi SPI menggunakan *SPI library*.
- e) *LED*: 13. Ada *built - in LED* terhubung ke pin digital 13. Ketika pin bernilai nilai *HIGH*, *LED* on, ketika pin bernilai *LOW*, *LED* off.

Arduino uno memiliki 6 masukan analog, berlabel A0 sampai dengan A5, yang masing-masing menyediakan 10 bit dengan resolusi (yaitu 1024 nilai yang berbeda).

Beberapa pin memiliki fungsi khusus:

- a) *I2C*: A4 (*SDA*) dan A5 (*SCL*). Dukungan *I2C* (*TWI*) komunikasi menggunakan perpustakaan *Wire*.
- b) *Ref*. Tegangan referensi (0 sampai 5V saja) untuk *input* analog. Digunakan dengan fungsi *analogReference ()*.
- c) *Reset*. Bawa baris ini *LOW* untuk me-reset mikrokontroler.

2.5.5 Komunikasi

Uno Arduino memiliki sejumlah fasilitas untuk berkomunikasi dengan komputer, Arduino lain, atau mikrokontroler lainnya. ATmega328 menyediakan UART TTL (5V) untuk komunikasi serial, yang tersedia di pin *digital* 0 (RX) dan 1 (TX). Sebuah ATmega8U2 sebagai saluran komunikasi serial melalui USB dan sebagai port virtual com untuk perangkat lunak pada komputer. *Firmware* '8 U2 menggunakan driver USB standar COM, dan tidak ada driver eksternal yang diperlukan. Namun, pada Windows diperlukan, sebuah file inf. Perangkat lunak Arduino terdapat monitor serial yang memungkinkan digunakan memonitor data tekstual sederhana yang akan dikirim ke atau dari board Arduino. LED RX dan TX di papan tulis akan berkedip ketika data sedang dikirim melalui chip USB-to-serial dengan koneksi USB ke komputer (tetapi tidak untuk komunikasi serial pada pin 0 dan 1).

Pada arduino *software* (IDE) terdapat monitor serial yang memudahkan data *textual* untuk dikirim menuju arduino atau keluar dari arduino. Lampu led TX dan RX akan menyala berkedip-kedip ketika ada data yang ditransmisikan melalui chip FTDI USB *to serial* via kabel USB ke komputer. Untuk menggunakan

komunikasi serial dari digital pin, Chip ATmega328 dan ATmega168 juga mendukung komunikasi I2C (TWI) dan SPI. Di dalam arduino *software* (IDE) sudah termasuk *wire library* untuk memudahkan anda menggunakan bus I2C.

(Sumber: <http://arduino.cc/en/Tutorial/HomePage>)

2.6. Arduino IDE

Arduino IDE adalah perangkat lunak (*software*) yang bisa digunakan untuk pemrograman mikrokontroler. Perangkat lunak ini berupa algoritma kerja dari suatu alat yang berbentuk *listing* program yang ditanamkan ke dalam mikrokontroler. Gambar 2.5 merupakan tampilan awal dari arduino IDE yang berjalan pada operasi sistem windows. *Source code* yang telah dibuat kemudian diubah oleh *compiler* menjadi bahasa mesin yang dimengerti oleh mikrokontroler. Bahasa mesin tersebut terdapat pada file dengan bentuk format .cpp. hex yang kemudian program tersebut dikirim ke dalam board Arduino langsung dengan perintah *upload* (Sumber:).

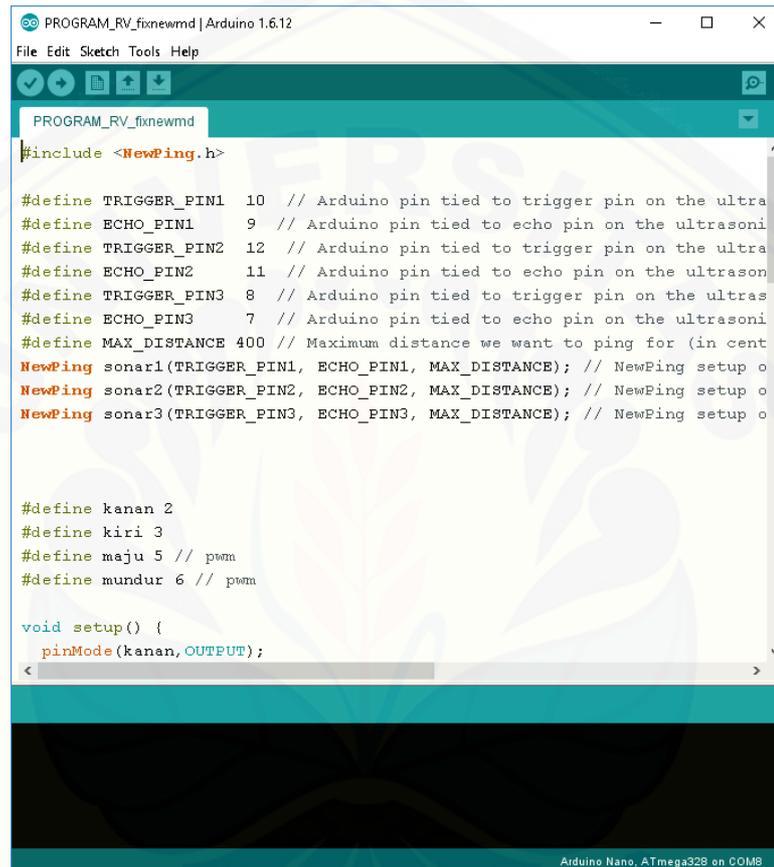


Gambar 2.7 Arduino Ide

Arduino IDE dapat digunakan pada operasi Windows pada komputer dengan sistem minimum sekalipun tanpa harus membutuhkan spesifikasi komputer yang tinggi. Didalam arduino terdapat *library* yang berisi dari gabungan *script* sehingga kita dapat meringkas *script*.

Arduino IDE menghasilkan sebuah file berformat hex yang akan didownload pada papan arduino atau papan sistem mikrokontroler lainnya. Ini

mirip dengan Microsoft Visual Studio, Eclipse IDE, atau Netbeans. Lebih mirip lagi adalah IDE semacam code, blocks, CodeLite atau Anjuta yang mempermudah untuk menghasilkan file program. Bedanya semua IDE tersebut menghasilkan program dari kode bahasa C (dengan GNU GCC) sedangkan arduino *software* (arduino IDE) menghasilkan file hex dari baris kode yang dinamakan sketch.



```
PROGRAM_RV_fixnewmd | Arduino 1.6.12
File Edit Sketch Tools Help
PROGRAM_RV_fixnewmd
#include <NewPing.h>

#define TRIGGER_PIN1 10 // Arduino pin tied to trigger pin on the ultra
#define ECHO_PIN1 9 // Arduino pin tied to echo pin on the ultrasoni
#define TRIGGER_PIN2 12 // Arduino pin tied to trigger pin on the ultra
#define ECHO_PIN2 11 // Arduino pin tied to echo pin on the ultrason
#define TRIGGER_PIN3 8 // Arduino pin tied to trigger pin on the ultras
#define ECHO_PIN3 7 // Arduino pin tied to echo pin on the ultrasoni
#define MAX_DISTANCE 400 // Maximum distance we want to ping for (in cent
NewPing sonar1(TRIGGER_PIN1, ECHO_PIN1, MAX_DISTANCE); // NewPing setup o
NewPing sonar2(TRIGGER_PIN2, ECHO_PIN2, MAX_DISTANCE); // NewPing setup o
NewPing sonar3(TRIGGER_PIN3, ECHO_PIN3, MAX_DISTANCE); // NewPing setup o

#define kanan 2
#define kiri 3
#define maju 5 // pwm
#define mundur 6 // pwm

void setup() {
  pinMode(kanan, OUTPUT);
}
```

Gambar 2.8 Lembar kerja arduino IDE

2.7. Sensor

Sensor adalah sebuah sistem elektronika, sebuah sirkuit harus bisa menerima suatu masukan misalnya suhu, kelembaban dan lain – lain yang akan diubah menjadi energi listrik dan di proses untuk menghasilkan sebuah keluaran atau masukan, secara umum komponen yang dipilih untuk kondisi tersebut adalah sensor dan *transducer*. Kata *transducer* adalah istilah untuk sebuah atau dua buah sensor yang dapat mendeteksi atau merasakan perubahan lingkungan di sekitar

misalkan panas, perubahan posisi, sinyal listrik, radiasi atau medan magnet dan lain – lain. Dalam sebuah sensor secara umum terdapat komponen akuator.

Secara fungsi sensor adalah komponen masukan atau keluaran dalam rangkaian elektronika yang dapat merasakan atau mendeteksi perubahan lingkungan sekitar dan menghasilkan keluaran sesuai fungsinya. Misalkan sensor temperature atau panas dan sensor tekanan, sensor jenis ini mengubah masukan menjadi sinyal listrik sedangkan komponen yang menghasilkan keluaran disebut akuator.

Masukan dari sensor berupa mekanik atau berupa bentuk energi tertentu lalu diubah menjadi sinyal masukan yang berupa sinyal listrik. Transduser dan sensor menghasilkan tegangan atau sinyal keluaran setelah mengalami proses sesuai tujuan sensor tersebut. Sinyal masukan pada sensor sebanding dengan perubahan kuantitas yang di deteksi atau diukur oleh sensor. Jenis atau jumlah sinyal keluaran menyesuaikan pada jenis sensor yang digunakan. Semua jenis sensor dapat dikelompokkan dalam dua jenis sensor pasif dan aktif.

Secara umum sensor aktif membutuhkan catu daya dari luar untuk mengoperasikan (sinyal pemicu). Sinyal pemicu digunakan sensor untuk memproduksi atau menghasilkan sinyal keluaran. Sensor pasif tidak membutuhkan sumber energi atau daya tambahan dan langsung menghasilkan listrik dalam mendeteksi perubahan atau pemicu dari luar. (Sumber: Gunawan dan Marlina Sari, 2018)

2.8. Sensor DHT11

Sensor DHT11 merupakan perangkat yang berperan dalam pengindraan derajat panas udara dan kadar air pada udara. Sensor ini termasuk kategori *smart sensor* yang memiliki ADC dan *microcontroller* terintegrasi dalam kemasan sensor. Berdasarkan *datasheet*, sensor ini telah melalui kalibrasi di laboratorium termal. Koefisien kalibrasi disimpan dalam *OTP program memory*, sehingga ketika sensor bekerja dan menghasilkan keluaran sinyal listrik, secara otomatis dilakukan berapa derajat suhu udara dan berapa persen kelembaban yang terukur. Pada pengukuran suhu data yang dihasilkan 14 bit, sedangkan untuk kelembaban

data yang dihasilkan 12 bit. Keluaran dari DHT11 adalah digital sehingga untuk mengaksesnya diperlukan pemrograman dan tidak diperlukan pengkondisi sinyal atau ADC. Sistem sensor yang digunakan untuk mengukur suhu dan kelembaban adalah DHT11 dengan sumber tegangan 5 Volt dan komunikasi bidirectional 2-wire. Sistem sensor ini mempunyai 1 jalur data yang digunakan untuk perintah pengalamatan dan pembacaan data. Pengambilan data untuk masing-masing pengukuran dilakukan dengan memberikan perintah pengalamatan oleh mikrokontroler. Kaki serial Data yang terhubung dengan mikrokontroler memberikan perintah pengalamatan pada pin Data DHT11 "0000101" untuk mengukur kelembaban relatif dan "0000011" untuk pengukuran temperatur. DHT11 memberikan keluaran data kelembaban dan temperatur pada pin Data secara bergantian sesuai dengan clock yang diberikan mikrokontroler agar sensor dapat bekerja. Sensor DHT11 memiliki ADC (*Analog to Digital Converter*) di dalamnya sehingga keluaran data DHT11 sudah terkonversi dalam bentuk data digital dan tidak memerlukan ADC eksternal dalam pengolahan data pada mikrokontroler.

DHT11 termasuk sensor yang memiliki kualitas terbaik, dinilai dari respon, pembacaan data yang cepat, dan kemampuan anti-interference. Ukurannya yang kecil, dan dengan transmisi sinyal hingga 20 meter, membuat produk ini cocok digunakan untuk banyak aplikasi-aplikasi pengukuran suhu dan kelembaban. (Sumber: Arief Hendra Saptadi, 2014)

Gambar 2.9 Sensor DHT11



2.9. Sensor Soil Moisture YL-69

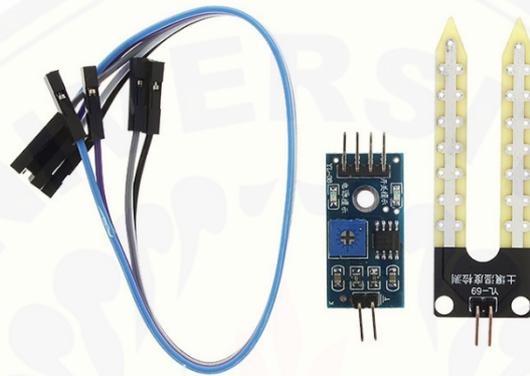
Modul pendeteksi kelembapan / kadar air dalam tanah (*soil moisture sensor*), atau sering disebut "*soil hygrometer sensor*" atau "*soil humidity sensor/detector*" (sebenarnya secara linguistik kedua sebutan terakhir kurang tepat) ini menggunakan moisture probe tipe YL-69 yang diproses IC pembanding offset rendah LM393 (*low offset voltage comparator* dengan offset masukan lebih rendah dari 5mV) yang sangat stabil dan presisi. Dapat digunakan untuk mendeteksi kadar air dalam tanah, yang kemudian bisa menjadi acuan dalam sistem pengairan / penyiraman tanaman secara otomatis. Cukup tancapkan lempeng pendeteksi kelembapan (*moisture sensing probe*) ke dalam tanah (isolasikan koneksi pin header dengan kabel dengan lilitan selotip kedap air, akan lebih bagus bila menggunakan heat-shrink tube). Sensitivitas pendeteksian dapat diatur dengan memutar potensiometer yang terpasang di modul pemroses.

Sensor ini dapat digunakan tanpa mikrokontroler karena pin keluaran digital (*digital pin output*) dapat disambungkan langsung rangkaian switch (misalnya kombinasi transistor dan relay untuk menyalakan pompa air, dsb.) Untuk pendeteksian secara presisi menggunakan mikrokontroler / Arduino, dapat menggunakan pin keluaran analog (sambungkan dengan pin ADC / *Analog-Input* pada mikrokontroler) yang akan memberikan nilai kelembapan pada skala 0V (relatif terhadap GND) hingga Vcc (tegangan catu daya). Modul pemroses dapat menggunakan catu daya antara 3,3 Volt hingga 5 Volt sehingga fleksibel untuk digunakan pada berbagai macam *microcontroller/development board* (Sumber: Gunawan, Marlina Sari, 2018)

Spesifikasi sensor *soil moisture* YL-69 sebagai berikut:

- a) Sensitif dapat diatur melalui potensiometer.
- b) Catu daya fleksibel antara 3.3 V hingga 5 V DC.
- c) Keluaran tipe analog dapat dibaca akurat dari tingkat kelembaban yang terdeteksi.
- d) Keluaran digital akan bernilai logika *high* saat kelembaban rendah (tanah kering), atau sebaliknya bernilai *low* saat terdeteksi melewati ambang batas.

- e) Tersedia lubang skrup untuk mempermudah pemasangan papan pemroses.
- f) Ukuran PCB modul yang kecil sebesar 30 x 16 mm.
- g) Tersedia indikator *LED* untuk kondisi nyala berwarna merah dan status keluaran berwarna hijau.
- h) Pemroses menggunakan IC komparator LM393 yang stabil, akurat, dan cepat dalam memproses data.



Gambar 2.10 Sensor *Soil Moisture* YL-69

(Sumber: www.fasttech.com)

2.9. Submersible pump

Submersible pump disebut juga dengan electric submersible pump (ESP) adalah pompa yang dioperasikan di dalam air dan akan mengalami kerusakan jika dioperasikan dalam keadaan tidak terdapat air terus-menerus. Jenis pompa ini mempunyai tinggi minimal air yang dapat dipompa dan harus dipenuhi ketika bekerja agar *life time* pompa tersebut lama. Pompa jenis ini bertipe pompa sentrifugal. Pompa sentrifugal sendiri prinsip kerjanya mengubah energi kinetis (kecepatan) cairan menjadi energi potensial (dinamis) melalui suatu impeller yang berputar dalam *casing*. Prinsip kerja pompa jenis ini berbeda dengan jenis Jet Pump. Jika pompa yang saya sebut terakhir bekerja dengan cara menyedot air, jenis pompa submersible bekerja dengan mendorong air ke permukaan. Tegangan masukan yang dibutuhkan sebesar 12 volt DC dengan daya sebesar 50 Hz, 25 W. (Sumber: Gunawan, Marlina Sari . 2018)



BAB 3. METODE PELAKSANAAN KEGIATAN

Pada bab ini berisi mengenai tempat dan waktu, ruang lingkup, jenis dan sumber data, serta dalam metode pengumpulan data.

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Pembuatan proyek akhir yang berjudul “*Prototype* Kontrol Temperatur dan Kelembaban Pada *Greenhouse* Hidroponik Tanaman Sawi Berbasis Arduino Uno” dilakukan di rumah, desa Kelompangan Ajung Jember dan pengambilan data dilakukan di Lab Dasar Teknik Elektro Universitas Jember.

3.2 Ruang Lingkup

Untuk memperjelas, menyederhanakan dan menghindari meluasnya masalah maka diberi batasan masalah sebagai berikut :

- a) Menggunakan *microcontroller* Arduino UNO.
- b) Penmpil suhu menggunakan LCD.
- c) Penyiran menggunakan parameter pengukuran kelembaban..
- d) Sensor DHT11 untuk pembacaan kelembaban dan suhu.
- e) *Submersible pump* akuarium digunakan untuk penyiraman pada hidroponik.
- f) Kipas dan *submersible pump* akuarium akan aktif jika hasil pembacaan suhu dan kelembaban berada diluar batas – batas yang ditentukan. Batas – batas tersebut adalah:
 - a. Suhu $\leq 31^{\circ}\text{C}$
 - b. RH $\leq 72\%$
- g) Sistem otomatis mengalirkan udara keluar *greenhouse* sampai suhu di dalam $\geq 31^{\circ}\text{C}$.
- h) Pada kelembaban $\geq 72\%$ otomatis akan mengaktifkan kipas untuk mengalirkan udara dari luar ke dalam *greenhouse*.

3.3 Jenis dan Sumber Data

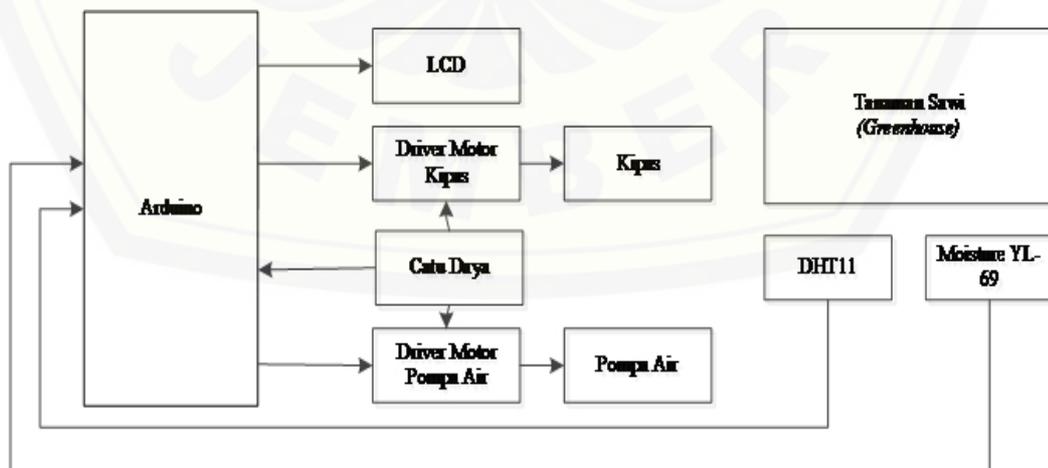
Jenis dan sumber data pada proyek akhir ini akan diperoleh dari beberapa alat dan bahan yang digunakan sebagai penunjang dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. *Hardware*

- 1) Arduino Uno
- 2) Sensor DHT11
- 3) *Soil moisture* YL-69
- 4) *Submersible pump* akuarium
- 5) LCD 16x2
- 6) Arduino IDE
- 7) *Eaglesoft*
- 8) AVOmeter
- 9) Solder
- 10) Tang
- 11) Pinset
- 12) Obeng

3.4. Perancangan Desain Alat

3.4.1 Blok Diagram Alat



Gambar 3.1 Blok Diagram Alat

Bagian *input* pada blok diagram diatas terdiri dari sensor DHT11, *soil*

moisture YL-69 yang akan mengirim data berupa angka digit ke Arduino. Kemudian Arduino digunakan sebagai proses pengolahan *input*. Bagian *output* blok diagram di atas yaitu arduino dan LCD yang akan menampilkan tempertatur udara dan kelembaban media tanam. Dari diagram blok pada gambar diatas, terlihat bahwa alat yang akan dirancang terdiri dari beberapa bagian:

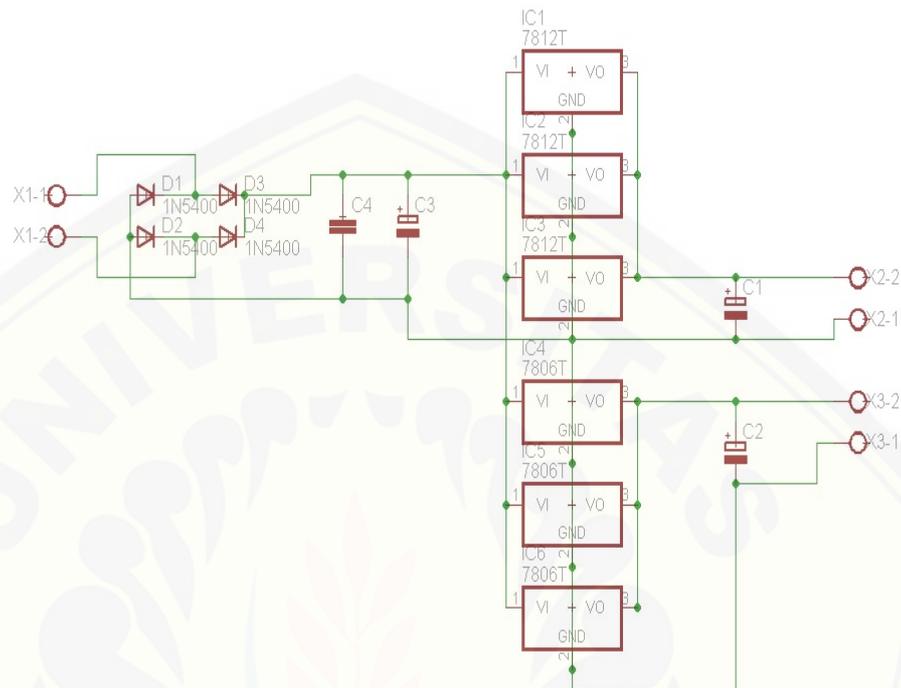
- 1) Bagian *input* menggunakan sensor DHT11 dan *soil moisture* YL-69. Sensor DHT11 ini digunakan untuk mengetahui suhu dan kelembaban pada udara di dalam *greenhouse*. *Soil moisture* YL-69 digunakan untuk mengetahui kelembaban udara pada media tanam hidroponik.
- 2) Bagian kontrol yaitu arduino yang akan memproses input data dari masukan *input* sensor menjadi output yang mudah dipahami dan mengaktifkan aktuator.
- 3) Bagian *output* adalah LCD yang akan menampilkan data suhu dan kelembaban udara yang ada pada *greenhouse*. Juga menampilkan kelembaban pada media tanam. Aktuator yang digunakan sebagai *output* terdiri dari kipas dan pompa air. Kipas berguna untuk mengalirkan udara dari luar *greenhouse* untuk menstabilkan udara. Pompa air berguna sebagai penyiram pada media tanam.

3.5 Perancangan Sistem Elektronika

3.5.1 Rangkaian *Powe Supply*

Power supply merupakan salah satu alat yang dapat menyuplai daya agar suatu alat dapat beroperasi. *Power supply* disini digunakan untuk memberikan tegangan pada arduino, kipas dan pompa air. *Power supply* yang dihasilkan adalah +12 V dan +6 V. Masukan pada *Power supply* diberikan dengan tegangan AC sebesar 220 VAC. Tegangan tersebut disearahkan menggunakan *diode bridge*. Tegangan yang telah disearahkan diregulasi menggunakan regulator 7812, dan 7806. 7812 untuk menghasilkan tegangan +12 V, sedangkan 7806 digunakan untuk

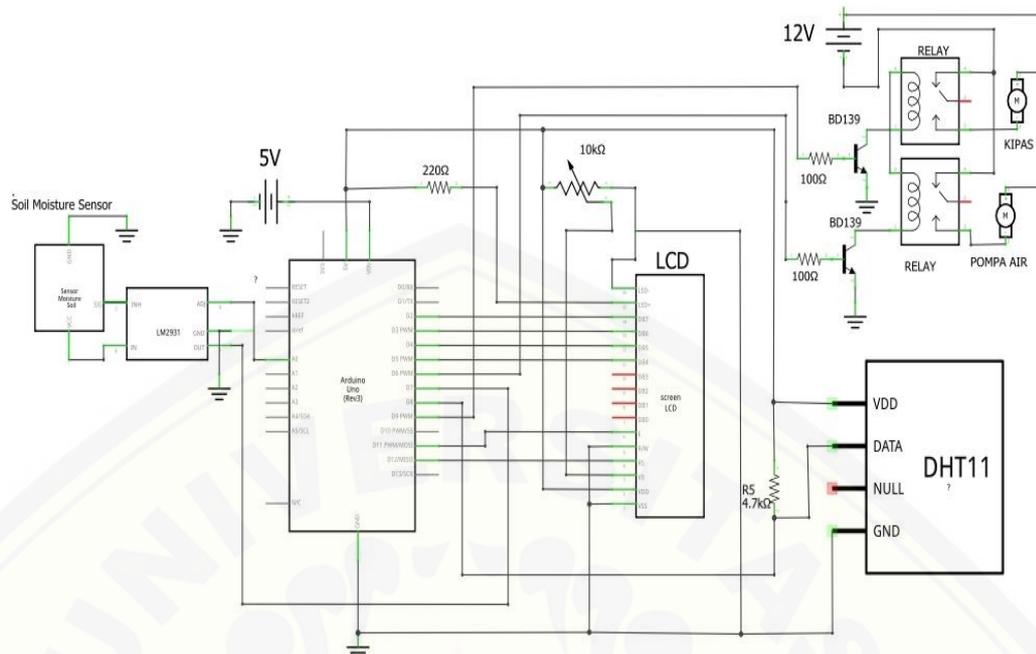
menghasilkan tegangan +6 V. kapasitor pada rangkaian digunakan untuk mengatasi naik turun tegangan. Untuk rangkaian *Power supply* dapat dilihat pada gambar 3.3.



Gambar 3.2 Rangkaian *Power Supply*

3.6 Rangkaian Elektronika Keseluruhan

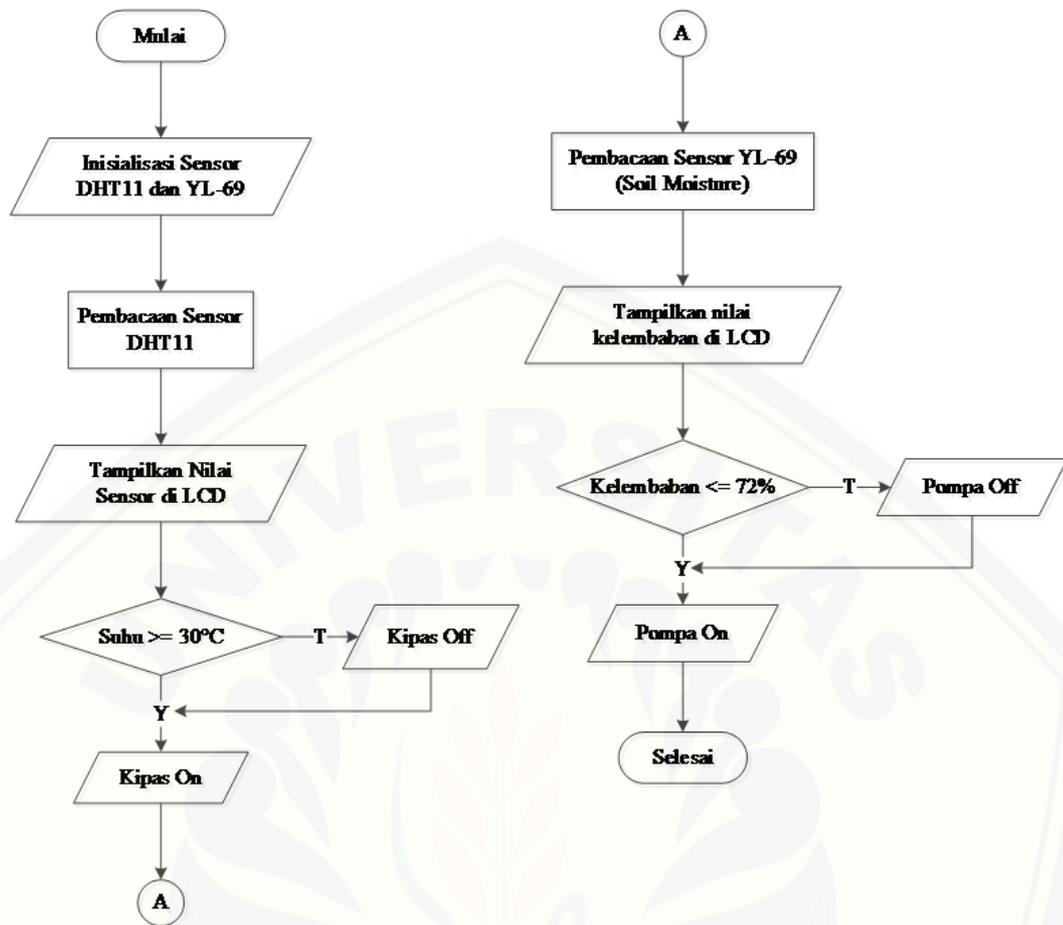
Pada rangkaian alat keseluruhan, rangkaian *input* terdiri dari sensor suhu DHT11 dan sensor kelembaban tanah YL-69. Untuk *output* dari sensor suhu itu sendiri adalah kipas, dan tampilan pada lcd. Sedangkan *output* dari sensor kelembaban tanah adalah kontrol pompa air untuk pemberian nutrisi tanaman dan tampilan lcd. Pada rangkaian saklar *on off* terdiri dari resistor, relay, dan transistor. Dan kemudian rangkaian tersebut dihubungkan ke Arduino Uno.



Gambar 3.3 Rangkaian Alat keseluruhan

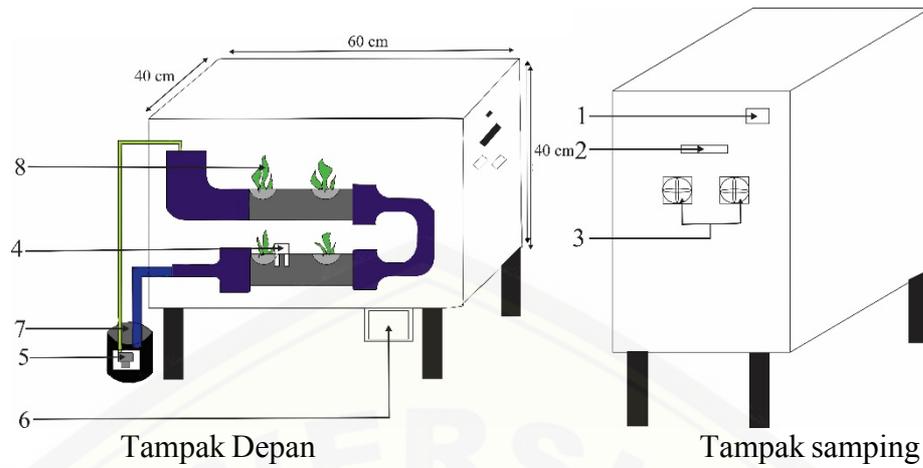
3.7 Diagram Alir Keseluruhan

Gambar 3.4 menunjukkan tahapan dari proses penyiraman dan kontrol suhu secara otomatis. Pertama adalah menginisialisasi sensor, membaca nilai suhu, kelembaban, dan mengambil data dari sensor suhu dan kelembaban dalam ruangan rumah kaca. Sensor suhu mengambil data lingkungan yang kemudian di konversikan pada *display*. Jika data suhu yang di dapat berada $\geq 31^{\circ}\text{C}$ otomatis akan menghidupkan kipas pendingin, jika pembacaan sensor tidak mendapat data dari itu maka kipas pendingin tidak aktif. Dilanjutkan jika data yang didapat sensor kelembaban bernilai $\geq 72\%$ RH maka secara otomatis akan menghidupkan pompa air, jika pembacaan kelembaban tidak sesuai dengan nilai tersebut maka pompa air tidak menyala. Sistem bekerja berdasarkan pembacaan lingkungan dengan rentang nilai yang sudah di tentukan.

Gambar 3.4 *Flowchat* Keseluruhan Alat

3.8 Perancangan Mekanik Alat

Pada gambar 3.5 akan menunjukkan perancangan mekanik sebuah alat purwarupa kontrol temperatur dan kelembaban pada rumah kaca hidroponik tanaman sawi berbasis arduino uno. Perancangan sistem ini terdiri dari beberapa komponen di antaranya arduino uno, sensor suhu DHT11, sensor kelembaban tanah YL-69, LCD, kipas 12V, pompa air 12V, tanaman sawi, pipa air, pot hidroponik, media tanam berupa *rockwool* dan ember tempat penampungan air.



Gambar 3.5 Desain Alat

Keterangan Gambar :

- 1) Sensor Suhu DHT11
- 2) LCD
- 3) Kipas
- 4) *Soil Moisture Sensor YL-69*
- 5) Pompa Air
- 6) Kontrol Dan Catu Daya
- 7) Penampungan Air
- 8) Tanaman.

BAB 5. KESIMPULAN dan SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian pada tugas akhir yang telah dilakukan, dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Alat dapat bekerja sesuai dengan perancangan yaitu secara otomatis menghidupkan kipas dan pompa air sebagai keluaran sesuai dengan *set point* untuk temperatur udara melebihi 30° C. Pada kelembaban tanah nilai *set point* kurang dari 72 %RH.
2. Pada pengujian selama 24 jam, sistem masih dapat berjalan dengan baik yaitu tidak terjadi masalah pada rangkaian kendali otomatis maupun kipas dan pompa air.

5.2 Saran

Dari tugas akhir yang telah dibuat tentunya perlu ada perbaikan agar hasil yang didapatkan bisa optimal, berikut beberapa saran untuk penelitian selanjutnya :

1. Menambah semportan air pada atap rumah kaca untuk membantu menurunkan suhu.
2. Disarankan menambah sensor ph meter supaya kadar ph air sesuai dengan pertumbuhan tanaman.

DAFTAR PUSTAKA

Agus M. dan Eni S. 2011. Modifikasi Iklim Mikro pada Bawang Merah Hidroponik dalam Rangka Memperoleh Bibit Bermutu.

Arief Hendra Saptadi. 2014. Perbandingan Akurasi Pengukuran Suhu dan Kelembaban Antara Sensor DHT11 dan DHT22

Aulia R., Budianto L., R.A. Bustomi R., dan M. Zen Kadir. 2015. Pertumbuhan Sawi Menggunakan Sistem Hidroponik dan Akuaponik.

Gunawan, Marlina Sari . 2018. Rancang Bangun Alat Penyiraman Otomatis Menggunakan Sensor Kelembaban Tanah.

Mareli T., Bambang P., Lilik S., M. Affan Fajar F. 2016. Studi Pola Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Barassica rapa var. parachinensis* L.) Hidroponik di Dalam *Greenhouse* Terkontrol.

Siti K., Parawita D., Raden S. 2017. Teknologi Hidroponik Sistem Sumbu pada Produksi Selada *Lollo Rossa* (*Lactuca sativa* L.) Dengan Penambahan CaCl_2 Sebagai Nutrisi Hidroponik.

LAMPIRAN

1. Program Arduino

```
#include "DHT.h"
#include <LiquidCrystal.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT11
LiquidCrystal lcd(8, 9, 10, 11, 12, 13);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
int sensorPin = A0; // pin sensor soilmoistur
int powerPin = 5; // untuk pengganti VCC
int pumpPin = 7;
int kipasPin = 6;
int KT,nilaiSensor;
void setup() {
    // put your setup code here, to run once:
    Serial.begin(9600);
    dht.begin();
    lcd.begin(16,2);
    pinMode(powerPin, OUTPUT); // jadikan pin power sebagai
    output
    pinMode(pumpPin, OUTPUT);
    pinMode(kipasPin, OUTPUT);
    digitalWrite(pumpPin, LOW);
    digitalWrite(kipasPin, LOW);
    delay(1000);
}

void loop() {
```

```
// put your main code here, to run repeatedly:
delay(1000);
bacaSensor();
float t = dht.readTemperature();
float h = dht.readHumidity();
Serial.print("Humidity: ");
Serial.print(h);
Serial.print(" %");
Serial.print(" | Temperature: ");
Serial.print(t);
Serial.print(" *C | ");
Serial.print("Nilai kelembaban: ");
Serial.print(KT);
Serial.println(" %");
lcd.clear();
lcd.setCursor(0,0);
//lcd.print("KU:");
//lcd.print(h);
//lcd.print("%");
lcd.print("KT:");
lcd.print(KT);
lcd.print("%");
lcd.setCursor(0,1);
lcd.print("T:");
lcd.print(t);
lcd.print("C");
if(t>30) {
    digitalWrite(kipasPin,HIGH);
}
```

```
else {
    digitalWrite(kipasPin, LOW);
}
if(KT<72) {
    digitalWrite(pumpPin, HIGH);
}
else {
    digitalWrite(pumpPin, LOW);
}
delay(100);
}

int bacaSensor() {
    //digitalWrite(powerPin, HIGH); // hidupkan power
    //delay(1000);
    nilaiSensor = analogRead(A0); // baca nilai analog
    dari sensor
    //digitalWrite(powerPin, LOW);
    float K=(1023-nilaiSensor);
    float L=K*100;
    KT=L/1023;
}
```

2. Tabel Data Pengamatan

Waktu	TEMPERATUR (°C)	KELEMBABAN TANAH (%RH)	KIPAS	POMPA AIR
20:00	25	69	OFF	ON
20:05	25	69	OFF	ON
20:10	24	71	OFF	OFF
20:15	24	73	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

20:20	24	72	OFF	OFF
20:25	24	72	OFF	OFF
20:30	24	72	OFF	OFF
20:35	24	72	OFF	OFF
20:40	24	73	OFF	OFF
20:45	24	69	OFF	ON
20:50	24	73	OFF	OFF
20:55	24	73	OFF	OFF
21:00	24	73	OFF	OFF
21:05	23	74	OFF	OFF
21:10	23	74	OFF	OFF
21:15	23	74	OFF	OFF
21:20	23	74	OFF	OFF
21:25	23	74	OFF	OFF
21:30	23	74	OFF	OFF
21:35	23	74	OFF	OFF
21:40	23	74	OFF	OFF
21:45	23	73	OFF	OFF
21:50	23	73	OFF	OFF
21:55	23	73	OFF	OFF
22:00	23	73	OFF	OFF
22:05	23	73	OFF	OFF
22:10	23	73	OFF	OFF
22:15	23	74	OFF	OFF
22:20	23	73	OFF	OFF
22:25	23	74	OFF	OFF
22:30	23	74	OFF	OFF
22:35	23	74	OFF	OFF
22:40	23	74	OFF	OFF
22:45	23	74	OFF	OFF
22:50	23	74	OFF	OFF
22:55	23	74	OFF	OFF
23:00	23	74	OFF	OFF
23:05	23	74	OFF	OFF
23:10	23	74	OFF	OFF
23:15	23	74	OFF	OFF
23:20	23	74	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

23:25	23	74	OFF	OFF
23:30	23	74	OFF	OFF
23:35	23	74	OFF	OFF
23:40	23	74	OFF	OFF
23:45	23	74	OFF	OFF
23:50	23	74	OFF	OFF
23:55	23	74	OFF	OFF
0:00	23	74	OFF	OFF
0:05	22	74	OFF	OFF
0:10	22	74	OFF	OFF
0:15	22	74	OFF	OFF
0:20	22	74	OFF	OFF
0:25	22	74	OFF	OFF
0:30	22	74	OFF	OFF
0:35	22	74	OFF	OFF
0:40	22	74	OFF	OFF
0:45	22	74	OFF	OFF
0:50	22	74	OFF	OFF
0:55	22	74	OFF	OFF
1:00	22	74	OFF	OFF
1:05	22	74	OFF	OFF
1:10	21	74	OFF	OFF
1:15	21	74	OFF	OFF
1:20	21	74	OFF	OFF
1:25	21	74	OFF	OFF
1:30	21	74	OFF	OFF
1:35	21	74	OFF	OFF
1:40	21	74	OFF	OFF
1:45	21	74	OFF	OFF
1:50	21	74	OFF	OFF
1:55	21	74	OFF	OFF
2:00	21	74	OFF	OFF
2:05	21	74	OFF	OFF
2:10	21	74	OFF	OFF
2:15	21	74	OFF	OFF
2:20	21	74	OFF	OFF
2:25	21	74	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

2:30	21	73	OFF	OFF
2:35	21	74	OFF	OFF
2:40	21	74	OFF	OFF
2:45	21	74	OFF	OFF
2:50	21	74	OFF	OFF
2:55	21	73	OFF	OFF
3:00	21	73	OFF	OFF
3:05	21	73	OFF	OFF
3:10	21	73	OFF	OFF
3:15	21	73	OFF	OFF
3:20	21	73	OFF	OFF
3:25	21	74	OFF	OFF
3:30	21	73	OFF	OFF
3:35	21	73	OFF	OFF
3:40	21	73	OFF	OFF
3:45	21	73	OFF	OFF
3:50	21	73	OFF	OFF
3:55	21	73	OFF	OFF
4:00	21	73	OFF	OFF
4:05	21	73	OFF	OFF
4:10	21	73	OFF	OFF
4:15	21	73	OFF	OFF
4:20	21	73	OFF	OFF
4:25	21	73	OFF	OFF
4:30	21	73	OFF	OFF
4:35	21	73	OFF	OFF
4:40	21	73	OFF	OFF
4:45	21	73	OFF	OFF
4:50	21	73	OFF	OFF
4:55	20	73	OFF	OFF
5:00	20	74	OFF	OFF
5:05	20	74	OFF	OFF
5:10	20	74	OFF	OFF
5:15	21	74	OFF	OFF
5:20	21	74	OFF	OFF
5:25	21	74	OFF	OFF
5:30	21	74	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

5:35	21	74	OFF	OFF
5:40	21	74	OFF	OFF
5:45	21	74	OFF	OFF
5:50	21	74	OFF	OFF
5:55	21	74	OFF	OFF
6:00	21	73	OFF	OFF
6:05	21	73	OFF	OFF
6:10	21	74	OFF	OFF
6:15	21	73	OFF	OFF
6:20	21	73	OFF	OFF
6:25	21	73	OFF	OFF
6:30	21	73	OFF	OFF
6:35	21	73	OFF	OFF
6:40	21	73	OFF	OFF
6:45	21	73	OFF	OFF
6:50	22	73	OFF	OFF
6:55	22	73	OFF	OFF
7:00	22	73	OFF	OFF
7:05	22	73	OFF	OFF
7:10	22	73	OFF	OFF
7:15	22	73	OFF	OFF
7:20	22	73	OFF	OFF
7:25	22	73	OFF	OFF
7:30	22	73	OFF	OFF
7:35	23	73	OFF	OFF
7:40	23	73	OFF	OFF
7:45	23	73	OFF	OFF
7:50	23	73	OFF	OFF
7:55	23	73	OFF	OFF
8:00	23	73	OFF	OFF
8:05	23	73	OFF	OFF
8:10	23	73	OFF	OFF
8:15	23	73	OFF	OFF
8:20	23	73	OFF	OFF
8:25	23	73	OFF	OFF
8:30	24	72	OFF	OFF
8:35	24	72	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

8:40	24	72	OFF	OFF
8:45	24	72	OFF	OFF
8:50	24	72	OFF	OFF
8:55	25	72	OFF	OFF
9:00	25	72	OFF	OFF
9:05	25	73	OFF	OFF
9:10	25	73	OFF	OFF
9:15	25	73	OFF	OFF
9:20	25	73	OFF	OFF
9:25	25	73	OFF	OFF
9:30	25	73	OFF	OFF
9:35	26	73	OFF	OFF
9:40	26	73	OFF	OFF
9:45	27	73	OFF	OFF
9:50	28	73	OFF	OFF
9:55	30	72	OFF	OFF
10:00	30	72	OFF	OFF
10:05	30	72	OFF	OFF
10:10	30	72	OFF	OFF
10:15	32	72	ON	OFF
10:20	32	71	ON	ON
10:25	33	71	ON	ON
10:30	33	71	ON	ON
10:35	33	71	ON	ON
10:40	32	71	ON	ON
10:45	32	71	ON	ON
10:50	30	72	OFF	OFF
10:55	31	72	ON	OFF
11:00	32	71	ON	ON
11:05	33	71	ON	ON
11:10	33	71	ON	ON
11:15	34	71	ON	ON
11:20	34	71	ON	ON
11:25	34	71	ON	ON
11:30	33	71	ON	ON
11:35	32	72	ON	OFF
11:40	33	72	ON	OFF

Digital Repository Universitas Jember

11:45	32	72	ON	OFF
11:50	32	72	ON	OFF
11:55	32	72	ON	OFF
12:00	32	72	ON	OFF
12:05	33	72	ON	OFF
12:10	33	71	ON	ON
12:15	32	71	ON	ON
12:20	32	71	ON	ON
12:25	32	71	ON	ON
12:30	32	71	ON	ON
12:35	31	71	ON	ON
12:40	30	71	OFF	ON
12:45	30	71	OFF	ON
12:50	30	71	OFF	ON
12:55	31	71	ON	ON
13:00	31	71	ON	ON
13:05	31	71	ON	ON
13:10	31	71	ON	ON
13:15	32	71	ON	ON
13:20	32	71	ON	ON
13:25	32	71	ON	ON
13:30	30	71	OFF	ON
13:35	30	71	OFF	ON
13:40	30	71	OFF	ON
13:45	31	72	ON	OFF
13:50	31	72	ON	OFF
13:55	32	72	ON	OFF
14:00	32	72	ON	OFF
14:05	32	72	ON	OFF
14:10	33	72	ON	OFF
14:15	32	72	ON	OFF
14:20	30	72	OFF	OFF
14:25	30	72	OFF	OFF
14:30	30	72	OFF	OFF
14:35	29	72	OFF	OFF
14:40	29	72	OFF	OFF
14:45	29	72	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

14:50	29	72	OFF	OFF
14:55	29	72	OFF	OFF
15:00	28	72	OFF	OFF
15:05	28	72	OFF	OFF
15:10	28	72	OFF	OFF
15:15	28	72	OFF	OFF
15:20	28	72	OFF	OFF
15:25	28	72	OFF	OFF
15:30	28	72	OFF	OFF
15:35	28	72	OFF	OFF
15:40	28	72	OFF	OFF
15:45	27	72	OFF	OFF
15:50	27	72	OFF	OFF
15:55	27	72	OFF	OFF
16:00	27	71	OFF	OFF
16:05	27	72	OFF	OFF
16:10	27	72	OFF	OFF
16:15	26	73	OFF	OFF
16:20	26	73	OFF	OFF
16:25	26	73	OFF	OFF
16:30	26	73	OFF	OFF
16:35	26	73	OFF	OFF
16:40	25	73	OFF	OFF
16:45	25	73	OFF	OFF
16:50	25	73	OFF	OFF
16:55	25	73	OFF	OFF
17:00	25	73	OFF	OFF
17:05	25	73	OFF	OFF
17:10	25	73	OFF	OFF
17:15	25	73	OFF	OFF
17:20	25	73	OFF	OFF
17:25	25	73	OFF	OFF
17:30	25	73	OFF	OFF
17:35	25	73	OFF	OFF
17:40	25	73	OFF	OFF
17:45	25	73	OFF	OFF
17:50	25	73	OFF	OFF

Digital Repository Universitas Jember

17:55	25	73	OFF	OFF
18:00	25	73	OFF	OFF
18:05	25	73	OFF	OFF
18:10	25	73	OFF	OFF
18:15	25	73	OFF	OFF
18:20	25	73	OFF	OFF
18:25	25	73	OFF	OFF
18:30	25	73	OFF	OFF
18:35	25	73	OFF	OFF
18:40	24	73	OFF	OFF
18:45	24	73	OFF	OFF
18:50	24	73	OFF	OFF
18:55	24	73	OFF	OFF
19:00	24	73	OFF	OFF
19:05	24	73	OFF	OFF
19:10	24	73	OFF	OFF
19:15	24	73	OFF	OFF
19:20	24	73	OFF	OFF
19:25	24	73	OFF	OFF
19:30	24	73	OFF	OFF
19:35	24	73	OFF	OFF
19:40	24	73	OFF	OFF
19:45	24	73	OFF	OFF