



**ITS**  
Institut  
Teknologi  
Sepuluh Nopember

**TUGAS AKHIR -TE 145561**

**PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA LAHAN  
PERTANIAN YANG TERHUBUNG DENGAN WEB  
SEBAGAI REFERENSI USAHA PENINGKATAN PRODUKSI  
PERTANIAN**

Adrian Arya Wardana

NRP. 2214 030 097

Michael Jacob Ephariem Jehuda

NRP. 2214 030 007

Dosen Pembimbing

Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc.

DEPARTEMEN TEKNIK ELEKTRO OTOMASI

Fakultas Vokasi

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya 2017





***FINAL PROJECT - TE 145561***

***DATA ACQUISITION SYSTEM PROGRAM IN THE AGRICULTURE LAND THAT RELATED BY WEB AS A REFERENCE TO INCREASE THE AGRICULTURE PRODUCTION***

Adrian Arya Wardana

NRP. 2214 030 097

Michael Jacob Eparihem Jehuda

NRP. 2214 030 007

*Supervisor*

Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc.

***DEPARTEMENT OF ELECTRICAL ENGINEERING AUTOMATION***

***Faculty of Vokasi***

***Sepuluh Nopember Insitute of Technology***

***Surabaya 2017***



## PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tugas akhir saya dengan judul “**Perancangan Sistem Akuisisi Data pada Lahan Pertanian yang Terhubung dengan Web Sebagai Referensi Usaha Peningkatan Produksi Pertanian**” adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka.

Apabila ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai peraturan yang berlaku.

Surabaya, Juli 2017



Adrian Arya Wardana  
NRP. 2214030 097

Surabaya, Juli 2017



Michael Jacob E.J.  
NRP. 2214 030 007

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

**PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA LAHAN  
PERTANIAN YANG TERHUBUNG DENGAN WEB  
SEBAGAI REFERENSI USAHA PENINGKATAN PRODUKSI  
PERTANIAN**

**TUGAS AKHIR**

**Diajukan Guna Memenuhi Sebagian Persyaratan  
Untuk Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik  
Pada  
Bidang Studi Komputer Kontrol  
Departemen Teknik Elektro Otomasi  
Fakultas Vokasi  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Menyetujui:**

**Dosen Pembimbing**

**Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng.Sc.**  
**NIP. 1964.09.02.1989.03.1003**

**SURABAYA  
JULI, 2017**

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# PERANCANGAN SISTEM AKUISISI DATA PADA LAHAN PERTANIAN YANG TERHUBUNG DENGAN WEB SEBAGAI REFERENSI USAHA PENINGKATAN PRODUKSI PERTANIAN.

**Nama** : Adrian Arya Wardana  
**NRP** : 2214 030 097  
**Nama** : Michael Jacob Ephariem Jehuda  
**NRP** : 2214 030 007

**Pembimbing** : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc.  
**NIP** : 1964021989031003

## ABSTRAK

Dunia pertanian saat ini menjadi salah satu prospek usaha yang terbilang menjanjikan. Namun, kegagalan panen merupakan hal yang tidak diinginkan dan menjadi momok menakutkan bagi petani. Ada beberapa hal yang menyebabkan kegagalan panen, diantaranya adalah proses perawatan, cara bertanam yang tidak tepat, serta ketidaktepatan dalam memilih musim dan syarat tumbuh-tumbuhan yang ditanam. Oleh karena itu, dibuatlah sebuah sistem yang dapat memonitor lahan pertanian agar tetap dalam kondisi terbaik.

Sistem ini menggunakan mikrokontroler sebagai pusat kontrol dan menggunakan beberapa sensor seperti kelembaban tanah, temperatur tanah, temperatur udara, kelembapan udara, curah hujan, dan intensitas cahaya. Dari sensor-sensor tersebut didapatkan data yang dibutuhkan, lalu dikirim ke *raspberry pi* yang kemudian kami integrasikan dengan *web database lorong29.com/cpanel*

Tujuan dari penelitian ini adalah terbentuknya alat yang dapat mengambil data pada lahan pertanian yang terhubung dengan *web database*. Dengan kondisi temperatur tanah antara 22 - 42°C, kelembapan tanah antara 375 - 645, intensitas cahaya antara 37-5327 lx, kelembapan udara antara 62-71 % dan temperatur udara antara 30-35°C serta curah hujan antara 3 – 205 mm/bulan

**Kata kunci** : Sistem akuisisi data, Pertanian, Web

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

**DATA ACQUISITION SYSTEM PROGRAM IN THE  
AGRICULTURE LAND THAT RELATED BY WEB AS A  
REFERENCE TO INCREASE THE AGRICULTURE  
PRODUCTION**

**Nama** : Adrian Arya Wardana  
**Register Number** : 2214 030 097  
**Nama** : Michael Jacob Ephariem Jehuda  
**Register Number** : 2214 030 007

**Supervisor** : Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc.  
**ID Number** : 1964021989031003

**ABSTRACT**

*The world of agriculture is now one of the promising business prospects. However, crop failure is undesirable and a frightening specter for farmers. There are several things that cause crop failure, such as the maintenance process, improper cultivation, and the inaccuracy in choosing the season and the requirements of the plants grown. Therefore, a system that can monitor agricultural land is kept in the best condition possible.*

*This system uses a microcontroller as a control center and uses several sensors such as soil moisture, soil temperature, air temperature, humidity, rainfall, and light intensity. From these sensors obtained the required data, then sent to raspberry pi which we then integrate with the web database [lorong29.com/cpanel](http://lorong29.com/cpanel)*

*The purpose of this research is the formation of tools that can take data on agricultural land connected to web database. With soil temperature between 22 - 42°C, soil moisture between 375 - 645, light intensity between 37-5327 lx, air humidity between 62-71% and air temperature between 30-35°C and rainfall between 3 – 205 mm/month*

**Keywords** : Data acquisition system, Agriculture, Web

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **KATA PENGANTAR**

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT karenaberkat rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyusun dan menyelesaikan laporan Tugas Akhir dengan judul:

### **Perancangan Sistem Akuisisi Data pada Lahan Pertanian yang Terhubung dengan Web Sebagai Referensi Usaha Peningkatan Produksi Pertanian**

Penulis ingin berterima kasih kepada beberapa pihak yang telah membantu dalam penyusunan dan penyelesaian dari Tugas Akhir ini, diantaranya:

1. Kedua orang tua yang selalu memberikan dukungan, semangat, dan doa kepada penulis.
2. Bapak Dr. Ir. Hendra Kusuma, M.Eng. Sc. selaku Dosen Pembimbing atas bantuan dan bimbingan hingga Tugas Akhir ini terselesaikan.
3. Anggota kelompok Tugas Akhir atas bantuan dan kerjasama yang telah diberikan.
4. Keluarga besar *Andromeda 2014* yang selalu memberikan bantuan yang tidak terduga terhadap penulis.

Harapan besar penulis bahwa buku Tugas Akhir ini dapat memberikan informasi dan manfaat bagi pembaca pada umumnya dan mahasiswa Program Studi D3 Teknik Elektro pada khususnya. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran atas buku Tugas Akhir ini karena penulis menyadari bahwa dalam penyusunan Tugas Akhir ini banyak terdapat kekurangan.

Surabaya, Juni 2017

Penulis

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN JUDUL.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR .....	v
LEMBAR PENGESAHAN.....	vii
ABSTRAK .....	ix
<i>ABSTRACT</i> .....	xi
KATA PENGANTAR .....	xiii
DAFTAR ISI .....	xv
DAFTAR GAMBAR .....	xix
DAFTAR TABEL.....	xxiii
BAB 1.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Perumusan Masalah .....	1
1.3. Batasan Masalah .....	2
1.4. Tujuan Penelitian .....	2
1.5. Sistematika Penulisan.....	2
1.6. Relevansi .....	3
BAB 2.....	5
2.1 Sistem Akuisisi Data .....	5
2.1.1 Dasar – dasar Akuisisi Data.....	5
2.2 Referensi Jenis Tanaman.....	6
2.2.1 Gandum.....	6
2.2.2 Jagung.....	7
2.2.3 Kacang Tanah .....	8
2.2.4 Kedelai.....	9
2.2.5 Padi.....	10
2.3 Arduino Mega.....	11
2.3.1 Pemograman Arduino IDE .....	14
2.3.2 ADC pada Arduino Mega 2560.....	15
2.3.3 Sensor Intensitas Cahaya (BH1750).....	15
2.3.4 Sensor Curah Hujan.....	16
2.3.5 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara (DHT 22) .....	17
2.3.6 Sensor Kelembapan Tanah .....	18
2.3.7 Sensor Temperatur (DS18B20).....	18
2.4 Raspberry pi 3.....	20
2.5 <i>Website Database</i> .....	22

2.5.1	<i>MySQL</i> .....	23
2.5.2	<i>Phpmyadmin</i> .....	23
2.6	<i>Aki</i> .....	23
2.7	<i>Solar Cell</i> .....	24
2.8	<i>Solar Charge Controller</i> .....	25
2.9	<i>Buck Converter</i> .....	27
2.10	<i>Relay</i> .....	28
BAB 3	.....	29
3.1	Perancangan Perangkat Keras Mekanik .....	30
3.2	Perancangan Perangkat Keras Elektronika .....	32
3.2.1	Pengkabelan Sensor BH1750 .....	32
3.2.2	Pengkabelan Sensor Curah Hujan .....	33
3.2.3	Pengkabelan Sensor DHT 22 .....	34
3.2.4	Pengkabelan Sensor YL-69 .....	34
3.2.5	Pengkabelan Sensor DS18B20 .....	35
3.3	Pengkabelan Aki, MPPT dan <i>Solar Cell</i> .....	36
3.4	Pengkabelan <i>Relay</i> , <i>Buck Converter</i> dan <i>Raspberry</i> .....	36
3.5	Keseluruhan Sistem .....	37
3.6	Pembuatan Perangkat Lunak .....	39
3.7	Perancangan Diagram Alir .....	39
3.7.1	Diagram Alir Pengambilan Data Sensor .....	39
3.7.2	Pendefinisian Pin dan Pustaka .....	40
3.7.3	Segmen Program Untuk Pengaturan Awal .....	41
3.7.4	Segmen Program Untuk Sensor Analog .....	42
3.7.5	Segmen Program Untuk <i>Void loop</i> .....	42
BAB 4	.....	51
4.1	Bentuk Fisik Keseluruhan Alat .....	51
4.2	<i>Box</i> Sistem Elektronik .....	53
4.3	Pengujian Alat .....	54
4.3.1	Pengujian Sensor BH1750 (Intensitas Cahaya) .....	54
4.3.2	Pengujian Sensor Curah Hujan .....	56
4.3.3	Pengujian Sensor DHT 22 .....	59
4.3.4	Pengujian Sensor YL-69 (Kelembapan Tanah) .....	61
4.3.5	Pengujian Sensor DS18B20 (Temperatur Tanah) .....	64
4.4	Pengujian <i>Solar Cell</i> .....	67
4.5	Pengujian Pengisian <i>Energy</i> pada Aki .....	69
4.6	Pengujian Beban .....	70
4.7	Pengujian <i>Relay</i> .....	73

4.8	Pengujian DC <i>Buck Converter</i> .....	74
4.9	Pengujian Pengiriman Data Sensor pada <i>Database</i> .....	76
BAB 5	.....	81
5.1	Kesimpulan.....	81
5.2	Saran.....	81
DAFTAR PUSTAKA	.....	83
LAMPIRAN A	.....	85
A.	<i>1 Listing Program ARDUINO MEGA2560</i> .....	85
A.2	<i>Listing Program RASPBERRY PI 3</i> .....	87
A.3	<i>Listing Program PHPSCRIPT</i> .....	88
LAMPIRAN B	.....	89
B1.	<i>Datasheet / Specification</i> .....	89
B1.1	<i>ATMega2560</i> .....	89
B1.2	<i>DS18B20</i> .....	97
B1.3	<i>DHT22</i> .....	98
B1.4	<i>BH1750</i> .....	99
B1.5	<i>Sensor BH1750 Specification</i> .....	100
B1.6	<i>Sensor Rainfall Specification</i> .....	101
B1.7	<i>Sensor DHT22 Specification</i> .....	102
B1.8.	<i>Sensor YL-69 Specification</i> .....	103
B1.9.	<i>Sensor DS18B20 Specification</i> .....	104
B.10.	<i>Solar Cell Specification</i> .....	105
B.11.	<i>MPPT T20 Specification</i> .....	106
RIWAYAT HIDUP	.....	107
RIWAYAT HIDUP	.....	109

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar 2.1</b>	Elemen – elemen Akuisisi Data .....	6
<b>Gambar 2.2</b>	Tanaman Gandum .....	6
<b>Gambar 2.3</b>	Tanaman Jagung.....	7
<b>Gambar 2.4</b>	Tanaman Kacang Tanah .....	8
<b>Gambar 2.5</b>	Kacang Kedelai .....	9
<b>Gambar 2.6</b>	Tanaman Padi.....	10
<b>Gambar 2.7</b>	Bentuk Fisik Arduino Mega 2560.....	12
<b>Gambar 2.8</b>	Alokasi Penempatan Pin Arduino Mega 2560.....	12
<b>Gambar 2.9</b>	<i>Software</i> Arduino IDE.....	14
<b>Gambar 2.10</b>	Sensor Modul BH1750 .....	15
<b>Gambar 2.11</b>	Sensor Curah Hujan dengan Modul .....	16
<b>Gambar 2.12</b>	Sensor DHT 22 dengan Modul .....	17
<b>Gambar 2.13</b>	Sensor YL-69 dengan Modul.....	18
<b>Gambar 2.14</b>	Sensor DS18B20 .....	19
<b>Gambar 2.15</b>	Sensor DS18B20 dengan Pelindung Tahan Air .....	19
<b>Gambar 2.16</b>	Bentuk Fisik dan Pin dari Raspberry pi.....	21
<b>Gambar 2.17</b>	Raspberry pi 3 dengan <i>OS</i> Linux .....	21
<b>Gambar 2.18</b>	<i>I-V Curve</i> .....	24
<b>Gambar 2.19</b>	Rangkaian <i>Schematic Solar Charge Controller</i> .....	26
<b>Gambar 2.20</b>	Bentuk fisik <i>Solar Charge Controller</i> tipe <i>MPPT</i> .....	27
<b>Gambar 2.21</b>	Bentuk <i>Relay</i> dan Simbol <i>Relay</i> .....	28
<b>Gambar 3.1</b>	Blok Sistem Pembuatan Alat Tugas Akhir .....	29
<b>Gambar 3.2</b>	<i>Design</i> Perancangan Alat.....	31
<b>Gambar 3.3</b>	<i>Design</i> Tampak Depan dan Tampak Atas .....	31
<b>Gambar 3.4</b>	<i>Design</i> Tampak Samping.....	32
<b>Gambar 3.5</b>	Pengkabelan Arduino Mega dengan Sensor BH1750 ....	33
<b>Gambar 3.6</b>	Pengkabelan Sensor Curah Hujan.....	33
<b>Gambar 3.7</b>	Pengkabelan Arduino Mega dengan Sensor DHT 22 ....	34
<b>Gambar 3.8</b>	Pengkabelan Arduino Mega dengan Sensor YL-69.....	35
<b>Gambar 3.9</b>	Pengkabelan Arduino Mega dengan Sensor DS18B20. ....	36
<b>Gambar 3.10</b>	Pengkabelan Aki, <i>MPPT</i> dan <i>Solar Cell</i> .....	36
<b>Gambar 3.11</b>	Pengkabelan <i>Relay</i> , <i>DC Buck Converter</i> dan Raspberry .....	37
<b>Gambar 3.12</b>	Keseluruhan Sistem.....	38
<b>Gambar 3.13</b>	Diagram Alir Pengambilan Data Sensor .....	40
<b>Gambar 3.14</b>	Segmen Program Definisi Pustaka dan Definisi Pin .....	41
<b>Gambar 3.15</b>	Segmen Program Untuk Pengaturan Awal .....	41
<b>Gambar 3.16</b>	Segmen Program Untuk Sensor Analog .....	42

<b>Gambar 3.17</b>	Segmen Program Untuk <i>Void Loop</i> .....	43
<b>Gambar 3.18</b>	Tampilan Halaman Utama <i>lorong29.com/cpanel</i> .....	44
<b>Gambar 3.19</b>	Tampilan <i>Home lorong29.com/cpanel</i> .....	45
<b>Gambar 3.20</b>	Tampilan Awal <i>MySQL</i> pada <i>lorong29.com/cpanel</i> .....	46
<b>Gambar 3.21</b>	Tampilan Pendeklarasian Sensor pada <i>lorong29.com</i> ..	47
<b>Gambar 3.22</b>	Segmen Program pada <i>PHP-Script</i> .....	48
<b>Gambar 3.23</b>	Segmen Program penerimaan Sensor .....	49
<b>Gambar 3.24</b>	Segmen Program Pengiriman Data Sensor .....	49
<b>Gambar 4. 1</b>	Bentuk Fisik Alat .....	51
<b>Gambar 4. 2</b>	Bagian Atas Alat.....	52
<b>Gambar 4. 3</b>	Bagian Bawah Alat .....	52
<b>Gambar 4. 4</b>	Sistem Elektronik Secara Keseluruhan .....	53
<b>Gambar 4. 5</b>	Metode Pengujian Sensor Cahaya .....	55
<b>Gambar 4. 6</b>	Program Pengujian Sensor Intensitas Cahaya .....	55
<b>Gambar 4. 7</b>	Metode Pengujian Sensor Hujan .....	57
<b>Gambar 4. 8</b>	Program Pengujian Sensor Curah Hujan .....	57
<b>Gambar 4. 9</b>	Rumus Mencari Nilai ADC pada Sensor Analog .....	58
<b>Gambar 4. 10</b>	Perhitungan Rumus ADC.....	58
<b>Gambar 4. 11</b>	Metode Pengujian Sensor DHT22.....	59
<b>Gambar 4. 12</b>	Program Pengujian Sensor Intensitas Cahaya .....	60
<b>Gambar 4. 13</b>	Metode Pengujian Sensor Kelembaban Tanah.....	62
<b>Gambar 4. 14</b>	Sampel dalam Pengujian Sensor YL-69 .....	62
<b>Gambar 4. 15</b>	Program Pengujian Sensor Kelembaban Tanah .....	63
<b>Gambar 4. 16</b>	Rumus Mencari Nilai ADC pada Sensor Analog .....	64
<b>Gambar 4. 17</b>	Perhitungan Rumus ADC pada Sampel B .....	64
<b>Gambar 4. 18</b>	Metode Pengujian Sensor Temperatur Tanah .....	65
<b>Gambar 4. 19</b>	Perbandingan Nilai Sensor DS18B20.....	66
<b>Gambar 4. 20</b>	Program Pengujian Sensor Kelembaban Tanah .....	66
<b>Gambar 4. 21</b>	Metode Pengujian <i>Solar Cell</i> .....	68
<b>Gambar 4. 22</b>	Rumus Mencari Nilai Potensi <i>Energy</i> .....	68
<b>Gambar 4. 23</b>	Metode Pengisian <i>Energy</i> pada Aki.....	69
<b>Gambar 4. 24</b>	Pengujian Pengisian Aki .....	69
<b>Gambar 4. 25</b>	Metode Pengujian Beban .....	71
<b>Gambar 4. 26</b>	Pengujian Beban .....	71
<b>Gambar 4. 27</b>	Metode Pengujian <i>Relay</i> .....	73
<b>Gambar 4. 28</b>	Pengujian <i>Relay</i> .....	74
<b>Gambar 4. 29</b>	Metode Pengujian <i>Buck Converter</i> .....	75
<b>Gambar 4. 30</b>	Pengujian <i>Buck Converter</i> .....	75

<b>Gambar 4. 31</b> Metode Pengiriman Data Sensor.....	77
<b>Gambar 4. 32</b> Program Pengiriman Data Sensor .....	77
<b>Gambar 4. 33</b> Tampilan <i>Database</i> pada <i>lorong29.com/cpanel</i> .....	78

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel 2.1</b>	Keterangan Pin Arduino Mega 2560 .....	12
<b>Tabel 4.1</b>	Keterangan dan Fungsi Alat Tugas Akhir .....	53
<b>Tabel 4.2</b>	Keterangan dan Fungsi Alat Tugas Akhir .....	54
<b>Tabel 4.3</b>	Pengujian Tingkat Intensitas Cahaya .....	56
<b>Tabel 4.4</b>	Hasil Pengukuran Nilai ADC dan Perbandingan Tegangan .....	58
<b>Tabel 4.5</b>	Perbandingan Nilai Suhu Udara .....	60
<b>Tabel 4.6</b>	Perbandingan Nilai Kelembapan Udara .....	61
<b>Tabel 4.7</b>	Hasil Pengujian Nilai ADC dan Perbandingan Tegangan ..	63
<b>Tabel 4.8</b>	Perbandingan Nilai Suhu Tanah .....	67
<b>Tabel 4.9</b>	Pengujian <i>Solar Cell</i> .....	68
<b>Tabel 4.10</b>	Pengujian Pengisian Aki .....	70
<b>Tabel 4.11</b>	Pengujian Beban .....	71
<b>Tabel 4.12</b>	Pengujian <i>Relay</i> .....	74
<b>Tabel 4.13</b>	Pengujian <i>Buck Converter</i> .....	76
<b>Tabel 4.14</b>	Pengujian Pengiriman Data Sensor .....	78

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

# BAB 1

## PENDAHULUAN

Pada Bab ini akan dibahas mengenai latar belakang pembuatan Tugas Akhir, perumusan masalah, batasan masalah, tujuan, sistematika penulisan dan relevansi.

### 1.1. Latar Belakang

Indonesia merupakan negara agraris yang sebagian besar penduduknya hidup di pedesaan dan bermata pencaharian sebagai petani. Pada umumnya mereka memiliki keinginan untuk meningkatkan produksi pertaniannya tetapi karena banyak masalah yang dihadapinya, maka sulit untuk mencapai apa yang diinginkan. Pertumbuhan ekonomi Indonesia di sektor pertanian mengalami penurunan pada kuartal pertama tahun 2016 dibandingkan dengan kuartal pertama tahun 2015 lalu. Badan Pusat Statistik (BPS) menyajikan data yang menunjukkan angka pertumbuhan pertanian Indonesia pada kuartal pertama tahun ini hanya 1,85%. Angka pertumbuhan ini mengalami penurunan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan angka pertumbuhan pertanian Indonesia pada kuartal yang sama tahun 2015 yaitu mencapai 4,03%. Menurunnya pertumbuhan pertanian ini berdampak cukup serius pada pertumbuhan ekonomi Indonesia mengingat sektor perdagangan Indonesia masih banyak berkuat pada sektor pertanian.[1]

Menurunnya pertumbuhan di bidang pertanian ini akibat faktor dari kondisi alam yang mampu mempengaruhi kondisi pertanian itu sendiri. Sistem akuisisi data merupakan suatu sistem yang berfungsi untuk mengambil, mengumpulkan dan menyiapkan data, hingga memprosesnya untuk menghasilkan suatu data yang diinginkan..

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan beberapa sensor yang berfungsi untuk menentukan karakteristik lahan yang cocok untuk tanaman, sensor-sensor yang kami gunakan mencakup sensor kelembapan udara, intensitas cahaya, temperatur udara, kelembapan tanah, temperatur tanah dan curah hujan. Data yang kami ambil akan dikumpulkan dan di simpan dalam satu *web database* yang terdapat dalam *web lorong29.com/cpanel*.

### 1.2. Perumusan Masalah

Pengambilan data pada lahan pertanian menggunakan sistem akuisisi data yang mampu mengolah data sensor dan dapat dijadikan

sebagai referensi untuk usaha peningkatan produksi pertanian. Pada sistem akuisi data secara konvensional belum terciptanya teknologi yang mampu memonitoring secara jarak jauh pada kondisi lahan pertanian dan mampu bertahan dalam berbagai kondisi cuaca.

### **1.3. Batasan Masalah**

Adapun batasan masalah dalam tugas akhir ini adalah pengambilan data yang dilakukan hanya pada lahan tertentu dan ruang lingkup yang tidak cukup luas. Data tanaman yang dikumpulkan untuk referensi hanya mencakup 5 tanaman.

### **1.4. Tujuan Penelitian**

Penelitian Tugas Akhir ini memiliki 2 tujuan, tujuan yang pertama dilakukan oleh Adrian Arya W dan tujuan kedua dilakukan oleh Michael Jacob Ephariem Jehuda, yaitu bertujuan:

1. Merancang *hardware* sistem akuisisi data yang terdiri dari kelembapan dan temperatur tanah, kelembapan dan temperatur udara, curah hujan serta intensitas cahaya
2. Merancang *software* sistem akuisisi data yang terhubung dengan web yang terdiri dari kelembapan dan temperature udara, kelembapan dan temperatur tanah, curah hujan serta intensitas cahaya sebagai *interfacing*

### **1.5. Sistematika Penulisan**

Sistematika penulisan pada laporan Tugas Akhir ini terdiri atas 5 bab, seperti yang dapat di lihat pada uraian berikut ini :

#### **BAB 1 : PENDAHULUAN**

Pada bab ini, akan dijelaskan mengenai latar belakang serta perumusan dan batasan masalah pada Tugas Akhir ini. Selain itu, akan dijabarkan pula tujuan dari Tugas Akhir ini beserta metodologi yang digunakan. Terakhir, akan dijelaskan pula mengenai sistematika penulisan dan relevansi Tugas Akhir ini.

#### **BAB 2 : TINJAUAN PUSTAKA**

Dasar pemikiran dan pengetahuan dari sistem yang akan dirancang seperti teori aeroponik, tanaman sawi, sensor suhu dan kelembapan, sensor pH analog, *mist maker*, ethernet, dan *relay* akan dibahas pada Bab ini.

**BAB 3 : PERANCANGAN SISTEM**

Bab ini membahas tentang perancangan sistem yang akan dibangun, yang terbagimenjadi perancangan perangkatkeras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*).

**BAB 4 : PENGUJIAN DAN ANALISA**

Pada bab ini, akan dijabarkan mengenai hasil pengujian perangkatkeras (*hardware*), perancangan perangkat lunak (*software*).

**BAB 5 : PENUTUP**

Bab terakhir ini akan menjelaskan tentang penarikan kesimpulan pelaksanaan Tugas Akhir serta kritik dan saran untuk penelitian selanjutnya.

### **1.6. Relevansi**

Terciptanya alat akuisisi data yang terhubung dengan web yang dapat memberikan referensi yang cocok pada lahan pertanian. Dengan mencocokkan data pada lahan pertanian maka diharapkan dapat memberikan referensi kecocokan lahan pertanian untuk tanaman sehingga dapat memberikan pada peningkatan produksi pertanian.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

Bab ini akan dibahas mengenai teori – teori yang berkaitan dengan peralatan yang akan dirancang. Teori yang mendukung penyelesaian tugas akhir ini diantaranya adalah mengenai : *solar cell* ,*solar charge controller*, Arduino Mega 2560, Raspberry pi 3, *web database*, *DC buck converter*, sensor BH1750, sensor DHT-22, sensor yl-69, sensor ds18b20, sensor *rainfall*, *accu* dan *relay*. Pada poin 2.4-2.8 merupakan tugas penelitian Michael Jacob dan poin 2.1-2.3 merupakan tugas penelitian Adrian Arya Wardana..

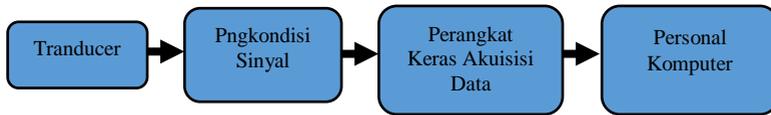
#### **2.1 Sistem Akuisisi Data [2]**

Akuisisi data adalah suatu proses pengambilan data sampel dari fenomena fisik (suhu, tekanan dan lain-lain) dan mengkonversikan data sampel yang didapat menjadi nilai numerik yang dapat dimanipulasi oleh sebuah komputer. Sistem akuisisi data adalah kumpulan dari berbagai elemen-elemen elektronik yang saling bekerja sama dengan tujuan melakukan pengumpulan, penyimpanan, pengolahan data, dan penyaluran data untuk dijadikan sebagai suatu bentuk informasi yang berarti.

##### **2.1.1 Dasar – dasar Akuisisi Data**

Elemen-elemen dasar dari sistem akuisisi data berbasis personal komputer (PC) yang terdiri atas :

1. *Transducer* adalah sebuah alat yang mengubah satu bentuk daya menjadi bentuk daya lainnya untuk berbagai tujuan termasuk perubahan ukuran atau informasi
2. Pengkondisi Sinyal digunakan untuk mengkondisikan sinyal keluaran dari sensor agar bisa diolah dengan baik oleh mikrokontroler atau komputer.
3. Perangkat Keras Akuisisi Data dilakukan oleh *Analog to Digital Converter (ADC)* yang masuk dalam fitur AT Mega 328. Perangkat ADC akan mengolah sinyal keluaran dari sensor dan pengkondisi sinyal yang masih berupa data analog untuk dikonversikan menjadi data digital untuk input ke Mikrokontroler dan Personal Komputer. Alur dari sistem akuisisi data berbasis *personal computer (PC)* yang dapat dilihat pada Gambar 2.1.



**Gambar 2.1** Elemen – elemen Akuisisi Data

## 2.2 Referensi Jenis Tanaman [3]

Adapun jenis tanaman yang kami kumpulkan sebagai referensi petani untuk dapat mencocokkan data karakteristik lahan pertanian dengan data karakteristik tanaman pada *web* sebagai berikut :

### 2.2.1 Gandum

Gandum (*Triticum tcc.*) merupakan tanaman sereal penting ketiga di dunia setelah padi dan jagung. Tanaman C3 ini dapat beradaptasi baik pada daerah dingin. Suhu optimum untuk pertumbuhan gandum berkisar antara 20-25°C, sedangkan suhu tanah *minimum* yang dibutuhkan adalah 2-4°C. Secara agronomis, gandum di Indonesia dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik pada lokasi dengan ketinggian > 1.000 di atas permukaan laut (dpl), atau dataran rendah dengan karakteristik lahan beriklim kering dan suhu < 25°C. Gambar tanaman gandum dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.2** Tanaman Gandum

Syarat tumbuh dari tanaman gandum, pada dasarnya tanaman gandum dapat beradaptasi secara luas dipermukaan bumi, mulai dari dekat khatulistiwa sampai 60°LU dan 40°LS. Daerah-daerah penyebarannya adalah 30-60°LU dan 25-40°LS. Di Indonesia gandum ditanam di daerah pegunungan diatas 800 meter diatas permukaan laut (dpl). Suhu minimum untuk pertumbuhan adalah 2-4°C, suhu optimum

sekitar 20-25°C sedangkan suhu maksimum 37°C. Umumnya tanaman gandum membutuhkan curah hujan minimum 250 mm, curah hujan selama periode hidupnya diperlukan untuk mendorong pertumbuhan dan perkembangan. Penggunaan air tanaman ini ditentukan oleh waktu tanam, jumlah benih yang disemai, varietas dan kombinasi diantara faktor-faktor tersebut. Tanaman gandum banyak ditanam pada daerah-daerah dengan kisaran curah hujan 350–1.250 mm. Curah hujan efektif untuk pertanaman gandum adalah 825 mm per tahun akan memberikan produksi yang tinggi, dengan pelaksanaan pergiliran tanaman dan pembuatan saluran irigasi. Intensitas radiasi surya mempengaruhi semua komponen hasil yaitu : pertumbuhan, jumlah malai persatuan luas, jumlah bulir isi per malai dan rata-rata bobot bulir. Pembentukan malai yang *maksimum* selain tergantung pada varietasnya juga akan sangat tergantung pada tingkat intensitas radiasi surya pada masa pertumbuhan. Makin tinggi intensitas radiasi surya maka akan mempertinggi pembentukan malai dan sama pula terjadi pada laju fotosintesis.

### 2.2.2 Jagung

Jagung selain untuk keperluan pangan, juga digunakan untuk bahan baku industri pakan ternak, maupun ekspor. Teknologi produksi jagung sudah banyak dihasilkan oleh lembaga penelitian dan pengkajian lingkup Badan Litbang Pertanian maupun Perguruan Tinggi, namun belum banyak diterapkan di lapangan. Penggunaan pupuk urea misalnya ada yang sampai 600 kg/ha jauh lebih tinggi dari kisaran yang seharusnya diberikan yaitu 350-400 kg/ha. Teknologi pasca panen yang masih sederhana mengakibatkan kualitas jagung di tingkat petani tergolong rendah sehingga harganya menjadi rendah. hal ini dikarenakan petani pada umumnya menjual jagungnya segera setelah panen. Gambar tanaman jagung dapat dilihat pada Gambar 2.3.



**Gambar 2.3** Tanaman Jagung

Syarat tumbuh tanaman jagung dapat dibudidayakan di dataran rendah maupun dataran tinggi, pada lahan sawah atau tegalan. Iklim yang dikehendaki oleh sebagian besar tanaman jagung adalah daerah-daerah beriklim sedang hingga daerah beriklim sub-tropis/tropis yang basah. Jagung dapat tumbuh di daerah yang terletak antara 0-50°LU hingga 0-40°LS. Pada lahan yang tidak beririgasi, pertumbuhan tanaman ini memerlukan curah hujan ideal sekitar 85-200 mm/bulan dan harus merata. Pertumbuhan tanaman jagung sangat membutuhkan sinar matahari. Tanaman jagung yang ternaungi, pertumbuhannya akan terhambat/ merana, dan memberikan hasil biji yang kurang baik bahkan tidak dapat membentuk buah. Suhu yang dikehendaki tanaman jagung antara 21-34 °C, akan tetapi bagi pertumbuhan tanaman yang ideal memerlukan suhu optimum antara 23-27 °C. Pada proses perkecambahan benih jagung memerlukan suhu yang cocok sekitar 30°C.

### 2.2.3 Kacang Tanah

Tanaman kacang tanah (*Arachis hypogaea L.*) berasal dari Amerika Selatan, diperkirakan dikawasan sekitar Bolivia, Brasil dan Peru. Tanaman kacang tanah telah dibudidayakan sejak tahun 1500 sebelum masehi, terutama oleh orang Indian di Amerika Selatan Kacang tanah mempunyai dua tipe pertumbuhan yang berbeda yaitu tipe tegak dan menjalar. Tipe tegak lebih disenangi oleh petani karena berumur genjah yaitu 100-120 hari dan saat panen lebih mudah. Sedangkan tipe menjalar berumur panjang yaitu 5-6 bulan dan ginofornya menyebar menurut arah menyebarnya cabang tanaman. Gambar tanaman kacang tanah dapat dilihat pada Gambar 2.4.



**Gambar 2.4** Tanaman Kacang Tanah

Curah hujan yang sesuai untuk tanaman kacang tanah antara 800-1.300 mm/tahun. Hujan yang terlalu keras akan mengakibatkan rontok

dan bunga tidak terserbuki oleh lebah. Selain itu, hujan yang terus-menerus akan meningkatkan kelembapan di sekitar pertanaman kacang tanah. Suhu udara bagi tanaman kacang tanah tidak terlalu sulit, karena suhu udara minimal bagi tumbuhnya kacang tanah sekitar 28–32 °C. Bila suhunya di bawah 10°C menyebabkan pertumbuhan tanaman sedikit terhambat, bahkan jadi kerdil dikarenakan pertumbuhan bunga yang kurang sempurna. Kelembapan udara untuk tanaman kacang tanah berkisar antara 65-75 %. Adanya curah hujan yang tinggi akan meningkatkan kelembapan terlalu tinggi di sekitar pertanaman. Penyinaran sinar matahari secara penuh amat dibutuhkan bagi tanaman kacang tanah, terutama kesuburan daun dan perkembangan besarnya kacang.

#### **2.2.4 Kedelai**

Kedelai, atau kacang kedelai, adalah salah satu tanaman polong-polongan yang menjadi bahan dasar banyak makanan dari Asia Timur seperti kecap, tahu, dan tempe. Kedelai merupakan sumber utama protein nabati dan minyak nabati dunia. Penghasil kedelai utama dunia adalah Amerika Serikat meskipun kedelai praktis baru dibudidayakan masyarakat di luar Asia setelah 1910. Gambar kacang kedelai dapat dilihat pada Gambar 2.5.



**Gambar 2.5** Kacang Kedelai

Syarat tumbuh tanaman kedelai dapat tumbuh baik ditempat yang berhawa panas, ditempat-tempat terbuka dan bercurah hujan 100 – 400 mm<sup>3</sup> per bulan. Oleh karena itu, kedelai kebanyakan ditanam didaerah yang terletak kurang dari 400 m diatas permukaan laut dan jarang sekali ditanam didaerah yang terletak kurang dari 600 m diatas permukaan laut. Jadi tanaman kedelai akan tumbuh baik jika ditanam didaerah beriklim kering. Pertumbuhan optimum tercapai pada suhu 20 -25°C. Suhu 12 –

20°C adalah suhu yang sesuai bagi sebagian besar proses pertumbuhan tanaman, tetapi dapat menunda proses perkecambahan benih dan pemunculan kecambah, serta pembungaan dan pertumbuhan biji. Pada suhu yang lebih tinggi dari 30°C, fotorespirasi cenderung mengurangi hasil fotosintesis. Rata-rata curah hujan tiap tahun yang cocok bagi kedelai adalah kurang dari 200 mm dengan jumlah bulan kering 3-6 bulan dan hari hujan berkisar antara 95-122 hari selama setahun Volume air yang terlalu banyak tidak menguntungkan, karena akan mengakibatkan akar membusuk. Kualitas, intensitas dan lamanya penyinaran merupakan segi energi radiasi yang penting. Spektrum penuh sinar matahari umumnya sangat menguntungkan pertumbuhan tanaman. Tanaman lebih mampu tumbuh baik pada intensitas cahaya agak redup dibandingkan jika hari terang penuh.

### 2.2.5 Padi

Padi (*Oryza sativa L.*) merupakan salah satu tanaman budidaya terpenting dalam peradaban. Meskipun terutama mengacu pada jenis tanaman budidaya, padi juga digunakan untuk mengacu pada beberapa jenis dari marga (*genus*) yang sama, yang biasa disebut sebagai padi liar. Produksi padi dunia menempati urutan ketiga dari semua *serealia*, setelah jagung dan gandum. Namun, padi merupakan sumber karbohidrat utama bagi mayoritas penduduk dunia. Gambar tanaman padi dapat dilihat pada Gambar 2.6.



**Gambar 2.6** Tanaman Padi

Syarat utama yang harus di penuhi untuk menanam padi sawah adalah kebutuhan air yang harus tercukupi. Jika tidak maka pertumbuhan padi sawah yang di tanam akan terhambat dan produktivitasnya. Sesuai dengan namanya, padi sawah, maka tanaman padi jenis ini harus di tanam

di sawah dengan ketinggian optimal 0 – 1500 meter diatas permukaan laut. Padi sawah ditanam di tanah berlumpur yang subur dengan ketebalan 18 – 22 cm. Tanah yang cocok untuk areal persawahan adalah tanah berlempung yang berat atau tanah yang memiliki lapisan keras 30 cm dibawah permukaan tanah sehingga air dapat tertampung diatasnya dan menciptakan lumpur. Iklim. Padi sawah dapat tumbuh dalam iklim yang beragam, terutama di daerah dengan cuaca panas, kelembapan tinggi dengan curah hujan 200 mm/bulan atau 1500-2000 mm/tahun. Tanaman padi dapat tumbuh baik pada suhu 23°C. Intensitas cahaya matahari harus penuh sepanjang hari tanpa ada naungan. pH tanah harus berkisar antara 4,0 – 7,0. pH tanah yang tinggi atau diatas 7,0 akan mengurangi hasil produksi.

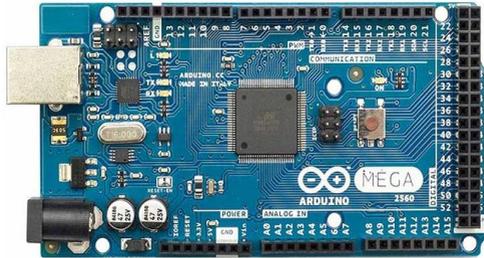
### 2.3 Arduino Mega [4]

digunakan salah satu produk arduino yang dikenal dengan nama arduino mega 2560 R3.

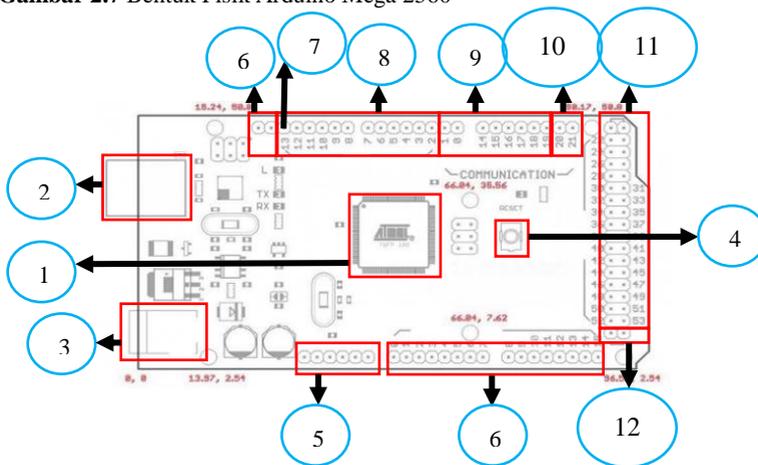
Arduino mega 2560 seperti yang ditunjukkan pada gambar 2.2 adalah sebuah *board* mikrokontroler yang berbasis pada IC ATmega 2560. Arduino mega 2560 memiliki 54 buah pin digital yang dapat digunakan sebagai *input* ataupun *output*. Dari 54 buah pin tersebut, 15 pin di antaranya dapat digunakan sebagai *output Pulse Width Modulation* (PWM), memiliki 16 buah pin analog *input*, 4 buah pin UARTs yang berfungsi sebagai port serial *hardware*, sebuah osilator kristal 16 MHz, sebuah *jack female* untuk koneksi USB, *jack female* adaptor, dan sebuah tombol *reset*.

Dalam tugas akhir ini IC mikrokontroler yang digunakan adalah ATmega 2560. mikrokontroler ATmega 2560 berbentuk persegi dengan jumlah pin sebanyak 100 buah pin. ATmega 2560 memiliki kemampuan untuk mengeksekusi instruksi program dalam satu siklus *clock* tunggal, sehingga ATmega 2560 mampu mengoptimalkan konsumsi daya dibandingkan kecepatan pemrosesan program.

Bentuk fisik Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.7 dan Alokasi penempatan pin Arduino Mega 2560 dapat dilihat pada Gambar 2.8.



**Gambar 2.7** Bentuk Fisik Arduino Mega 2560



**Gambar 2.8** Alokasi Penempatan Pin Arduino Mega 2560

Dari Gambar 2.8 didapatkan keterangan alokasi penempatan pin Arduino Mega 2560 yang dapat dilihat pada Tabel 2.1 sebagai berikut :

**Tabel 2.1** Keterangan Pin Arduino Mega 2560

No	Parameter	Keterangan
1	Atmega 2560	IC mikrokontroler yang digunakan pada Arduino mega 2560.
2	Jack USB	Untuk komunikasi mikrokontroler dengan <i>Personal Computer (PC)</i>
3	Jack Adaptor	Masukan <i>power</i> eksternal bila arduino bekerja sendiri (tanpa komunikasi dengan PC melalui kabel serial USB).

No	Parameter	Keterangan
4	Tombol <i>Reset</i>	Tombol <i>reset</i> internal yang digunakan untuk mereset Arduino.
5	Pin <i>Power</i>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Vin</i> = masukan tegangan <i>input</i> bagi arduino ketika menggunakan sumber daya eksternal.</li> <li>2. 5V = sumber tegangan yang dihasilkan regulator <i>internal board</i> Arduino.</li> <li>3. 3,3 V = sumber tegangan yang dihasilkan regulator <i>internal board</i> Arduino. Arus maksimal pada pin ini adalah 50 mA.</li> <li>4. GND = pin <i>ground</i> dari regulator tegangan <i>board</i> Arduino.</li> <li>5. IOREF = tegangan referensi.</li> <li>6. AREF = tegangan referensi untuk <i>input</i> analog.</li> </ol>
6	Pin Analog	Menerima <i>input</i> dari perangkat analog lainnya.
7	<i>Light Emitting Diode (LED)</i>	Pin digital 13 merupakan pin yang terkoneksi dengan LED internal Arduino.
8	Pin <i>PWM</i>	Arduino mega menyediakan 8 Bit output PWM. Gunakan fungsi <i>Analog Write ()</i> untuk mengaktifkan pin PWM ini.
9	Pin Serial	Digunakan untuk menerima dan mengirimkan data serial TTL ( <i>Receiver (Rx)</i> , <i>Transmitter (Tx)</i> ). Pin 0 dan 1 sudah terhubung kepada pin serial USB to TTL sesuai dengan pin Atmega.
10	Pin <i>Two Wire Interface(TWI)</i>	Terdiri dari <i>serial data line (SDA)</i> dan <i>serial interface clock (SCL)</i> .
11	Pin <i>Digital</i>	Pin yang digunakan untuk menerima input digital dan memberi output berbentuk digital ( 0 dan 1 atau <i>low</i> dan <i>high</i> ).
12	Pin <i>Serial Peripheral Interface (SPI)</i>	<p>Terdiri dari 4 buah pin :</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. <i>Master In Slave Out (MISO)</i>. Jalur <i>slave</i> untuk mengirimkan data ke master.</li> <li>2. <i>Master Out Slave In (MOSI)</i>. Jalur <i>master</i> untuk mengirimkan data ke peralatan.</li> </ol>

No	Parameter	Keterangan
12	Pin <i>Serial Peripheral Interface (SPI)</i>	3. <i>Serial Clock (SCK)</i> . <i>Clock</i> yang berfungsi memberikan denyut pulsa ketika sedang menyinkronkan transmisi data oleh master. 4. <i>Slave Select (SS)</i> .

### 2.3.1 Pemrograman Arduino IDE

Pemrograman Arduino IDE Adalah sebuah *software* untuk menulis program, meng-*compile* menjadi kode biner dan meng-*upload* ke dalam memori mikrokontroler. Ada banyak proyek dan alat-alat yang dikembangkan oleh akademisi dan profesional dengan menggunakan Arduino, selain itu juga ada banyak modul-modul pendukung (sensor, tampilan, penggerak dan sebagainya) yang dibuat oleh pihak lain untuk bisa disambungkan dengan Arduino. Arduino berevolusi menjadi sebuah *platform* karena ia menjadi pilihan dan acuan bagi banyak praktisi. Salah satu yang membuat Arduino memikat hati banyak orang adalah karena sifatnya yang *open source*, baik untuk *hardware* maupun *software*-nya. Desain *hardware*, bahasa pemrograman dan IDE Arduino yang berkualitas tinggi dan sangat berkkelas mestinya menjadi hal yang dapat diandalkan dalam dunia IT. Saat ini *software* Arduino yang digunakan adalah *driver* dan IDE, walaupun masih ada beberapa *software* lain yang sangat berguna selama pengembangan Arduino. Gambar tampilan *software* Arduino IDE dapat dilihat pada Gambar 2.9.



**Gambar 2.9** *Software* Arduino IDE

### 2.3.2 ADC pada Arduino Mega 2560

ADC atau kependekan dari *Analog to Digital Converter* pada Arduino terletak pada *port c* yang terdiri dari pin 0-15. Seberapa tepat sinyal analog yang dipetakan secara digital tergantung pada interval bit ADC-nya. Pada Arduino Mega 2560 interval binernya terdiri dari 10bit yang berarti mampu mengubah tegangan masuk 0-5 VDC menjadi interval 0-1023 dalam desimal ADC. Dengan demikian setiap 1 desimal ADC berarti 4,59 miliVolt.

### 2.3.3 Sensor Intensitas Cahaya (BH1750)

Sensor Intensitas Cahaya BH1750 adalah sensor cahaya digital yang memiliki keluaran sinyal digital, sehingga tidak memerlukan perhitungan yang rumit. Sensor BH1750 ini lebih akurat dan lebih mudah digunakan jika dibandingkan dengan sensor lain seperti *photodiode* dan LDR yang memiliki keluaran sinyal analog dan perlu melakukan perhitungan untuk mendapatkan data intensitas. Sensor cahaya digital BH1750 ini dapat melakukan pengukuran dengan keluaran lux (lx) tanpa perlu melakukan perhitungan terlebih dahulu. Lux adalah satuan metrik ukuran cahaya pada suatu permukaan. Cahaya rata-rata yang dicapai adalah rata-rata tingkat lux pada berbagai titik pada area yang sudah ditentukan. Satu lux setara dengan satu lumen per meter persegi. Lumen (lm) adalah kesetaraan fotometrik dari Watt, yang memadukan respon mata “pengamat standar”. 1 Watt = 683 lumens pada panjang gelombang 555 nm.

Intensitas cahaya disetiap kondisi dan lingkungan sebagai berikut:

- Malam: 0,001—0,02
- Berawan dalam ruangan: 5 - 50
- Berawan luar ruangan: 50 - 500
- Cerah dalam ruangan: 100--1000
- Cerah luar ruangan :1000—5000

Modul sensor BH1750 terdiri dari pin SCL, SDA, Vcc, Gnd, dan ADDR dapat dilihat pada Gambar 2.10



**Gambar 2.10** Sensor Modul BH1750

BH1750 memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- *Supply* : 5 V
- Resolusi : 0-65535 lux
- Antarmuka : IC
- *Chip* sensor : BH1750FVI
- Jenis *output* : Digital
- Ukuran : 13,9x18,5 mm

#### 2.3.4 Sensor Curah Hujan

Sensor Curah Hujan adalah perangkat *switching* yang diaktifkan oleh curah air. Sensor hujan bisa juga disebut sensor air, fungsi dari sensor ini adalah mendeteksi adanya air. Sensor ini menggunakan panel sebagai *detector* atau pendeteksi airnya. Cara kerja dari sensor hujan ini pada saat air hujan mengenai panel sensor, maka akan terjadi proses elektrolisis oleh air hujan tersebut karena air hujan termasuk kedalam cairan elektrolit yaitu cairan yang dapat menghantarkan arus listrik, meskipun sangat kecil dan proses ini akan menyebabkan keadaan aktif yang akan mengaktifkan *relay*. Untuk *output* analog (AO) dari modul sensor hujan, ketika dihubungkan dengan salah satu *input* analog dari Arduino, maka mikrokontroler dapat membaca tegangan analog antara 0 dan 5 Volt untuk memproses angka antara 0 dan 1023, dimana 0 mewakili 0 Volt, dan 1023 mewakili 5 Volt. Jika lempeng sensor modul curah hujan ini dalam keadaan kering keluaran analog (AO) dari modul 5V. Selama hujan, elemen sensor yang ditetesi oleh air hujan akan berpengaruh pada keluaran analog, secara bertahap berubah dari 5V ke 0V berdasarkan tingkat kelembapan. Dengan ini sensor akan memberikan informasi antara ada atau tidaknya hujan dengan cara analog, membantu kita untuk menentukan apakah hujan ringan atau deras dengan menganalisis sinyal analog yang dikeluarkan. Lempengan sensor hujan YL-83 dan modul pengkondisian sinyal YL-39 dapat dilihat pada Gambar 2.11.



**Gambar 2.11** Sensor Curah Hujan dengan Modul

Sensor curah hujan ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- *Supply* : 3,5V-5V
- Urutan antar muka : VCC, GND, DO, AO
- Jenis *output* : Digital dan Analog
- Ukuran : 3,2cmx1,4cm

### 2.3.5 Sensor Temperatur dan Kelembapan Udara (DHT 22)

DHT22 adalah sensor digital yang dapat mengukur temperatur dan kelembapan udara di sekitarnya. Alasan menggunakan DHT22 karena kami membutuhkan data temperatur dan kelembapan udara di lingkungan sekitar lahan yang akan digunakan. Sensor ini sangat mudah digunakan bersama dengan Arduino. Memiliki tingkat stabilitas yang sangat baik serta fitur kalibrasi yang sangat akurat. Koefisien kalibrasi disimpan dalam OTP program *memory*, sehingga ketika internal sensor mendeteksi sesuatu, maka modul ini menyertakan koefisien tersebut dalam kalkulasinya.

DHT22 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. Sensor DHT22 dengan modul terdiri dari pin Data, Vcc, dan Gnd dapat dilihat pada Gambar 2.12



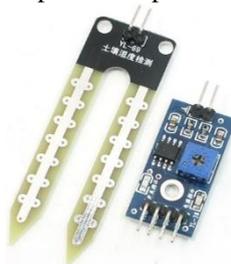
**Gambar 2.12** Sensor DHT 22 dengan Modul

Sensor Dht22 ini memiliki spesifikasi sebagai berikut :

- *Supply* : 5V
- Jarak temperatur berkisar -40-80°C/ dengan error  $<\pm 0,5^{\circ}\text{C}$
- Jarak kelembapan berkisar 0-100%RH/ dengan error  $\pm 2\% \text{RH}$
- Waktu respon temperatur : Min 6s max 20s
- Waktu respon kelembapan : 1m/s di udara
- Urutan antar muka : VCC, GND, S
- Ukuran : 38x20 mm

### 2.3.6 Sensor Kelembapan Tanah

Sensor kelembapan tanah ini merupakan *electrical resistance* sensor. Sensor ini terdiri dari dua elektroda sehingga sensor kelembapan tanah ini dapat membaca kadar air di sekitarnya. Alasan menggunakan sensor ini karena setiap tanaman memiliki kriteria yang berbeda-beda, ada yang dapat tumbuh pada kondisi tanah yang lembap namun ada pula yang tak dapat hidup dalam kondisi tanah yang lembap. Cara kerja dari sensor ini, Arus akan dilewatkan pada elektroda melalui tanah dan perlawanan terhadap arus dalam tanah akan menentukan nilai kelembapan tanah. Di sisi lain ketika kelembapan tanah rendah modul sensor pada *output* tingkat resistensinya akan tinggi sementara jika kelembapan tanah tinggi tingkat resistansinya akan rendah. Pada sensor ini terdapat *driver* untuk masukan tegangan serta keluaran sehingga sensor ini memiliki dua *output* yaitu digital dan analog. Keluaran digital yang mudah digunakan namun tidak seakurat *output* analog. *Probe* sensor kelembapan YL-69 dan modul pengkondisian sinyal YL-39 dapat dilihat pada Gambar 2.13.



**Gambar 2.13** Sensor YL-69 dengan Modul

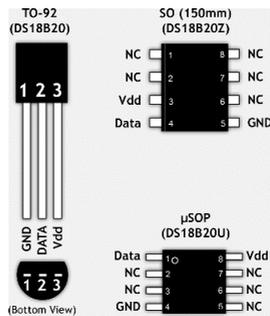
Berikut ini adalah spesifikasi dari sensor kelembapan tanah :

- *Supply* : 5V
- Arus : 35mA
- Jenis output : Analog dan Digital
- Ukuran modul : 3,0cm x 1,6cm
- Ukuran probe : 6,0cm x 3,0cm

### 2.3.7 Sensor Temperatur (DS18B20)

Banyak sensor suhu yang dipakai dalam implementasi sistem instrumentasi, salah satu contohnya adalah DS18B20. Alasan menggunakan DS18B20 karena kami membutuhkan data temperatur tanah di lingkungan sekitar lahan yang akan digunakan, dan tanah

merupakan faktor eksternal terpenting sebagai penunjang perkembangan tumbuhan. Sensor suhu DS18S20 ini telah memiliki keluaran digital meskipun bentuknya kecil, cara untuk mengaksesnya adalah dengan metode serial *one-wire*. Sensor ini sangat menghemat pin *port* mikrokontroler, karena 1 pin *port* mikrokontroler dapat digunakan untuk berkomunikasi dengan beberapa *device* lainnya. Sensor ini juga memiliki tingkat akurasi cukup tinggi, yaitu 0,5°C pada rentang suhu 10°C hingga +85°C, sehingga banyak dipakai untuk aplikasi sistem pemantauan suhu. Aplikasi-aplikasi yang berhubungan dengan sensor seringkali membutuhkan ADC dan beberapa pin *port* mikrokontroler namun pada DS18B20 ini tidak dibutuhkan ADC agar dapat berkomunikasi dengan mikrokontroler. Gambar sensor DS18B20 terdiri dari pin data, Vcc, dan Gnd, dapat dilihat pada Gambar 2.14. sedangkan sensor DS18B20 yang diberi pelindung tahan air dapat dilihat pada Gambar 2.15.



**Gambar 2.14** Sensor DS18B20



**Gambar 2.15** Sensor DS18B20 dengan Pelindung Tahan Air

Berikut ini adalah spesifikasi dari sensor DS18B20 :

- *Supply* : 3,5V-5V
- Jarak temperatur berkisar  $-55^{\circ}\text{C}$  sampai  $125^{\circ}\text{C}$  dengan *error*  $<\pm 0.5^{\circ}\text{C}$
- Menggunakan antarmuka *one-wire* hanya membutuhkan satu pin digital untuk komunikasi
- Urutan antar muka : VCC, GND, DATA
- Tabung baja stainless berdiameter 6mm dengan panjang 35mm, Diameter kabel: 4mm, Panjang.

## 2.4 Raspberry pi 3 [5]

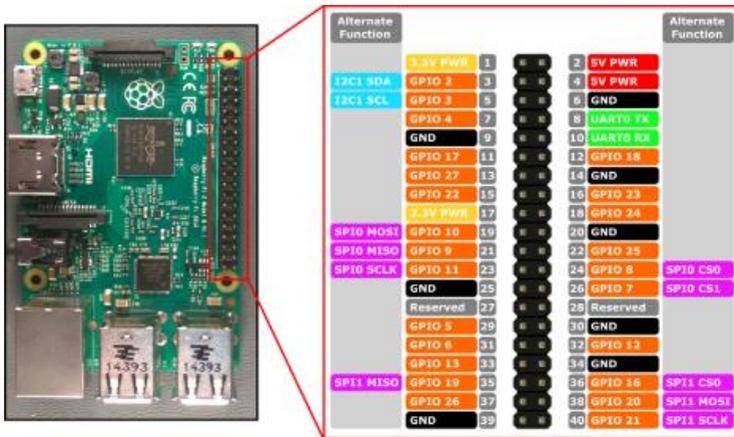
Raspberry Pi adalah modul mikrokomputer yg juga mempunyai *input output* digital port seperti pada board mikrokontroler. Diantara kelebihan Raspberry Pi dibanding *board* mikrokontroler yg lain yaitu mempunyai Port/koneksi untuk *display* berupa TV atau Monitor PC serta koneksi USB untuk *Keyboard* serta *Mouse*

Raspberry yang digunakan pada tugas akhir kami adalah Raspberry pi 3. Raspberry Pi 3 merupakan generasi ketiga dari keluarga Raspberry Pi. Kelebihan dari raspberry pi 3 dibandingkan dengan generasi yang sebelumnya adalah :

- A 1,2GHz 64-bit quad-core ARMv8 CPU
- 802,11n *Wireless LAN*
- *Bluetooth* 4.1
- *Bluetooth Low Energy* (BLE)

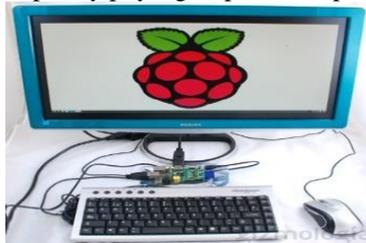
Spesifikasi yang terdapat pada raspberry pi 3 ini sama dengan raspberry pi 2 yaitu memiliki 1GB RAM , 4 USB *port* , 40 GPIO pins ,*Full HDMI port*

*Ethernet port*, *Combined 3,5mm audio jack* and *composite video*, *Camera interface* (CSI), *Display interface* (DSI),*Micro SD card slot* (*now push-pull rather than push-push*) dan *VideoCore IV 3D graphics core*. Pada Gambar 2.16 akan ditunjukkan bentuk dari Raspberry pi 3 serta pin-pin yang terdapat pada Raspberry pi 3.



**Gambar 2.16** Bentuk Fisik dan Pin dari Raspberry pi

Untuk menggunakan Raspberry pi kita memerlukan *operating system* (contoh OS : windows, linux, mac ,Unix dst) yang dijalankan dari SD card pada *board* Raspberry tidak seperti pada *board* mikrokontroler AVR yg selama ini kita pakai tanpa OS . *Operating system* yang banyak dipakai antara lain linux distro raspbian . OS disimpan di SD card dan saat proses *boot* OS hanya bisa dari SD card tidak dari lokasi lain. Pada Gambar 2.17 adalah Raspberry pi yang siap untuk dipakai



**Gambar 2.17** Raspberry pi 3 dengan OS Linux

### 2.4.1 Linux

Linux adalah sistem operasi berbasis *open source*. *Open source* adalah suatu istilah yang digunakan untuk *software* (perangkat lunak) yang membuka atau membebaskan *source* kodenya dapat dilihat oleh penggunanya, dan membiarkan penggunanya dapat melihat bagaimana cara kerja dari *software* tersebut serta penggunanya juga dapat

memperbaiki atau mengembangkan *software* tersebut menjadi lebih baik lagi.

#### 2.4.2 Pemrograman *Python*

*Python* ditemukan oleh Guido van Rossum. Bahasa *Python* merupakan bahasa pemrograman yang dikategorikan *highlevel language*. Berbeda dengan *low level language*, *High level language* tidak dapat langsung dijalankan oleh mesin, perlu diproses terlebih dahulu agar dapat dijalankan oleh mesin. Program atau *script Python* dapat langsung dieksekusi, tidak perlu proses compiling ke kode mesin. Dalam *Python*, pemrograman tidak perlu menegaskan sebuah variabel berupa *number*, *list*, atau *string*. *Python* merupakan *open source software*. Bahasa pemrograman *python* masih dikembangkan dan diperbaiki.

#### 2.5 *Website Database* [6]

Situs web adalah halaman informasi yang disediakan melalui jalur internet sehingga bias diakses seluruh dunia selama terkoneksi dengan jaringan internet. Sebuah *Web page* adalah dokumen yang ditulis dalam format HTML (*Hyper Text Markup Language*), yang hampir selalu bisa diakses melalui HTTP, yaitu protokol yang menyampaikan informasi dari *server website* untuk ditampilkan kepada para pemakai melalui *web browser*. Semua publikasi dari *website-website* tersebut dapat membentuk sebuah jaringan informasi yang sangat besar. *Web page* layaknya sebuah buku yang dapat menampung berbagai informasi tentang banyak hal baik bersifat komersil maupun non komersil. Melalui media web inilah seseorang dapat memberikan informasi tertentu kepada orang lain yang berada di seluruh dunia.

*cPanel* adalah sebuah *control panel web hosting* yang memberikan tampilan grafis dan peralatan automasi yang dibuat untuk memudahkan proses *hosting* di sebuah situs web. *cPanel* menggunakan 3 tingkat struktur untuk memberikan fungsi administrator, agen, dan pemilik situs web untuk mengatur berbagai macam aspek dari situs web dan administrasi server melalui sebuah penjelajah *web standard*. Selain memberikan *Guide User Interface* untuk memudahkan pengguna, *cPanel* juga dilengkapi dengan perintah dalam teks dan berdasarkan API agar vendor perangkat lunak pihak ketiga, organisasi *web hosting* dan pengembang untuk automasi sistem standar proses administrasinya. *Cpanel* juga memiliki aplikasi-aplikasi yang berfungsi untuk pembuatan

*database* tergolong mudah yaitu dengan menggunakan *MySQL* dan *Phpmyadmin*

### 2.5.1 *MySQL*

*SQL* adalah kepanjangan dari *Structured Query Language* yang artinya bahasa terstruktur yang digunakan untuk mengolah *database*. *MySQL* merupakan sistem manajemen *database* yang bersifat *open source*.

*MySQL* digunakan untuk membuat dan mengelola *database* beserta isinya, seperti menambahkan, mengubah, dan menghapus data. *MySQL* juga bersifat relational, artinya data-data yang dikelola akan diletakkan pada beberapa tabel terpisah, sehingga proses manipulasi data akan menjadi lebih cepat.

### 2.5.2 *Phpmyadmin*

*Phpmyadmin* adalah sebuah aplikasi *open source* yang berfungsi untuk memudahkan manajemen *MySQL*. Dengan menggunakan *Phpmyadmin*, maka dapat membuat *database*, membuat tabel, meng-*insert*, menghapus dan meng-*update* data dengan GUI dan terasa lebih mudah, tanpa perlu mengetikkan perintah *SQL* secara manual.

## 2.6 Aki [7]

Aki merupakan baterai yang biasanya digunakan dalam sistem panel surya (*solar cell*). *Accu* berfungsi untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh *solar cell* saat pagi sampai sore hari. *Accu* atau aki (baterai) dapat merubah energi kimia menjadi energi listrik. Penggunaan *accu* akan dilakukan pada malam hari, dimana sinar matahari untuk sumber energi *solar cell* mulai berkurang. *Accumulator* dapat diisi ulang saat pagi sampai siang hari, dimana *solar cell* bekerja dengan maksimal (dengan sumber energi sinar matahari mencukupi). Maka itu penggunaan baterai *accu* ini efisien dalam sistem *solar cell* atau modul surya. Baterai merupakan komponen atau perangkat yang berguna untuk menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh sumber (*solar cell*), sebelum arus listrik disalurkan menuju alat – alat elektronik atau beban .

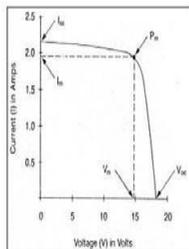
Pada baterai terdapat 2 jenis elemen (yang merupakan sumber arus DC) yaitu elemen primer dan elemen sekunder. *Accumulator* termasuk ke dalam elemen sekunder, dan dalam penggunaannya elemen sekunder harus terlebih dahulu diisi (dialirkan arus) atau diberi muatan secara kontinyu sebelum digunakan pada beban. Dalam *accumulator* berlangsung proses elektrokimia reversibel (bolak – balik) dengan efisiensi yang tinggi. Dimana saat digunakan sebagai *supply* pada beban,

pada *accu* terjadi proses perubahan energi kimia menjadi energi listrik (*discharging*) dan pada saat diisi atau diberi muatan terjadi proses perubahan dari energi listrik menjadi energi kimia (*charging*). Kapasitas pada baterai (*accumulator*) disimbolkan dengan satuan AH (*Ampere Hour*), dengan arti setiap *ampere* berlaku untuk 1 jam pengisian untuk beban (*supply*). Sebagai contoh, 4 AH berarti bahwa baterai atau *accu* dapat menyuplai beban sebesar 4 Ampere selama 1 jam, atau sebesar 1 ampere selama 4 jam.

## 2.7 Solar Cell [8]

Sel Surya (*Solar Cell*) diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon berperan sebagai isolator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas.

Sel surya dalam menghasilkan listrik tidak tergantung pada besaran luas bidang silikon, dan secara konstan menghasilkan energi berkisar  $\pm 0,5$  V *maksimum* 600 mV pada 2 Amp, dengan kekuatan radiasi solar matahari  $1000 \text{ W/m}^2 = \text{''1 Sun''}$  akan menghasilkan arus listrik (I) sekitar 30 mA/cm<sup>2</sup> per sel surya. I-V Curve (Gambar 2.18) menggambarkan keadaan sebuah sel surya beroperasi secara ormal. Sel surya menghasilkan energi maximum jika nilai  $V_m$  dan  $I_m$  juga *maximum*.  $I_{sc}$  adalah arus listrik *maximum* pada nilai  $V = \text{nol}$ ;  $I_{sc}$  berbanding langsung dengan ketersediaan sinar matahari.  $V_{oc}$  adalah *volt maximum* pada nilai arus nol;  $V_{oc}$  naik secara logaritma dengan peningkatan sinar matahari, karakter ini yang memungkinkan sel surya untuk mengisi baterai.



Sumber: Strong, Steven J. The Solar Electric House, p. 58

$I_{sc}$  = short-circuit current

$V_{sc}$  = open-circuit voltage

$V_m$  = voltage maximum power

$I_m$  = current maximum power

$P_m$  = Power maximum-output dari PV array (watt)

**Gambar 2.18** I-V Curve

### 2.7.1 Pengoperasian *Solar Cell*

Pengoperasian sel surya (*solar cell*) agar didapatkan nilai yang maksimum sangat tergantung pada faktor berikut:

1. *Ambient air temperature*

*Solar cell* dapat bekerja secara maksimal dengan temperatur atau suhu yang normal yaitu  $25^{\circ}\text{C}$ . Suhu pada panel yang melebihi dari kondisi normal saat *operation* ini akan mengakibatkan energi listrik yang dihasilkan tidak maksimal, terutama berpengaruh terhadap *open circuit voltage* ( $V_{oc}$ ). Setiap kenaikan  $1^{\circ}\text{C}$  pada panel surya, akan mengakibatkan tegangan yang dihasilkan menurun 0,4% dari total energi yang dihasilkan per  $100^{\circ}\text{C}$ . Kenaikan temperatur sel per  $100^{\circ}\text{C}$ .

2. Radiasi sinar matahari (*Insolation*)

Radiasi atau intensitas sinar matahari juga berpengaruh besar terhadap kinerja *Solar Cell* intensitas sinar matahari banyak berpengaruh terhadap arus yang dihasilkan oleh *solar cell*.

3. Kecepatan angin bertiup

Kecepatan tiup angin di sekitar *solar cell* akan membantu untuk menjaga permukaan modul panel surya (*solar cell*) untuk tetap pada suhu normal (tidak melebihi atau kurang dari suhu normal). Karena ketika suhu pada modul panel surya tidak stabil, akan mempengaruhi kinerja *solar cell* dalam menghasilkan arus dan tegangan (serta energi listrik) yang akan digunakan untuk *supply*.

4. Keadaan atmosfer bumi

Keadaan dari atmosfer bumi (berawan, mendung), dapat mempengaruhi kinerja *solar cell* dalam menghasilkan arus listrik secara maksimal.

5. Orientasi panel atau *array solar cell*

Posisi modul panel surya atau *solar cell* (sudut atau *tilt angle*) juga mempengaruhi kinerja modul dalam mengolah sinar matahari menjadi energi listrik. Energi listrik (arus listrik dan tegangan) yang maksimal dihasilkan dengan posisi panel surya yang tegak lurus dengan cahaya atau sinar matahari. Posisi modul yang tegak lurus.

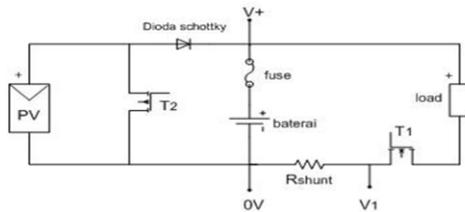
### 2.8 *Solar Charge Controller* [9]

Dalam panel surya atau *solar cell* biasanya dilengkapi dengan perangkat *solar charge controller*, perangkat ini merupakan perangkat yang paling penting dalam sistem *solar cell*. Perangkat ini digunakan

untuk mengatur atau meontrol dalam pengisian baterai oleh panel surya, supaya tidak terjadi *overcharging*. *Solar charge controller* sendiri merupakan perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan dikeluarkan dari baterai ke peralatan elektronik. Fungsi sebuah perangkat *solar charge controller* secara detail, adalah sebagai berikut:

1. Untuk mempertahankan keadaan baterai dengan mencegah terjadinya distribusi arus dan tegangan yang berlebihan pada baterai (*overcharging*) dan kelebihan *voltase* dari panel surya.
2. Untuk mengatur arus yang dibebaskan atau diambil dari baterai agar tidak *full dishcharge* dan *overloading*.
3. Untuk *monitoring* temperatur atau suhu baterai.

Rangkaian solar charge controller terdiri dari 2 jenis, yaitu rangkaian seri dan rangkaian paralel. Pada rangkaian seri letak komponen pemutus dihubungkan secara seri antara modul sel surya dengan baterai. Sedangkan pada rangkaian paralel, posisi komponen pemutus dihubungkan secara paralel antara modul sel surya dengan baterai. Gambar 2.19 merupakan contoh rangkaian *schematic solar charge controller* yang terhubung secara serial. Gambar rangkaian *Schematic Solar Charge Controller* dapat dilihat pada Gambar 2.19.



**Gambar 2.19** Rangkaian *Schematic Solar Charge Controller*

*Solar Charge Controller* ada yang bertipe PWM (*Pulse Width Modulation*) dan MPPT (*Max Power Point Tracker*). *Solar Charge Controller* tipe PWM atau *Pulse Width Modulation* menggunakan teknik modulasi yang merubah data atau informasi menjadi sebuah sinyal pulsa, dan PWM ini merupakan salah satu prinsip algoritma yang difungsikan dalam sistem *solar charge controller*. Dengan perbedaan lebar antara sinyal pulsa yang bernilai 0 dan 1 seperti menciptakan sinyal sinusoidal yang bersifat kontinyu untuk pengisian baterai maupun pengisian

langsung menuju beban. Sedangkan *Solar Charge Controller* dengan tipe MPPT atau *Maximum Power Point Tracking/Tracker* efisien dalam konversi *DC to DC (Direct Current)*, pada sistem ini MPPT dapat mengambil daya maksimal dari panel surya untuk memberikan energi pada beban, dan apabila terdapat kelebihan daya maka daya tersebut akan disimpan pada baterai. Pada Gambar 2.20 ditunjukkan bentuk fisik *solar charge controller* dengan tipe MPPT.



**Gambar 2.20** Bentuk fisik *Solar Charge Controller* tipe MPPT

*Solar charge controller* memiliki 3 *output* dengan masing – masing 1 *output* terdiri dari 2 buah terminal sebagai berikut :

1. Satu *output* (2 buah terminal) pertama digunakan untuk *output* dari panel surya.
2. Satu *output* (2 buah terminal) yang kedua digunakan untuk *output* baterai atau *accumulator*.
3. Satu *output* lainnya digunakan untuk *output* langsung menuju beban.

Arus DC yang berasal dari baterai atau *accumulator* tidak akan kembali ke panel surya (berbalik arah) karena terdapat sebuah *diode protection* yang mengarahkan arus DC hanya berjalan dari panel surya menuju baterai atau *accu*. Ada 2 macam cara kerja atau *mode operational* pada *solar charge controller* yaitu *mode charging*, dan *mode operation* atau operasi. *Mode charging* bekerja untuk mengisi baterai atau *accu*, pengaturan arus dan tegangan diatur supaya tidak *overcharging* atau *overvoltage*. Sedangkan *mode operation solar charge controller* bekerja dan beroperasi sebagai pengatur pemberian energi listrik pada beban dari baterai atau *accu*, supaya tidak terjadi *full discharge* (baterai dalam keadaan habis daya Listrik) .

## 2.9 *Buck Converter*

*Buck Converter* berfungsi untuk mengubah level tegangan DC, baik ke level yang lebih tinggi maupun ke level yang lebih rendah. Namun

*buck konverter* mengubah polaritas dari tegangan output terhadap tegangan *input*.

## 2.10 Relay [10]

*Relay* adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. Relay juga biasa disebut sebagai komponen *electromechanical* atau elektromekanikal yang terdiri dari dua bagian utama yaitu *coil* atau elektromagnet dan kontak saklar atau mekanikal.

Komponen *relay* menggunakan prinsip elektromagnetik sebagai penggerak kontak saklar, sehingga dengan menggunakan arus listrik yang kecil atau *low power*, dapat menghantarkan arus listrik yang memiliki tegangan lebih tinggi. Gambar 2.21 merupakan bentuk dan juga simbol dari komponen *relay*:

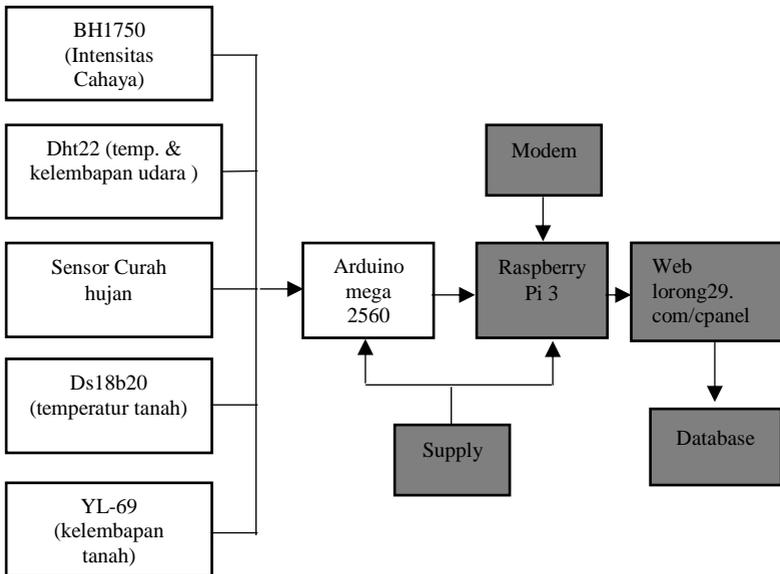


**Gambar 2.21** Bentuk *Relay* dan Simbol *Relay*

*Relay* memiliki beberapa fungsi yang cukup unik. Berikut adalah beberapa fungsi komponen *relay* saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika yaitu Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah, Menjalankan fungsi logika alias *logic function*, Memberikan fungsi penundaan waktu (*time delay function*), Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau *korsleting*.

## BAB 3 PERANCANGAN SISTEM

Bab ini membahas tentang tahapan yang dilakukan terhadap perancangan dan pembuatan tugas akhir. Penjelasan diawali dengan blok sistem pembuatan tugas akhir, kemudian perancangan perangkat keras dan diakhiri dengan perangkat lunak. Pada poin 3.3-3.5 dan 3.7 merupakan tugas penelitian Michael Jacob dan poin 3.1-3.2, 3.5 dan 3.8 merupakan tugas penelitian Adrian Arya Wardana. Dimulai dari pembahasan mengenai blok sistem pembuatan tugas akhir seperti pada Gambar 3.1.



**Gambar 3.1** Blok Sistem Pembuatan Alat Tugas Akhir

Untuk mendapatkan suatu alat yang mampu melakukan pengambilan sampel dari fenomena fisik pada lahan pertanian sekaligus memonitoringnya melalui web, di perlukan beberapa komponen pokok untuk merancang alat yang sesuai dengan harapan, yakni :

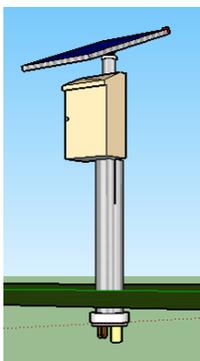
1. Sensor, berfungsi sebagai pengambil data sampel dari fenomena fisik seperti suhu, kelembapan, intensitas cahaya, dan hujan.

2. Arduino Mega 2560, mikrokontroler yang berfungsi sebagai pengendali, pengolah sinyal masuk dan keluar. Pin yang digunakan adalah pin power 5V, GND, *analog input*, *digital input*, *SCL* dan *SDA*.
3. Raspberry Pi 3, mini CPU yang berfungsi sebagai pengirim data sensor dari mikrokontroler ke web.
4. Modem, berfungsi sebagai jaringan data untuk raspberry pi yang digunakan untuk mengirim data sensor ke web.
5. *Supply*, berfungsi sebagai sumber tegangan.

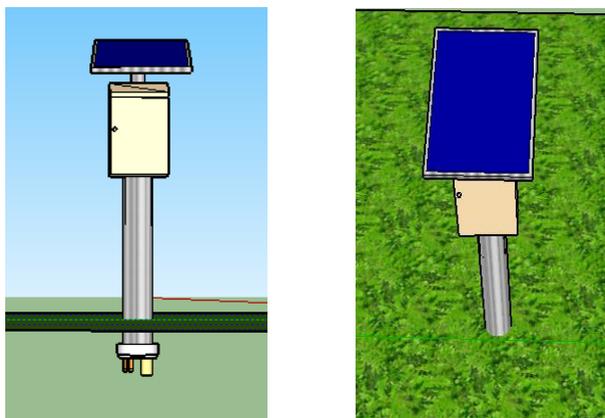
### 3.1 Perancangan Perangkat Keras Mekanik

Perancangan ini merupakan design yang dibuat oleh penulis berupa gambar 3 dimensi yang nantinya akan menjadi panduan untuk membuat alat yang sebenarnya. Pada Gambar 3.2 ditunjukkan *design* untuk alat tersebut. Alat ini nantinya akan berbentuk seperti tiang dan terbuat dari Alumunium. Sementara untuk meletakkan pusat kontrolnya, juga terdapat kotak di depan tiang seperti pada gambar 3.3. kotak ini nantinya digunakan untuk meletakkan Arduino Mega 2560, Rapberry Pi, MPPT, dan aki.

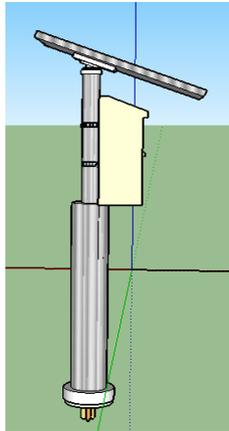
Untuk peletakan sensornya, sensor intensitas cahaya ditempatkan di atas solar panel supaya sinar matahari tidak terhalangi, lempeng sensor curah hujan diletakkan diatas *box*, sensor DHT 22 diletakkan disebelah *box* yang telah diberikan pelindung agar bila hujan tudak langsung terkena air, untuk sensor YL-69 dan DS18B20 diletakkan di bagian bawah tiang agar sensor dapat di tanam di bawah tanah. Rancangan mekanik menggunakan *Google Sketchup* dapat dilihat pada Gambar 3.2, 3.3, dan 3.4.



**Gambar 3.2** *Design* Perancangan Alat



**Gambar 3.3** *Design* Tampak Depan dan Tampak Atas



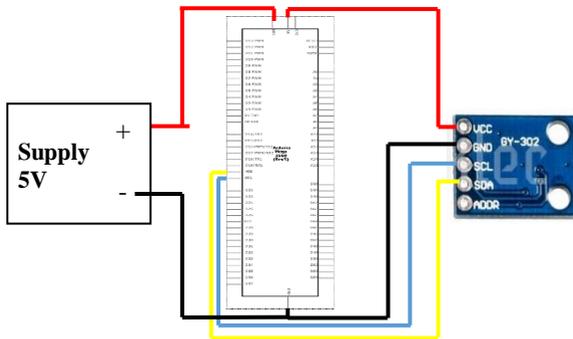
**Gambar 3.4** *Design* Tampak Samping

## 3.2 Perancangan Perangkat Keras Elektronik

Dalam perangkat elektronik, terdapat beberapa elemen yang harus disusun untuk dapat melakukan proses pengambilan data fisik pada lingkungan lahan pertanian dengan baik. Elemen-elemen tersebut adalah sebagai berikut :

### 3.2.1 Pengkabelan Sensor BH1750

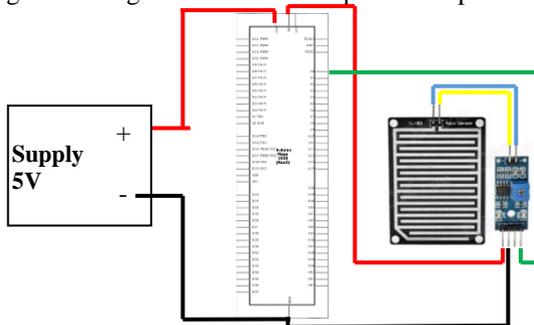
Pada tugas akhir ini digunakan sensor intensitas cahaya yang ditempatkan di atas solar panel dan telah diberi casing agar tidak langsung terkena air bila hujan. BH1750 merupakan modul sensor intensitas cahaya digital. Kami menggunakan sensor ini karena penggunaannya yang lebih mudah karena sinyal keluarannya sudah berbentuk digital sehingga tidak ada proses perhitungan/pengolahan untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560. Modul sensor harus terhubung ke Arduino melalui pin SCL dan pin SDA dari Arduino, sensor ini menggunakan pin SCL dan pin SDA karena memiliki komunikasi i2c. Kemudian pin Vcc dan GND agar modul sensor dapat aktif. Untuk gambar rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 3.5.



**Gambar 3.5** Pengkabelan Arduino Mega 2560 dengan Sensor BH1750

### 3.2.2 Pengkabelan Sensor Curah Hujan

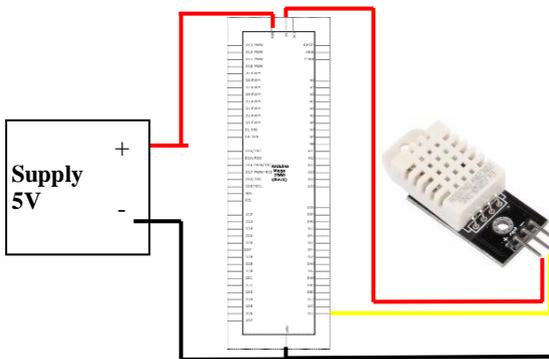
Pada tugas akhir ini digunakan sensor curah hujan, sensor ini menggunakan *port* analog 0. Menggunakan *port* analog disebabkan belum terkalibrasi, dan pembacaan lebih akurat dengan menggunakan *port* analog. Pada sensor ini terdapat dua bagian, bagian yang pertama yaitu lempeng sensor yang digunakan untuk pendeteksi air, ditempatkan diatas *box* dan yang kedua yaitu modul pengolah sinyal dari nilai sensor yang telah didapat oleh lempengan sensornya, ditempatkan didalam *box* agar tidak rusak bila terkena air. Untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560, modul pengolah sinyal harus terhubung ke Arduino melalui pin Analog dari Arduino, yang akan dihubungkan ke pin A0. kemudian pin Vcc dan GND agar modul pengolah sinyal dapat aktif. Untuk gambar rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 3.6.



**Gambar 3.6** Pengkabelan Arduino Mega 2560 dengan Sensor Curah Hujan

### 3.2.3 Pengkabelan Sensor DHT 22

Pada tugas akhir ini digunakan sensor DHT22 yang ditempatkan di samping *box* dan telah diberi pelindung. DHT 22 merupakan sensor temperatur dan kelembapan udara, kami menggunakan sensor DHT 22 karena rangkaian ini telah terkalibrasi dan sensitivitas sensor sendiri telah diperlihatkan pada *datasheet*. Penggunaan sensor ini juga lebih mudah karena sinyal keluarannya sudah berbentuk digital dan memiliki kualitas yang baik. Untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560, modul sensor harus terhubung ke Arduino melalui pin Digital dari Arduino, dan pin Vcc dan GND agar modul sensor dapat aktif. Untuk gambar rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 3.7.

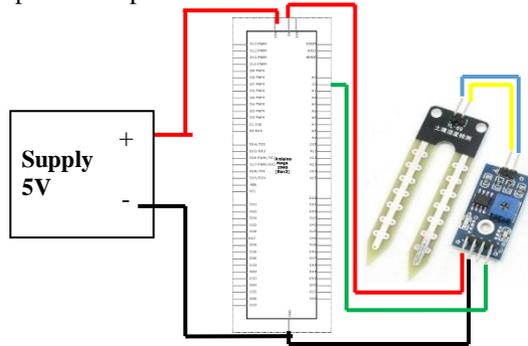


**Gambar 3.7** Pengkabelan Arduino Mega 2560 dengan Sensor DHT 22

### 3.2.4 Pengkabelan Sensor YL-69

Pada tugas akhir ini digunakan sensor YL-69, sensor ini menggunakan *port* analog 1. Menggunakan *port* analog disebabkan belum terkalibrasi, dan pembacaan lebih akurat dengan menggunakan *port* analog. Pada sensor ini terdapat dua bagian, bagian yang pertama yaitu *probe* sensor yang digunakan untuk pendeteksi kelembapan, ditempatkan dibawah untuk dipendam dalam tanah dan yang kedua yaitu modul pengolah sinyal dari nilai sensor yang telah didapat oleh *probe* sensornya, ditempatkan didalam *box* agar tidak rusak bila terkena air. Untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560, modul pengolah sinyal harus terhubung ke Arduino melalui pin Analog dari Arduino, yang akan dihubungkan ke pin A1. kemudian pin Vcc dan GND

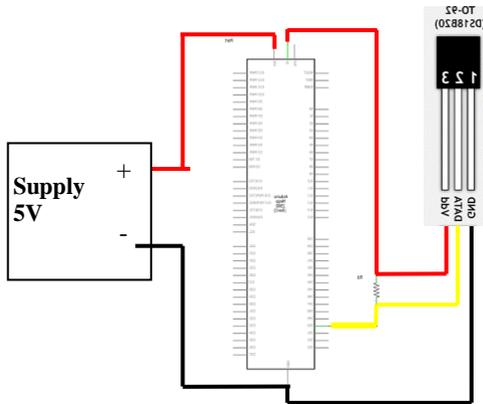
agar modul pengolah sinyal dapat aktif. Untuk gambar rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 3.8.



**Gambar 3.8** Pengkabelan Arduino Mega 2560 dengan Sensor YL-69

### 3.2.5 Pengkabelan Sensor DS18B20

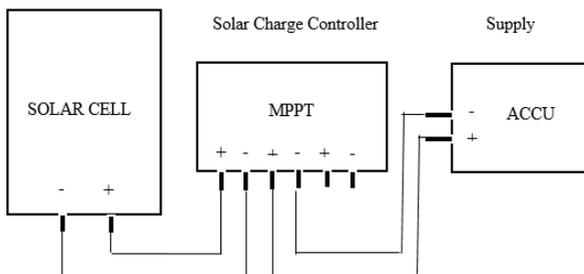
Pada tugas akhir ini digunakan sensor DS18B20 yang ditempatkan di bagian bawah yang kemudian akan dipendam didalam tanah. Supaya aman kami membeli DS18B20 yang sudah memiliki pelindung anti air. DS18B20 merupakan sensor temperatur digital yang memiliki komunikasi *one-wire*. Kami menggunakan sensor DS18B20 karena sensor ini mudah digunakan karena memiliki keluaran digital dan memiliki tingkat akurasi cukup tinggi, yaitu  $0,5^{\circ}\text{C}$  pada rentang suhu  $10^{\circ}\text{C}$  hingga  $+85^{\circ}\text{C}$ . Untuk dapat dibaca oleh mikrokontroler Arduino Mega 2560, sensor harus terhubung ke Arduino melalui pin Digital dari Arduino, dan pin Vcc dan GND agar modul sensor dapat aktif. Pada sensor ini diberikan resistor  $4,7\text{ k}\Omega$  di pin *input* Vcc, kondisi ini biasa disebut dengan *pull up* resistor. Diberikannya resistor bertujuan sebagai pengaman agar membatasi arus yang masuk ke sensor. Resistor  $4,7\text{ k}\Omega$  akan membatasi arus menjadi  $(5\text{ Volt} / 4,7\text{ k}\Omega) = 1,06\text{ mA}$ . Untuk gambar rangkaian *schematic* dapat dilihat pada Gambar 3.9.



Gambar 3.9 Pengkabelan Arduino Mega 2560 dengan Sensor DS18B20

### 3.3 Pengkabelan Aki, MPPT dan Solar Cell

Perangkat ini digunakan untuk mengatur atau mengontrol dalam pengisian baterai oleh panel surya, supaya tidak terjadi *overcharging*. Dibawah ini merupakan rangkaian penyusunan *solar cell* dengan *solar charge controller*. Gambar 3.10 merupakan gambar pengkabelan pengisian accu menggunakan MPPT dan *Solar cell*.

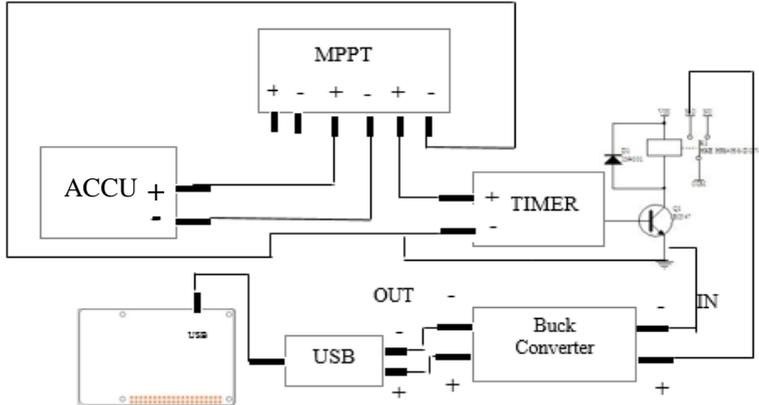


Gambar 3.10 Pengkabelan Aki, MPPT dan Solar Cell

### 3.4 Pengkabelan Relay, Buck Converter dan Raspberry

*Relay* adalah komponen elektronika yang berupa saklar atau *switch* elektrik yang dioperasikan menggunakan listrik. *Relay* pada rancangan elektrik ini digunakan untuk *control power* bertujuan untuk mengurangi

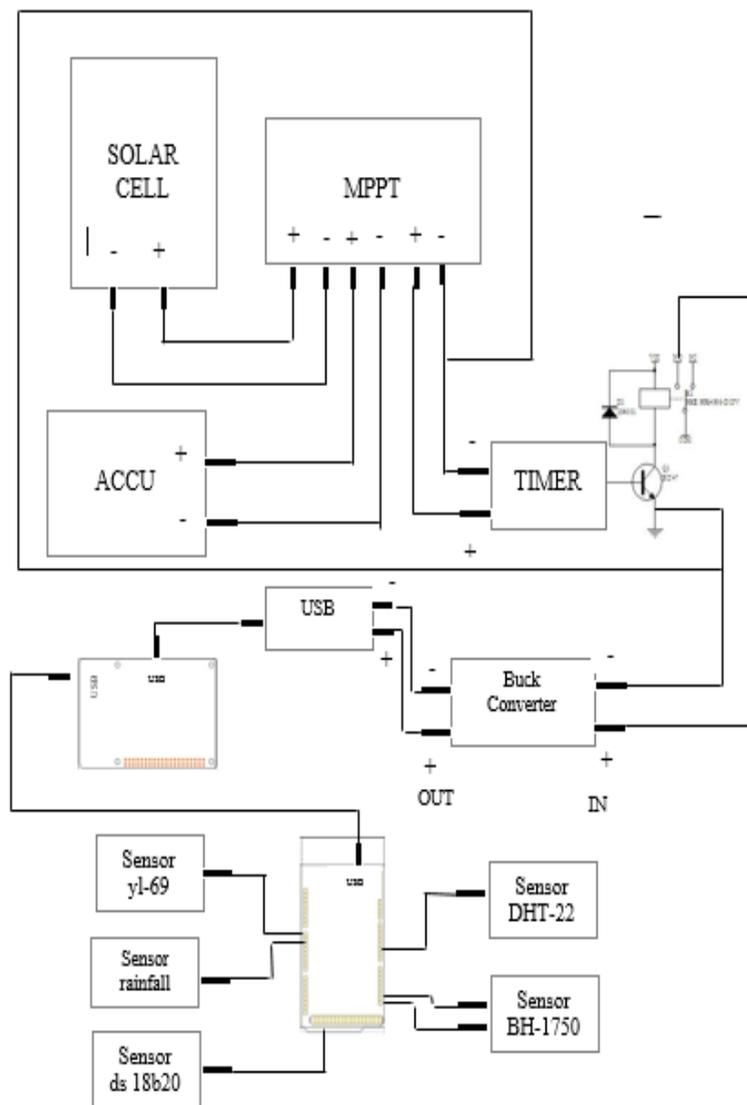
jumlah *energy* yang ada pada *accu*. Gambar 3.11 merupakan gambar dari pengkabelan rangkaian *timer relay*, aki, dan MPPT untuk menghidupkan Raspberry Pi.



**Gambar 3.11** Pengkabelan *Relay*, *DC Buck Converter* dan *Raspberry*

### 3.5 Keseluruhan Sistem

Perangkat ini digunakan pada sistem agar alat dapat bekerja dengan baik. Dalam penyusunan perangkat ini terdapat beberapa komponen diantaranya : sensor bh 1750 , sensor *rainfall* , sensor ds 18b20 , sensor yl-69 dan sensor dht-22. Kelima Sensor ini akan difungsikan menggunakan *Arduino Mega 2560*. Setelah difungsikan menggunakan *Arduino mega* lalu *Arduino mega* bertugas untuk mengirim data kelima sensor ini pada *Raspberry pi 3* . penggunaan *Raspberry pi 3* berfungsi untuk menerima data sensor yang telah di program pada *Arduino mega* lalu akan dikirim ke web menggunakan sebuah modem yang hasil data tersebut akan diolah ,dan dimasukkan dalam sebuah *database*. Gambar 3.12 merupakan hasil dari keseluruhan rangkaian sistem.



**Gambar 3.12** Keseluruhan Sistem

### **3.6 Pembuatan Perangkat Lunak**

Dalam perangkat lunak, terdapat beberapa program yang harus dibuat untuk dapat menjalankan proses pengambilan data fisik pada lingkungan lahan pertanian dengan baik.

### **3.7 Perancangan Diagram Alir**

Diagram alir merupakan bagan yang memperlihatkan urutan dan hubungan antar proses beserta instruksinya. Bagan ini dinyatakan dengan simbol. Dengan demikian setiap simbol menggambarkan proses tertentu. Sedangkan hubungan antar proses digambarkan dengan garis penghubung. Diagram alir ini merupakan langkah awal pembuatan program. Dengan adanya diagram alir urutan poses kegiatan menjadi lebih jelas.

Untuk pengolahan data dengan komputer, dapat dirangkum urutan dasar untuk pemecahan suatu masalah, yaitu;

- *START*: berisi instruksi untuk persiapan perlatan yang diperlukan sebelum menangani pemecahan masalah.
- *READ*: berisi instruksi untuk membaca data dari suatu peralatan.
- *PROCESS*: berisi kegiatan yang berkaitan dengan pemecahan persoalan sesuai dengan data yang dibaca.
- *WRITE*: berisi instruksi untuk merekam hasil kegiatan ke perlatan *output*.
- *END*: mengakhiri kegiatan pengolahan

#### **3.7.1 Diagram Alir Pengambilan Data Sensor**

Pada diagram alir subrutin pengambilan data sensor, terdapat 2 tahap utama yaitu pengambilan data sensor digital dan data sensor analog. Data sensor digital diambil dari BH1750, DHT 22, DS18B20 dan dapat langsung masuk pada tahap selanjutnya, sementara untuk curah hujan, YL-69 akan dilakukan konversi sebelumnya dari analog ke digital agar dapat diolah oleh mikrokontroler. Diagram alir subrutin pengambilan data sensor di perlihatkan pada Gambar 3.13.



**Gambar 3.13** Diagram Alir Pengambilan Data Sensor

### 3.7.2 Pendefinisian Pin dan Pustaka

Dalam rancangan program yang dibuat, dimasukkan pustaka untuk sensor digital yang telah disediakan oleh Arduino. Setelah memasukan pustaka sensor, terdapat pendefinisian pin *input* yang akan digunakan sebagai *input* sensor. Untuk sensor DHT menggunakan pin digital 53 dan tipe DHT 22, untuk sensor DS18B20 menggunakan pin digital 50.

Gambar 3.14 merupakan penggalan segmen program dari pendefinisian pustaka dan pin.

```
#include <BH1750.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define ONE_WIRE_BUS 50
#define DHTPIN 53
#define DHTTYPE DHT22

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BH1750 lichtMeter;
```

**Gambar 3.14** Segmen Program Definisi Pustaka dan Definisi Pin

### 3.7.3 Segmen Program Untuk Pengaturan Awal

*Void* pada Arduino berfungsi sebagai kata kunci untuk membuat subprogram dari program utama. Jika fungsi *void* digunakan sebagai *void setup*, maka subprogram tersebut berfungsi sebagai program awal dari Arduino dan tidak diulang saat program dieksekusi.

Pada Gambar 3.15, berisi tentang komunikasi sensor DHT, BH1750, dan DS18B20 dengan Arduino. Kemudian terdapat komunikasi serial dengan komputer, membuka serial *port* lalu mengatur kecepatan data ke 9600 bps. Gambar 3.15 merupakan penggalan segmen program dari *void setup*.

```
void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  lichtMeter.begin();
  sensors.begin();
  sensors.requestTemperatures();
}
```

**Gambar 3.15** Segmen Program Untuk Pengaturan Awal

### 3.7.4 Segmen Program Untuk Sensor Analog

Pada program di Gambar 3.16, terdapat program untuk pengambilan nilai ADC dari sensor analog. Maksud dari potongan program tersebut adalah pin *input* yang berada pada pin A1 Arduino. Pin *input* ini nantinya akan digunakan untuk sensor kelembapan tanah. variabel kondisi *input* membaca nilai ADC pin A1, dengan interval 0-1023. Begitu pula untuk sensor curah hujan, menggunakan pin A0 sebagai *input* sensor dan membaca nilai ADC pada pin A0. Gambar 3.16 merupakan penggalan segmen program dari pembacaan sensor analog.

```
int bacaSensor() {
    int sensorPin = A1;
    int nilaiSensor = analogRead(sensorPin);
    delay(1);
    return 1023 - nilaiSensor;
}

int bacahujan() {
    int nilaihujan = analogRead(A0);
    delay(1);
}
```

**Gambar 3.16** Segmen Program Untuk Sensor Analog

### 3.7.5 Segmen Program Untuk *Void loop*

*Void loop* adalah subprogram yang akan dijalankan berulang-ulang oleh *processor*. *Void loop* dibuat setelah menuliskan *void setup* pada satu program utama. Gambar 3.17 merupakan penggalan segmen program dari *void loop*.

```

void loop() {

    uint16_t lux = lichtMeter.readLightLevel();
    String intensitas = String (lux);
    String cahaya = "lux";
    float kelembaban = dht.readHumidity();
    float suhu = dht.readTemperature();
    String lembab = String (kelembaban);
    String cuaca = String (suhu);
    String db = String (sensors.getTempCByIndex(0));
    String tanah = " C";
    String garpu = String( bacaSensor());
    String humid = String( humidity );
    String hujan = String( bacahujan());
    delay(1000);
    Serial.println(intensitas);
    Serial.println(db);
    Serial.println(bacaSensor());
    Serial.println(cuaca);
    Serial.println(lembab);
    Serial.println(hujan);

}

```

**Gambar 3.17** Segmen Program Untuk *Void Loop*

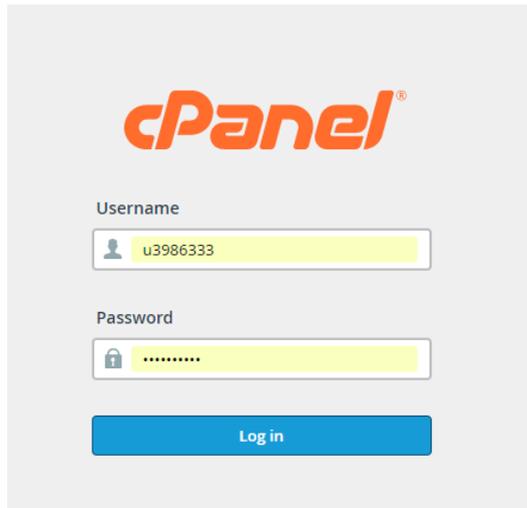
Pada program di Gambar 3.17, terdapat subprogram pengulangan yang berisi tentang menyimpan nilai yang diambil oleh sensor dan menampilkan nilainya. Misalkan kan pada baris program “float kelembaban = *dht.readHumidity()*,” untuk menyimpan nilai *humidity* pada variabel kelembapan. Baris berikutnya pun sama “float suhu = *dht.read Temperature()*,” untuk menyimpan nilai temperatur pada variabel suhu. Kedua baris ini digunakan untuk pengambilan nilai suhu dan kelembapan sensor DHT 22. Pengambilan nilai sensor akan diulang terus menerus dengan tundaan waktu selama 1 detik. Kemudian setelah pengambilan nilai sensor dapat ditampilkan pada komunikasi serial.

### 3.8 Pembuatan *Website Database*

Pembuatan *website* merupakan tugas perancangan dari Michael Jacob ephariem jehuda yang terdiri dari atas sensor kelembapan dan suhu udara (DHT22 ), sensor temperatur tanah (DS18b20), sensor kelembapan tanah (yl-69), sensor intensitas cahaya (bh-1750) dan sensor *rainfall*.

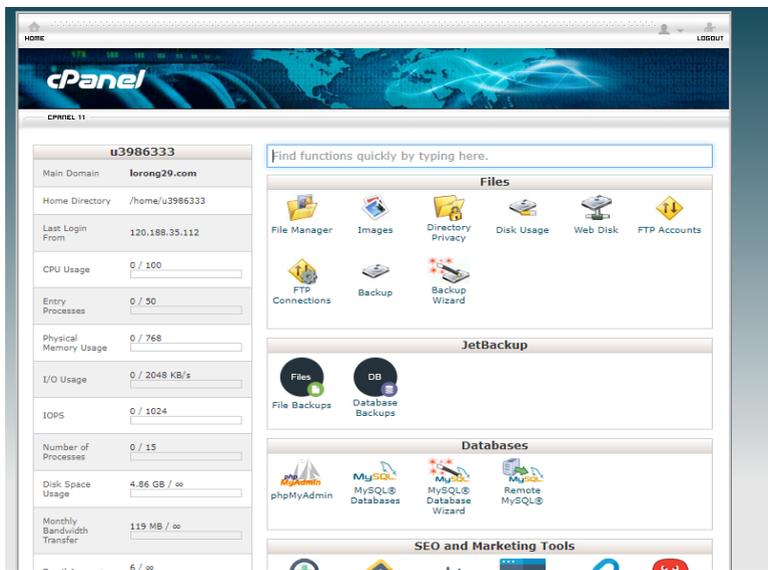
Dalam pembuatan *website database* ini menggunakan *website* berbayar yang bernama *lorong29.com/cpanel*. *Lorong29.com/cpanel* memiliki berbagai *feature* diantaranya yaitu dengan menggunakan

*MySQL* dan *phpmyadmin*. Berikut merupakan tampilan awal dari *lorong29.com/cpanel*. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.18



**Gambar 3.18** Tampilan Halaman Utama *lorong29.com/cpanel*

Dalam pembuatan *website database* langkah awal yang dilakukan adalah memasukkan *username* dan *password* sesuai dengan web yang telah dibayar pada *cpanel*. Berikut ini merupakan tampilan *home* dari *lorong29.com/cpanel* yang ditunjukkan pada Gambar 3.19

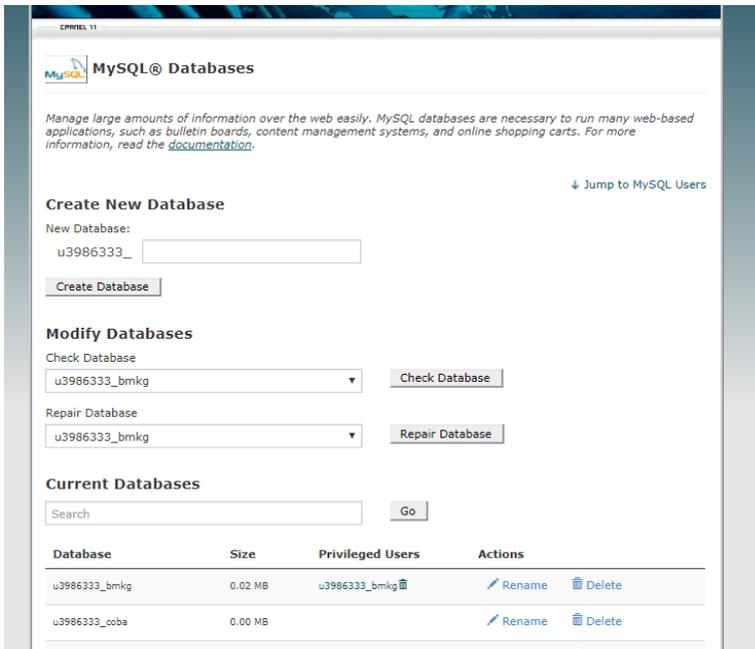


**Gambar 3.19** Tampilan Home *lorong29.com/cpanel*

Langkah pembuatan *database* adalah sebagai berikut:

1. Masuk ke menu *MySQL database*.
2. Terdapat 3 bagian menu *MySQL database* yaitu *create new database*, *modify database* dan *current database*
3. Kemudian isi bagian *create new database* dengan nama pertanian lalu cek *database* pada *phpmyadmin*.

Berikut merupakan tampilan awal dari *MySQL* pada *lorong29.com/cpanel*. Yang ditunjukan pada Gambar 3.20

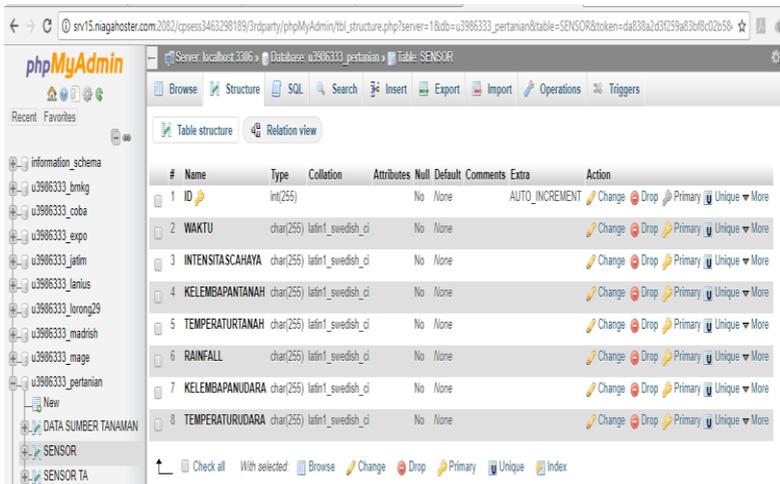


**Gambar 3.20** Tampilan Awal *MySQL* pada *lorong29.com/cpanel*

langkah-langkah dari pendeklarasian sensor pada *database lorong29.com/cpanel* 5 sensor adalah sebagai berikut:

1. Pilih *database* sensor untuk membuat tabel pada *phpmyadmin*
2. *Database* sensor dengan nama sensor yang terdiri dari intensitas cahaya, kelembapan tanah, temperatur tanah, kelembapan udara, temperatur udara dan *rainfall*
3. Deklarasikan variabel 5 sensor dengan data *character* lalu pilih *save*

Berikut merupakan tampilan dari pendeklarasian variabel *database* pada *lorong29.com/cpanel* yang ditunjukkan pada Gambar 3.21



**Gambar 3.21** Tampilan Pendeklarasian Sensor pada *lorong29.com/panel*

Setiap variabel pengisian data sensor harus diisi dengan data *character* agar data penerimaan pada Raspberry pi dapat terkirim pada web maka hal yang harus dilakukan adalah pengalamanan web *lorong29.com/cpanel* pada *database*. Berikut adalah segmen program pengalaman sensor menggunakan *php script* ditunjukkan pada Gambar 3.22

## add.php (PHP script text)

```
<?php
include "koneksi.php";

$waktu= htmlspecialchars($_GET["waktu"]);
$intensitascahaya= htmlspecialchars($_GET["intensitascahaya"]);
$kelembapantanah= htmlspecialchars($_GET["kelembapantanah"]);
$temperaturtanah= htmlspecialchars($_GET["temperaturtanah"]);
$rainfall= htmlspecialchars($_GET["rainfall"]);
$kelembapanudara= htmlspecialchars($_GET["kelembapanudara"]);
$temperaturudara= htmlspecialchars($_GET["temperaturudara"]);

if(!empty($intensitascahaya)){
$insert = "INSERT INTO SENSOR(WAKTU,INTENSITASCAHAYA,KELEMBAPANTANAH,TEMPERURTANAH,RAINFALL,KELEMBAPANUDARA,TEMPERATURUDARA)
VALUES('$waktu','$intensitascahaya','$kelembapantanah','$temperaturtanah','$rainfall','$kelembapanudara','$temperaturudara')";
$result = mysql_query($insert) or die(mysql_error());
echo "masuk";
}
?>
```

**Gambar 3.22** Segmen Program pada *PHP-Script*

Setelah melakukan pengalamatan pada web maka hal yang harus dilakukan adalah penerimaan data sensor dari Arduino mega 2560 menuju Raspberry. Berikut adalah segmen program penerimaan data sensor pada Raspberry yang ditunjukkan pada Gambar 3.23

```
pi@raspberrypi: ~
GNU nano 2.2.6 File: sensor3.py

import MySQLdb
import requests
import time
import serial

ser=serial.Serial(
    port = '/dev/ttyACM0' ,
    baudrate = 9600 ,
    parity = serial.PARITY_NONE ,
    stopbits = serial.STOPBITS_ONE ,
    bytesize = serial.EIGHTBITS ,
    timeout = 3
)
while 1:
    time.sleep(1)

    x= ser.readlines()
```

**Gambar 3.23** Segmen Program penerimaan Sensor

Setelah melakukan penerimaan data sensor pada Arduino mega 2560 hal yang harus dilakukan Raspberry pi adalah mengirim data sensor menuju web *database lorong29.com*. Untuk melakukan pengiriman ini maka dibutuhkan suatu program agar data hasil terima sensor dari Arduino mega sesuai dengan alamat sensor yang telah dideklarasikan oleh *database lorong29.com/cpanel*. Berikut ini merupakan program pengiriman data sensor pada Raspberry pi 3 menuju *database lorong29.com/cpanel*. Yang ditunjukkan pada Gambar 3.24

```
userdata = ("waktu" : time.ctime() , "transistorsahaya" : x[0] , "kelembapan tanah" : x[2] , "suhu" : x[1] , "kelembapan udara" : x[4] , "temperatur udara" : x[3])
resp = requests.post('http://lorong29.com/farming/sdi.php' , params=userdata)
```

**Gambar 3.24** Segmen Program Pengiriman Data Sensor

Program pada gambar 3.24 terdapat fungsi user data yang berfungsi untuk memisahkan data 5 sensor menuju tabel *database lorong29.com/cpanel*. Fungsi dari program *request.post* untuk mengirim data sensor pada Raspberry pi menuju alamat sensor web pada *database lorong29.com/cpanel*.

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 4**

### **PENGUJIAN DAN ANALISA**

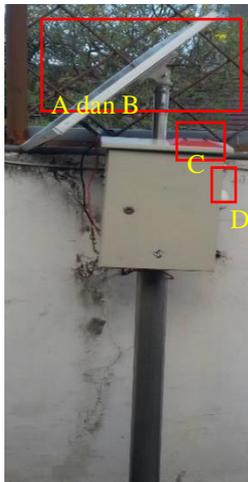
Bab ini berisi gambar fisik *hardware* yang dibuat, pengujian perangkat keras dan pengujian perangkat lunak. Pada buku ini akan dibahas mengenai pengujian perangkat keras berupa sensor – sensor yang digunakan dalam tugas akhir ini. Pada poin 4.4-4.9 merupakan tugas penelitian Michael Jacob dan poin 4.1-4.3 merupakan tugas penelitian Adrian Arya Wardana.



**Gambar 4. 1** Bentuk Fisik Alat

#### **4.1 Bentuk Fisik Keseluruhan Alat**

Bentuk fisik Alat secara keseluruhan ditunjukkan pada Gambar 4.2 dan Gambar 4.3. Bentuk fisik juga terdiri dari 1 *box* yang berisi keseluruhan sistem elektronik sebagai pusat kendali. Untuk lebih jelasnya akan di terangkan pada Tabel 4.1.



**Gambar 4. 2** Bagian Atas Alat



**Gambar 4. 3** Bagian Bawah Alat

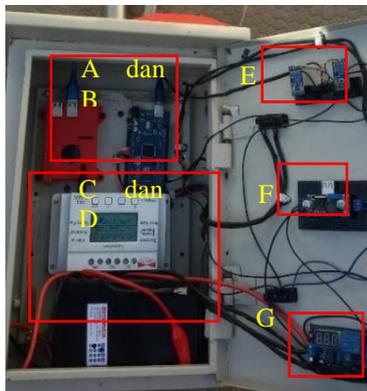
Untuk lebih jelasnya mengenai peralatan yang ada pada alat tugas akhir tersebut akan diterangkan oleh Tabel 4.1.

**Tabel 4.1** Keterangan dan Fungsi Alat Tugas Akhir

Tanda	Nama Bagian	Fungsi
A	<i>Solar Cell</i>	Mengkonversi cahaya sinar matahari menjadi listrik yang akan diolah MPPT untuk mengisi daya pada aki
B	Sensor BH1750	Pengukur tingkat intensitas cahaya
C	Sensor Curah Hujan	Pendeteksi ada tidaknya hujan
D	Sensor DHT22	Pengukur tingkat kelembapan dan suhu udara
E	Sensor DS18B20	Pengukur tingkat suhu tanah
F	Sensor YL-69	Pengukur tingkat kelembapan tanah

## 4.2 *Box* Sistem Elektronik

Di dalam box ini terdapat sistem elektronik yang merupakan bagian terpenting dari keseluruhan perangkat keras yang dibuat, karena terdiri dari Mikrokontroler, Raspberry pi, MPPT, dan lain sebagainya. Untuk lebih jelasnya akan ditunjukkan oleh Gambar 4.4.



**Gambar 4. 4** Sistem Elektronik Secara Keseluruhan

Untuk lebih jelasnya mengenai fungsi peralatan yang terdapat di dalam *box* akan diterangkan oleh Tabel 4.2

**Tabel 4.2** Keterangan dan Fungsi Alat Tugas Akhir

Tanda	Nama Bagian	Fungsi
A	Arduino Mega 2560	Sebagai pusat kontrol
B	Raspberry Pi 3	Sebagai pengirim data ke web
C	MPPT	Sebagai kontroler untuk mengatur arus pengisian ke baterai, menghindari <i>overcharging</i> dan <i>overvoltage</i>
D	Aki	Sebagai baterai yang menyimpan energi listrik yang akan digunakan untuk mensuplai perangkat keras elektronik
E	Modul Sensor YL-69 dan Curah Hujan	Sebagai pengolah sinyal dari nilai sensor YL-69 dan curah hujan
F	<i>Buck Converter</i>	Sebagai penurun tegangan
G	<i>Relay Digital</i>	Sebagai penundaan waktu

### 4.3 Pengujian Alat

Sistem alat ini dilakukan uji coba untuk beberapa tahap untuk memastikan masing-masing komponen dapat bekerja dengan baik. Setelah semua komponen dapat berjalan dengan baik, dilakukan uji sistem secara keseluruhan dan dilakukan pengambilan data untuk menganalisis hasil dari sistem.

#### 4.3.1 Pengujian Sensor BH1750 (Intensitas Cahaya)

Pengujian sensor intensitas cahaya BH1750 dilakukan dengan menempatkan sensor pada tempat yang mendapatkan banyak cahaya dan yang mendapatkan sedikit cahaya. Untuk cahaya yang terang diletakkan di luar ruangan terkena sinar matahari langsung, sedangkan untuk kondisi redup hingga gelap sensor ditempatkan di dalam ruangan. Dari perlakuan tersebut pada mikrokontroler Arduino dan dibandingkan nilainya dengan nilai lux pada aplikasi lux meter pada *smartphone android*. Berikut ilustrasi metode pengujian pada Gambar 4.5.



**Gambar 4. 5** Metode Pengujian Sensor Cahaya

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data perbandingan dengan menggunakan program Arduino seperti pada Gambar 4.6.

```

#include <Wire.h>
#include <BH1750.h>

BH1750 lichtMeter;

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

void loop() {
  uint16_t lux = lichtMeter.readLightLevel();
  Serial.print("Licht: ");
  Serial.print(lux);
  Serial.println(" lux");
  delay(500);
}

```

**Gambar 4. 6** Program Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

Hasil pengukuran tingkat intensitas cahaya yang diambil menggunakan aplikasi pengukuran lux meter yang ada pada *android*, namun hanya *android* tertentu yang memiliki sensor dan menggunakan

aplikasi pengukuran ini. Kemudian dilakukan perbandingan dengan sensor BH1750 yang kami gunakan pada tugas akhir ini. Pengujian dilakukan dalam kondisi dan waktu yang sama. Untuk lebih jelasnya, hasil perbandingan dapat dilihat dalam tabel dibawah ini.

Dari hasil pengujian tersebut didapatkan data hasil rata-rata pengukuran perbandingan antara lux meter dengan sensor BH1750 dijelaskan pada Tabel 4.3.

**Tabel 4.3** Pengujian Tingkat Intensitas Cahaya

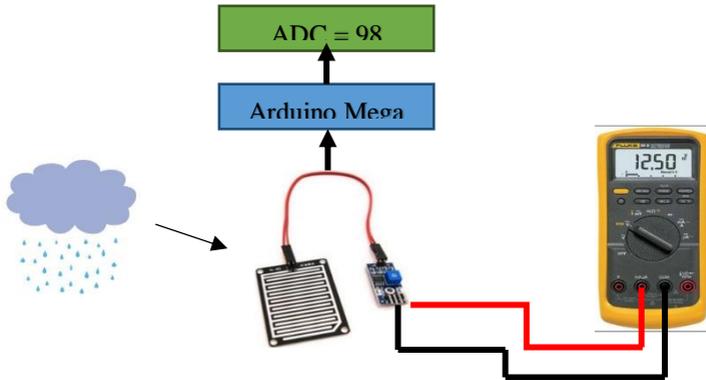
Jam	Tempat	Pengukuran Rata-rata intensitas cahaya pada BH1750	Pengukuran Rata-rata intensitas cahaya pada lux meter pembanding
08.00	Dalam ruangan	37 lx	32 lx
	Luar ruangan	5327 lx	5109 lx
12.00	Dalam ruangan	62 lx	58 lx
	Luar ruangan	52617 lx	51021 lx
16.00	Dalam ruangan	31 lx	20 lx
	Luar ruangan	4935 lx	4702 lx

Pengujian dilakukan pada waktu dan tempat yang berbeda-beda, menggunakan sensor BH1750 dan dibandingkan dengan lux meter. Dari hasil pengukuran diatas dapat dilihat bahwa nilai rata-rata yang dibaca oleh BH1750 dan lux meter tidak jauh berbeda. Hasil pengukuran tersebut menyimpulkan bahwa waktu pengukuran dapat berpengaruh terhadap besarnya intensitas cahaya. Hal itu dipengaruhi oleh adanya cahaya matahari. Intensitas cahaya matahari pada pukul 12.00 lebih besar jika dibandingkan pada pukul 08.00 dan pukul 16.00, sehingga mempengaruhi besarnya intensitas cahaya yang diukur.

#### 4.3.2 Pengujian Sensor Curah Hujan

Untuk sensor curah hujan pengujian yang dilakukan adalah melihat perubahan yang terjadi saat kondisi *real time*. Pengujian sensor ini

dilakukan dengan cara membasahi lempengan sensor dengan air atau dalam kondisi kering. Karena keluaran dari sensor ini merupakan tegangan, maka dilakukan pengukuran tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) menggunakan AVometer digital pada kaki data sensor (S) dan kaki *ground* (-). Pada Gambar 4.7 merupakan metode untuk melakukan pengujian sensor curah hujan.



**Gambar 4.7** Metode Pengujian Sensor Hujan

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data perbandingan dengan menggunakan program Arduino seperti pada Gambar 4.8 :

```
void setup() {  
    Serial.begin(9600);  
}  
void loop () {  
    int sensorValue = analogRead(A0);  
    Serial.println(sensorValue);  
    delay(100);  
}
```

**Gambar 4.8** Program Pengujian Sensor Curah Hujan

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.7 maka didapatkan data hasil pengukuran perbandingan tegangan pada Tabel 4.4.

**Tabel 4.4** Hasil Pengukuran Nilai ADC dan Perbandingan Tegangan

Kondisi	ADC	Tegangan AVO meter (V)	Tegangan secara rumus ADC (V)	Correction (V)
Kering	98	0,48 V	0,47 V	-0,01 V
Basah	405	1,98 V	1,97 V	-0,01 V

Berikut persamaan mencari nilai ADC pada suatu sensor analog

$$\frac{\text{nilai ADC maksimum}}{\text{tegangan maksimum}} \times \text{tegangan terbaca} = \text{ADC}$$
**Gambar 4. 9** Rumus Mencari Nilai ADC pada Sensor Analog

Pengujian dilakukan pada 2 kondisi, kondisi yang pertama ketika lempeng sensor dalam keadaan kering dan kondisi kedua ketika lempeng sensor dibasahi dengan air. Pada pengujian ketika lempeng sensor dibasahi air didapatkan nilai ADC sebesar 405 dan tegangan terbaca pada AVO meter sebesar 1,98 V. Maka didapatkan perhitungan sebagai berikut :

$$\frac{1023}{5} \times \text{tegangan terbaca} = 405$$

$$\frac{405 \times 5}{1023} = \text{tegangan terbaca}$$

$$\frac{2025}{1023} = 1,979 \text{ V}$$

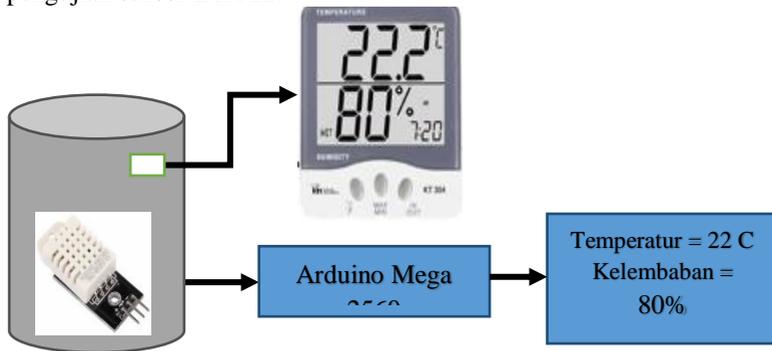
**Gambar 4. 10** Perhitungan Rumus ADC

Pengujian sensor curah hujan dilakukan tanpa perbandingan dengan alat ukur lain. Pengujian dilakukan dengan menggunakan 2 kondisi yang berbeda. Kondisi yang pertama ketika saat kondisi lempengan dalam keadaan awal/kering dan kondisi kedua ketika saat kondisi lempengan ditetesi air. Pada saat kondisi kering ADC yang terukur 98 dan Volt yang terukur 0,48 V, nilai *correction* perbandingan dari tegangan didapat sebesar -0,2 V. Sedangkan ketika lempengan sudah

dibasahi oleh air ADC meningkat menjadi 405 dan Volt yang terukur 1,98 V, nilai *correction* perbandingan dari tegangan didapat sebesar -0,1 V

### 4.3.3 Pengujian Sensor DHT 22

Pengujian sensor DHT22 terdapat dua bagian, yaitu pengujian temperatur dan pengujian kelembapan. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara menempatkan sensor pada wadah yang berbeda-beda. Selain itu, untuk mengetahui nilai temperatur dan kelembapan, dibutuhkan alat pengukur temperatur dan kelembapan (*thermo-hygrometer*). Hasil dari pengambilan data sensor akan dibandingkan dengan hasil dari (*thermo-hygrometer*). Pada Gambar 4.11 merupakan metode untuk melakukan pengujian sensor DHT22:



**Gambar 4. 11** Metode Pengujian Sensor DHT22

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data perbandingan dengan menggunakan program Arduino seperti pada Gambar 4.12

```

#include <DHT.h>

#define DHTPIN 2 //menggunakan pin 2 unt
#define DHTTYPE DHT22 //memilih tipe DHT

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); //setting pin

void setup() {
  Serial.begin(9600); //komunikasi Seri
  dht.begin(); //Komunikasi DHT dengan A
}

void loop() {

  float kelembaban = dht.readHumidity();
  float suhu = dht.readTemperature(); //I

  Serial.print(" Kelembaban: "); //menam
  Serial.print(kelembaban); //menampilka
  Serial.print(" Suhu: "); //menampilkan
  Serial.println(suhu); //menampilkan ni

  delay(500); //memberi jeda waktu baca :
}

```

**Gambar 4. 12** Program Pengujian Sensor Intensitas Cahaya

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.11 maka didapatkan data nilai pengukuran perbandingan antara (*thermo-hygrometer*) dengan sensor DHT22 dijelaskan pada Tabel 4.5 dan Tabel 4.6. pada halaman berikutnya.

**Tabel 4.5** Perbandingan Nilai Suhu Udara

Kondisi	Pengukuran Suhu pada DHT 22	Pengukuran Suhu pada <i>hygrometer</i>	<i>Correction</i>
Ruangan tertutup	34,4 °C	32,9 °C	1,5 °C
Ruangan terbuka	30,9 °C	29,1 °C	1,8 °C
Diletakkan di tong tertutup	31,6 °C	31,1 °C	0,5 °C
Box uk 30 cm x 15 cm	33,8 °C	32,1 °C	1,7 °C

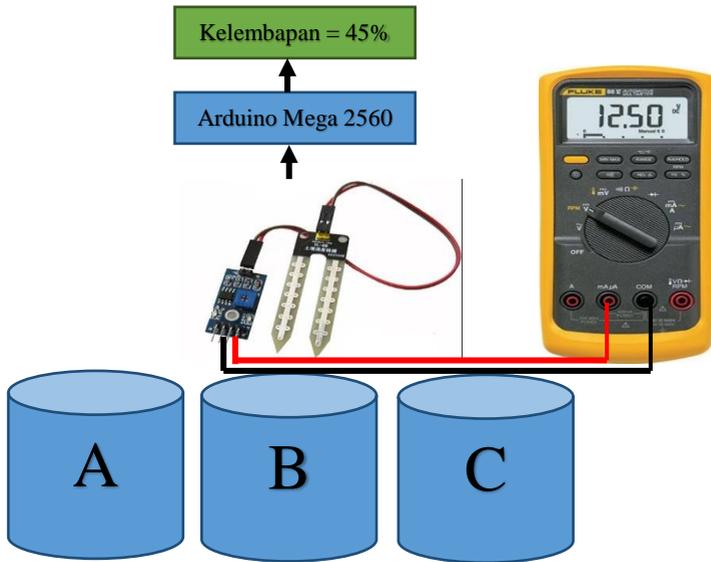
**Tabel 4.6** Perbandingan Nilai Kelembapan Udara

Kondisi	Pengukuran Kelembapan pada DHT 22	Pengukuran Kelembapan pada hygrometer	<i>Correction</i>
Ruangan tertutup	70,6 %	70 %	0,6 %
Ruangan terbuka	80,2 %	80 %	0,2 %
Diletakkan di tong tertutup	82,8 %	80 %	2,8 %
Box uk 30 cm x 15 cm	62 %	60 %	2 %

Pada sensor DHT 22 nilai pengukuran sensor berbeda dikarenakan terdapat *error* pada masing-masing sistem baik pada DHT 22 maupun pada *hygrometer*. Terlihat pada Tabel 4.5 dan 4.6, perbedaan nilai tidak cukup jauh namun karena alat ukur *hygrometer* pada spesifikasinya juga mempunyai *error* sendiri.

#### 4.3.4 Pengujian Sensor YL-69 (Kelembapan Tanah)

Untuk sensor YL-69 pengujian yang dilakukan adalah melihat perubahan yang terjadi saat kondisi *real time*. Pengujian sensor ini dilakukan dengan menggunakan 3 sampel yang dibuat dengan volume tanah dan kondisi pembacaan awal sensor yang sama pada masing-masing sampel. Takaran air menggunakan sendok makan. Karena keluaran dari sensor ini berupa-tan tegangan, maka dilakukan pengukuran tegangan keluaran (*Vout*) menggunakan AVOMeter digital pada kaki data sensor (S) dan kaki *ground* (-). Pada Gambar 4.13 merupakan metode untuk melakukan pengujian sensor YL-69:



**Gambar 4. 13** Metode Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Dapat dilihat pada Gambar 4.14 merupakan pengujian sensor kelembapan tanah YL-69 dengan menggunakan 3 sampel yang berbeda.



**Gambar 4. 14** Sampel dalam Pengujian Sensor YL-69

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data perbandingan dengan menggunakan program Arduino seperti pada Gambar 4.15.

```

void setup() {
  Serial.begin(9600);
}
void loop () {
  int sensorValue = analogRead(A0);
  Serial.println(sensorValue);
  delay(100);
}

```

**Gambar 4. 15** Program Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.14 maka didapatkan data hasil pengukuran perbandingan tegangan pada Tabel 4.7. pada halaman berikutnya.

**Tabel 4.7** Hasil Pengujian Nilai ADC dan Perbandingan Tegangan

presentase	ADC	Tegangan AVO meter (V)	Tegangan secara rumus ADC (V)	<i>Correction</i> (V)
27%	375	1,85	1,83	-0,02
54%	552	2,70	2,69	+ 0,01
63%	645	3,20	3,15	-0,05

Pengujian sensor YL-69 dilakukan tanpa perbandingan dengan alat ukur lain. Pada sampel A diberikan 3 sendok makan, lalu pada pembacaan sensor menunjukkan kelembaban 27% dan pada pengujian sampel A nilai *correction* perbandingan dari tegangan didapat sebesar -0,2 V. Pada sampel B diberikan 5 sendok makan, pembacaan sensor menunjukkan kelembaban 54% dan pada pengujian sampel B nilai *correction* perbandingan dari tegangan didapat sebesar +0,1 V. Kemudian pada sampel C diberikan 6 sendok makan, pembacaan sensor menunjukkan 63% dan pada pengujian sampel nilai *correction* perbandingan dari tegangan didapat sebesar -0,5 V. Gambar 4.16 persamaan mencari nilai ADC pada suatu sensor analog

$$\frac{\text{nilai ADC maksimum}}{\text{tegangan maksimum}} \times \text{tegangan terbaca} = \text{ADC}$$

**Gambar 4. 16** Rumus Mencari Nilai ADC pada Sensor Analog

Pengujian dilakukan pada masing – masing sampel yang telah ditentukan. Pada pengujian sampel B didapatkan nilai ADC sebesar 552 dan tegangan terbaca pada AVO meter sebesar 2,70 V. Maka didapatkan perhitungan pada Gambar 4.17 sebagai berikut :

$$\frac{1023}{5} \times \text{tegangan terbaca} = 552$$

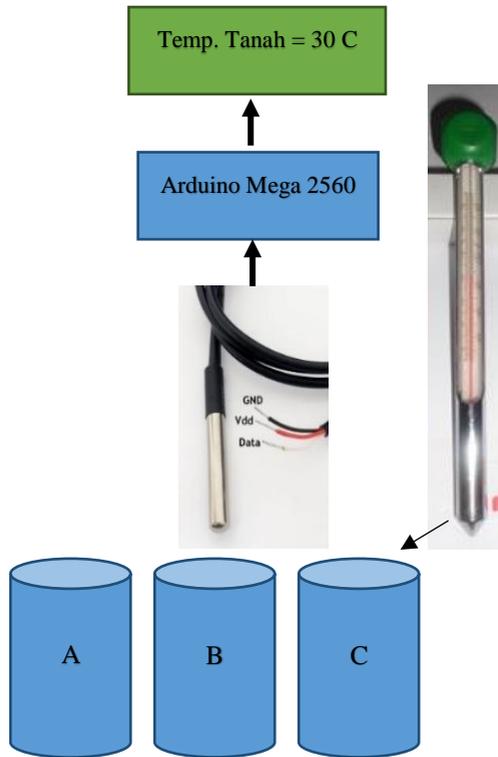
$$\frac{552 \times 5}{1023} = \text{tegangan terbaca}$$

$$\frac{2760}{1023} = 2,697 \text{ V}$$

**Gambar 4. 17** Perhitungan Rumus ADC pada Sampel B

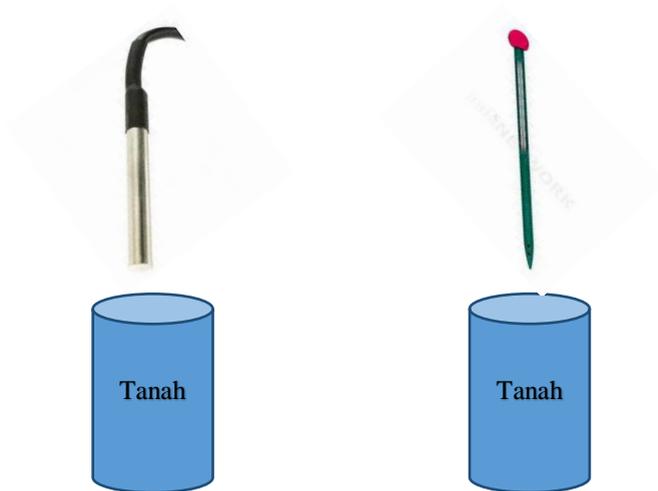
#### **4.3.5 Pengujian Sensor DS18B20 (Temperatur Tanah)**

Pengujian sensor DS18B20 yaitu pengujian temperatur. Pengujian sensor ini dilakukan dengan cara menggunakan 3 sampel yang dibuat dengan volume tanah dan kondisi pembacaan awal sensor yang sama pada masing-masing sampel. Kemudian diberikan kondisi air yang berbeda-beda temperaturnya. keluaran dari sensor ini merupakan tegangan, maka dilakukan pengukuran tegangan keluaran ( $V_{out}$ ) menggunakan AVOMeter digital pada kaki data sensor (S) dan kaki *ground* (-). Pada Gambar 4.18 merupakan metode untuk melakukan pengujian sensor Ds 18b20:



**Gambar 4. 18** Metode Pengujian Sensor Temperatur Tanah

Dapat dilihat pada Gambar 4.18. merupakan pengujian sensor temperatur tanah DS18B20 dengan menggunakan 3 sampel yang berbeda..



**Gambar 4. 19** Perbandingan Nilai Sensor DS18B20 dengan Termometer

Selanjutnya, dilakukan pengambilan data perbandingan pada Gambar 4.19 dengan menggunakan program Arduino seperti pada Gambar 4.20 :

```

#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define ONE_WIRE_BUS 50

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  sensors.requestTemperatures();
}

void loop() {

  String db = String (sensors.getTempCByIndex(0));
  String tanah = " C";
  delay(1000);
  Serial.println(db); |
}

```

**Gambar 4. 20** Program Pengujian Sensor Kelembaban Tanah

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.19 maka didapatkan data nilai pengukuran perbandingan antara termometer dengan sensor DS18B20 dijelaskan pada Tabel 4.8.

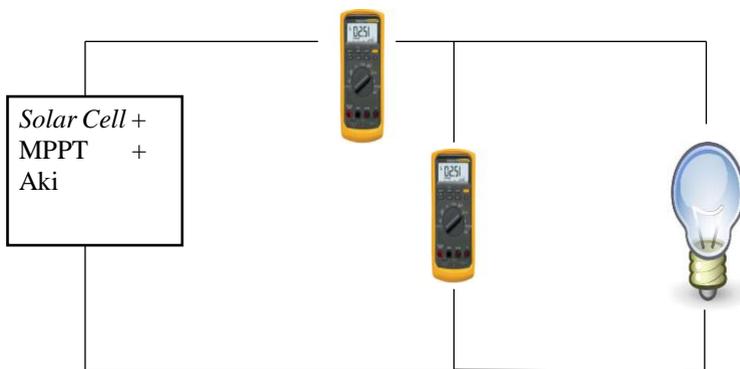
**Tabel 4.8** Perbandingan Nilai Suhu Tanah

Sampel	Pengukuran Suhu pada DS18B20	Pengukuran Suhu pada termometer	<i>Correction</i>
A	41,80 °C	40 °C	1,8 °C
B	30,12 °C	29 °C	1,12 °C
C	22,56 °C	21 °C	1,56 °C

Pada sensor DS18B20 pengujian dilakukan dengan cara yang sama seperti saat melakukan pengujian sensor pada YL-69. Diberikan 3 sampel yang dibuat dengan volume tanah dan kondisi pembacaan awal sensor yang sama. Namun pada sampel A diberikan air panas sebanyak 3 sendok makan, sampel B diberikan air biasa sebanyak 3 sendok makan dan sampel C diberikan air dingin sebanyak 3 sendok makan. Dapat dilihat dari Tabel 4.8, nilai temperatur yang terbaca oleh sensor DS18B20 dengan termometer tidak terlalu besar.

#### **4.4 Pengujian Solar Cell**

Pengujian dilakukan pada *solar cell* bertujuan untuk mengetahui output tegangan yang telah dihasilkan oleh *solar cell*. Cara pengujian dilakukan pada tempat yang terkena cahaya. Pengujian dilakukan pada pukul 11.30-17.00 dengan cara mengukur tegangan dan arus pada *solar cell* menggunakan AVOMeter digital. Berikut metode pengujian *solar cell* pada Gambar 4.21.



**Gambar 4. 21** Metode Pengujian *Solar Cell*

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.21 maka didapatkan data nilai pengukuran pada *solar cell* yang dijelaskan pada Tabel 4.9.

**Tabel 4.9** Pengujian *Solar Cell*

NO	Pengujian	Tegangan (V)	Arus (mA)	Potensi Energi (W)	Waktu (WIB)	Tanggal
1	Pengujian 1	19,46	0,96	18,68	11.30	20-4-17
2	Pengujian 2	19,33	0,90	17,39	12.30	20-4-17
3	Pengujian 3	14,38	0,83	11,93	13.30	20-4-17
4	Pengujian 4	13,20	0,78	10,29	14.30	20-4-17
5	Pengujian 5	7,47	0,62	4,631	15.30	20-4-27
6	Pengujian 6	3,43	0,4	1,372	16.00	20-4-17
7	Pengujian 7	1,20	0,2	0,24	17.00	20-4-17

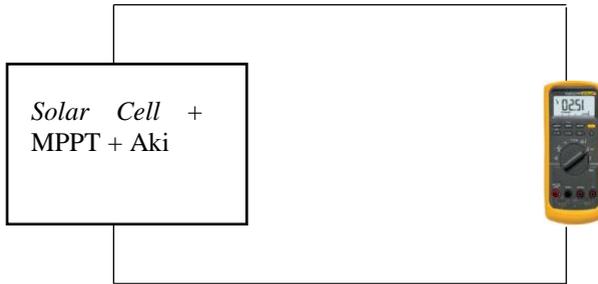
Dari hasil Tabel 4.9 maka didapatkan hasil tegangan pada solar cell yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh akibat adanya perbedaan penerimaan intensitas cahaya matahari pada waktu yang berbeda-beda. Pada Tabel 4.9 dapat disimpulkan bahwa pengujian 1 merupakan pengujian *solar cell* yang memperoleh potensi *energy* yang paling tinggi dibandingkan dengan pengujian yang lainnya. Gambar 4.22 merupakan persamaan mencari nilai potensi *energy* pada *solar cell*.

$$\text{Arus} \times \text{Tegangan} = \text{Potensi Energy}$$

**Gambar 4. 22** Rumus Mencari Nilai Potensi *Energy*

#### 4.5 Pengujian Pengisian *Energy* pada Aki

Pengujian dilakukan pada aki bertujuan untuk mengetahui hasil pengisian aki yang telah di *charge* oleh *solar cell* dan dikontrol oleh MPPT. Cara pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* aki pada MPPT menggunakan AVOMeter pada waktu yang berbeda-beda. Berikut metode pengujian pada Gambar 4.23.



**Gambar 4. 23** Metode Pengisian *Energy* pada Aki

Dapat dilihat pada Gambar 4.24 merupakan pengujian dari metode pada Gambar 4.24



**Gambar 4. 24** Pengujian Pengisian Aki

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.24 maka didapatkan data nilai pengukuran pengisian pada Aki yang dijelaskan pada Tabel 4.10.

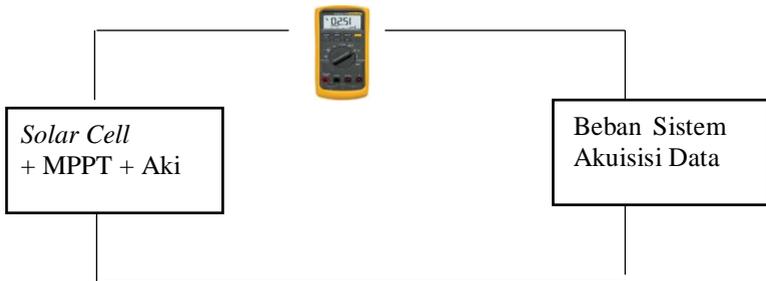
**Tabel 4.10** Pengujian Pengisian Aki

NO	Pengujian	Tegangan (V)		Selisih tegangan (V)	Lama pengisian (menit)	Waktu (WIB)
		Awal	Akhir			
1	Pengujian 1	12,32	12,44	0,12	75	08.00
2	Pengujian 2	12,45	12,51	0,06	20	11.00
3	Pengujian 3	12,30	12,50	0,20	60	14.00
4	Pengujian 4	12,28	12,70	0,42	90	12.00
5	Pengujian 5	12,34	12,43	0,09	30	15.00
6	Pengujian 6	12,32	12,58	0,26	50	11.00
7	Pengujian 7	12,38	12,60	0,22	80	13.00
8	Pengujian 8	12,36	12,54	0,18	70	10.00
9	Pengujian 9	12,32	12,57	0,25	60	13.00
10	Pengujian 10	12,38	12,60	0,22	95	09.00

Dari hasil Tabel 4.10 maka didapatkan hasil tegangan akhir pada aki yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh lama pengisian waktu *charge* aki serta adanya pengaruh *solar cell* yang memperoleh intensitas cahaya matahari pada waktu yang berbeda-beda. Pada Tabel 4.10 maka dapat disimpulkan bahwa pengujian 4 merupakan pengujian *charge* aki yang memperoleh perbedaan selisih yang paling tinggi dibandingkan dengan pengujian yang lainnya.

#### 4.6 Pengujian Beban

Pengujian dilakukan pada beban bertujuan untuk mengetahui hasil tegangan *output* aki yang telah diberi beban pada waktu yang berbeda. Beban pada tugas akhir sistem akuisisi data ini meliputi: Raspberry, Arduino Mega, sensor kelembapan tanah dan sensor temperatur tanah, sensor kelembapan dan temperatur udara, sensor intensitas cahaya dan sensor curah hujan. Cara pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output* aki pada MPPT yang telah diberi beban menggunakan AVometer digital. Pengukurun dilakukan dengan waktu lama pembebanan yang berbeda. Berikut metode pengujian pada Gambar 4.25.



**Gambar 4. 25** Metode Pengujian Beban

Dapat dilihat pada Gambar 4.26 merupakan pengujian dari ilustrasi pada Gambar 4.25



**Gambar 4. 26** Pengujian Beban

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.26 maka didapatkan Hasil pengujian Beban yang dijelaskan pada Tabel 4.11.

**Tabel 4.11** Pengujian Beban

No	Pengujian	Jenis beban	Tegangan Aki (V)		Selisih tegangan (V)	Lama pembebanan (menit)
			Awal	Akhir		
1	Pengujian 1	Sensor , modem, Raspi dan Arduino	12,42	12,30	0,12	30

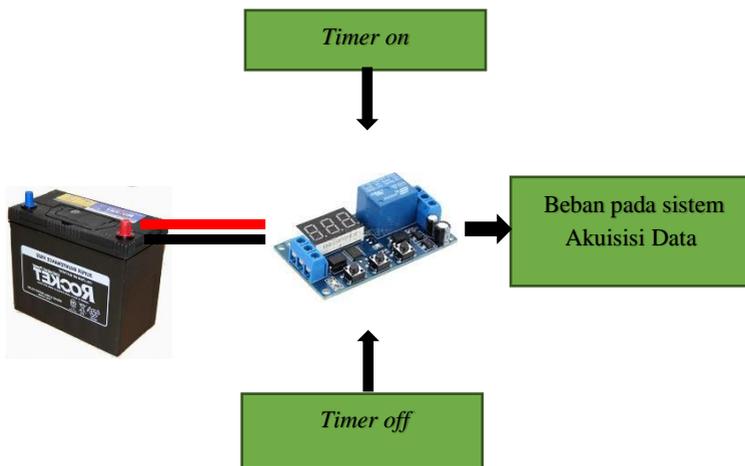
No	Penguujian	Jenis beban	Tegangan Aki (V)		Selisih tegangan (V)	Lama pembebanan (menit)
			Awal	Akhir		
2	Penguujian 2	Sensor, modem Rraspi dan Arduino	12,47	12,32	0,15	160
3	Penguujian 3	Sensor, modem, raspi dan Arduino	12,54	12,35	0,19	180
4	Penguujian 4	Sensor, modem raspi dan Arduino	12,51	12,38	0,13	145
5	Penguujian 5	Sensor, modem, raspi dan Arduino	12,55	12,18	0,37	500
6	Penguujian 6	Sensor, modem raspi dan arduino	12,40	12,30	0,10	128
7	Penguujian 7	Sensor, modem, raspi dan Arduino	12,61	12,35	0,26	360

Dari hasil Tabel 4.11 maka didapatkan hasil tegangan akhir pada aki yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh lama dari pembebanan pada waktu yang berbeda-beda. Lama pembebanan merupakan lama

waktu pengaktifan seluruh beban pada sistem tugas akhir ini. Beban Pada Tabel 4.11 meliputi Raspberry, Arduino Mega, sensor kelembapan tanah dan sensor temperatur tanah, sensor kelembapan dan temperatur udara, sensor intensitas cahaya dan sensor curah hujan. Pada Tabel 4.10 maka dapat disimpulkan bahwa pengujian 5 merupakan pengujian beban yang memperoleh perbedaan selisih yang paling tinggi dibandingkan dengan pengujian yang lainnya.

#### 4.7 Pengujian Relay

Pengujian dilakukan pada *relay* bertujuan untuk mengaktifkan sistem akuisisi data. Cara pengujian *relay* dilakukan dengan cara yang mengaktifkan *timer* pada *relay* dengan waktu *timer on* lebih dari 480 menit dan waktu *timer off* lebih dari 960 menit. Berikut metode pengujian pada Gambar 4.27.



**Gambar 4. 27** Metode Pengujian Relay

Dapat dilihat pada Gambar 4.28 merupakan pengujian dari metode pada Gambar 4.27



**Gambar 4. 28** Pengujian Relay

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.28 maka didapatkan hasil pengujian beban yang dijelaskan pada Tabel 4.12.

**Tabel 4.12** Pengujian Relay

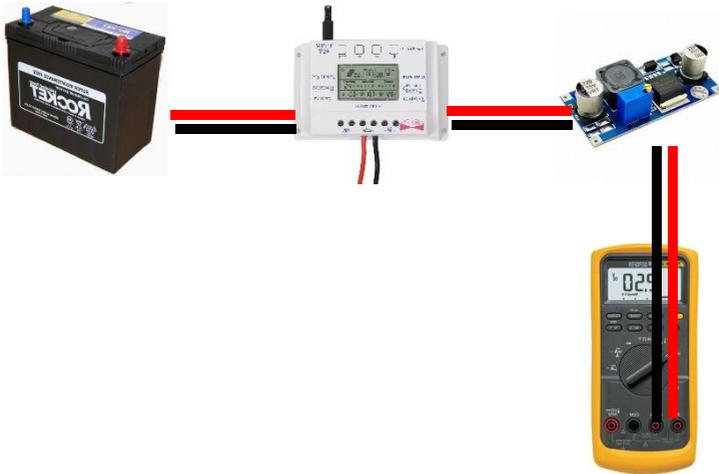
NO	pengujian	Tegangan (V)	Timer ON <480 menit	Timer OFF <960 menit	Relay >12 Volt
1	Pengujian 1	12,32	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
2	Pengujian 2	12,35	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
3	Pengujian 3	12,34	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
4	Pengujian 4	12,4	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
5	Pengujian 5	12,51	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
6	Pengujian 6	12,35	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
7	Pengujian 7	12,32	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
8	Pengujian 8	12,31	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
9	Pengujian 9	12,35	Aktif	Tidak Aktif	Aktif
10	Pengujian 10	12,37	Aktif	Tidak Aktif	Aktif

Dari hasil Tabel 4.11 maka didapatkan hasil pengujian *relay* pada waktu *timer on* dan *timer off* , waktu *timer on* akan aktif apabila waktu konfigurasi kurang dari 480 menit sedangkan *timer off* akan aktif apabila waktu kurang dari 960 menit. Pada Tabel 4.11 dapat disimpulkan bahwa *relay* akan aktif apabila mendapatkan tegangan lebih dari 12V dan sistem tugas akhir ini akan aktif apabila *time on* kurang dari 480 menit.

#### 4.8 Pengujian DC Buck Converter

Pengujian dilakukan pada beban bertujuan untuk mengetahui hasil keluaran output aki yang telah diberi beban dengan waktu yang berbeda Cara pengujian dilakukan dengan cara mengukur tegangan *output Buck*

*Converter* menggunakan AVOMeter digital. Berikut metode pengujian pada Gambar 4.29.



**Gambar 4. 29** Metode Pengujian *Buck Converter*

Dapat dilihat pada Gambar 4.30 merupakan pengujian dari ilustrasi pada Gambar 4.29



**Gambar 4. 30** Pengujian *Buck Converter*

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.30 maka didapatkan Hasil pengujian Beban yang dijelaskan pada Tabel 4.13

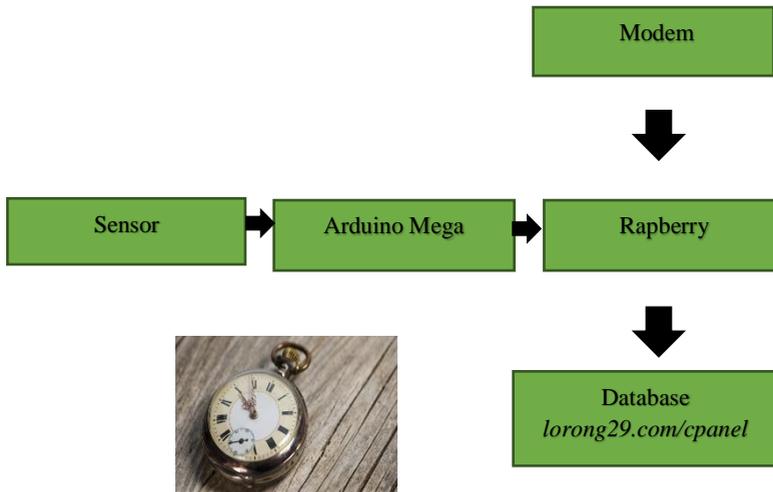
**Tabel 4.13** Pengujian *Buck Converter*

NO	pengujian	Resistansi (Ohm)	Tegangan <i>input</i> (V)	Tegangan <i>output</i> (V)
1	Pengujian 1	973	12,32	5
2	Pengujian 2	973	12,34	5,08
3	Pengujian 3	973	12,4	5,13
4	Pengujian 4	973	12,36	5,05
5	Pengujian 5	973	12,32	5
6	Pengujian 6	973	12,35	5,10
7	Pengujian 7	973	12,42	5,20
8	Pengujian 8	973	12,51	5,31
9	Pengujian 9	973	12,40	5,18
10	Pengujian 10	973	12,38	5,05

Dari hasil Tabel 4.13 maka didapatkan hasil tegangan *output* pada *buck converter* yang berbeda-beda. Hal ini disebabkan oleh tegangan *input* dari aki berbeda-beda. Pada Tabel 4.13 dapat disimpulkan bahwa pengujian 8 merupakan pengujian *buck converter* yang memperoleh nilai tegangan *output* yang paling tinggi dibandingkan dengan pengujian yang lainnya.

#### **4.9 Pengujian Pengiriman Data Sensor pada Database**

Pengujian pengiriman data dilakukan dengan cara memonitoring data hasil sensor pada web sama dengan hasil sensor yang telah di program pada Raspberry pi menggunakan modem. Sistem pengiriman data dilakukan secara *real time*. Berikut metode pengujian pada Gambar 4.31.



**Gambar 4. 31** Metode Pengiriman Data Sensor

Selanjutnya, dilakukan pengiriman data sensor menggunakan program *PHP-Script* yang ditunjukkan pada Gambar 4.32.

```

add.php (PHP script text)

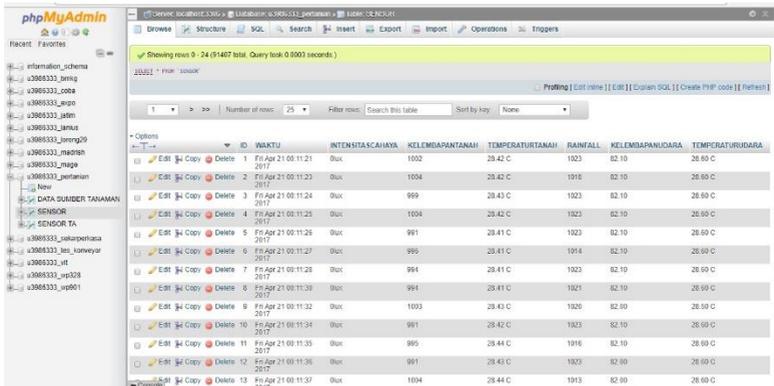
<?php
include "koneksi.php";

$waktu= htmlspecialchars($_GET["waktu"]);
$intensitascahaya= htmlspecialchars($_GET["intensitascahaya"]);
$kelembapantanah= htmlspecialchars($_GET["kelembapantanah"]);
$temperaturtanah= htmlspecialchars($_GET["temperaturtanah"]);
$rainfall= htmlspecialchars($_GET["rainfall"]);
$kelembapanudara= htmlspecialchars($_GET["kelembapanudara"]);
$temperaturudara= htmlspecialchars($_GET["temperaturudara"]);

if(!empty($intensitascahaya)){
$insert = "INSERT INTO SENSOR(WAKTU,INTENSITASCAHAYA,KELEMBAPANTANAH,TEMPERATURTANAH,RAINFALL,KELEMBAPANUDARA,TEMPERATURUDARA)
VALUES('$waktu','$intensitascahaya','$kelembapantanah','$temperaturtanah','$rainfall','$kelembapanudara','$temperaturudara')";
$result = mysql_query($insert) or die(mysql_error());
echo "masuk";
}
?>
  
```

**Gambar 4. 32** Program Pengiriman Data Sensor

Dapat dilihat pada Gambar 4.33., merupakan hasil pengiriman data sensor dari Gambar 4.32 pada web *lorong29.com/cpanel*



**Gambar 4. 33** Tampilan Database pada *lorong29.com/cpanel*

Dari hasil pengujian yang terlihat pada Gambar 4.34 maka didapatkan Hasil pengujian beban yang dijelaskan pada Tabel 4.14.

**Tabel 4.14** Pengujian Pengiriman Data Sensor

NO	Pengujian	Waktu Sebenarnya (WIB)	Waktu Pengiriman data sensor (WIB)	tanggal
1	Pengujian 1	08-03-15	08-03-18	21-4-17
2	Pengujian 2	08-03-16	08-03-20	21-4-17
3	Pengujian 3	08-03-17	08-03-21	21-4-17
4	Pengujian 4	08-03-18	08-03-24	21-4-17
5	Pengujian 5	08-03-20	08-03-25	21-4-17
6	Pengujian 6	08-03-25	08-03-27	21-4-17
7	Pengujian 7	08-03-27	08-03-30	21-4-17
8	Pengujian 8	08-03-03	08-03-06	21-4-17
9	Pengujian 9	08-03-04	08-03-08	21-4-17
10	Pengujian 10	08-03-05	08-03-09	21-4-17

Dari hasil Tabel 4.14 maka didapatkan hasil waktu pengiriman data sensor berbeda-beda. Sensor Pada Tabel 4.14 meliputi sensor kelembapan tanah dan sensor temperatur tanah, sensor kelembapan dan temperatur udara, sensor intensitas cahaya dan sensor curah hujan. Waktu pengiriman data sensor berbeda-beda disebabkan oleh adanya ketidakstabilan sensor pada faktor cuaca yang tidak menentu. Pada Tabel 4.14 dapat disimpulkan bahwa untuk pengiriman data sensor agar sesuai dengan waktu sebenarnya dibutuhkan waktu *delay* 3 detik

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## **BAB 5**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Dari hasil pengukuran dan pengujian terhadap sensor dan rangkaian elektronika yang digunakan pada alat Perancangan Sistem Akuisisi Data Pada Lahan Pertanian yang Terhubung Dengan Web, dapat disimpulkan bahwa :

1. Dari hasil pengukuran Sensor YL-69, didapatkan kelembapan tanah pada lahan pertanian yaitu 375-645
2. Dari hasil pengukuran Sensor Ds18b20 didapatkan temperatur suhu pada lahan pertanian yaitu 22 - 42°C.
3. Dari hasil pengukuran Sensor DHT22, suhu rata-rata pada lahan pertanian yaitu 30°C -35°C dan kelembapan 62-71%.
4. Dari hasil pengukuran Sensor BH-1750 didapatkan rata-rata intensitas cahaya pada lahan pertanian yaitu 37-5327 lx.
5. Dari hasil pengukuran Sensor Curah Hujan didapatkan rata-rata curah hujan antara 3-25 mm/bulan.
6. Pengguna dapat memantau melalui *website*, dengan menggunakan *lorong29.com/cpanel*.

#### **5.2 Saran**

Dari hasil perancangan tugas akhir ini masih kurang sempurna sehingga ada beberapa yang harus diperbaiki pada tugas akhir ini yaitu:

1. Kurangnya pengetahuan tentang pertanian sehingga pengambilan data pada pertanian menjadi tidak maksimal.
2. Sistem pengiriman data sensor ke web terkadang memiliki kendala yang menyebabkan ketidakstabilan sensor temperatur tanah, sensor kelembapan tanah, sensor kelembapan dan temperatur udara, sensor intensitas cahaya serta sensor curah hujan

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] Husin, Sofyan ., "Analisis Faktor-faktor yang Mempengaruhi Produktivitas Usaha Tani dan Pengaruhnya Terhadap Kepuasan Petani". **Tugas Akhir**, Program Studi Magister Perencanaan & Kebijakan Publik Kekhususan Ekonomi Perencanaan Kota & Daerah, Fakultas Ekonomi, Universitas Indonesia, Jakarta , 2009
- [2] Rakhmat, S. Tutorial ., "Hardware (PPL Microcontroller & Sistem Akuisisi Data)". **Tugas Akhir**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya , 1999
- [3] Hanum, Chairil ., "**Teknik Budidaya Tanaman**", Buku Sekolah Elektronik , Jakarta ,2003
- [4] Andrianto, Heri ., "**Pemrograman Mikrokontroler Arduino**" Informatika , Bandung , 2008
- [5] \_\_\_\_\_, "**Raspberry pi 3** ", URL: <https://www.raspberrypi.org/documentation/>, Diakses pada tanggal 21 januari 2017.
- [6] Nurliana, Rina , dkk., "Aplikasi *Database* dengan *PHP* dan *MySQL*" **Tugas Akhir**, Jurusan Matematika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang,2007
- [7] Nasar syed A ., "**Electric Machines and Power Systems**" . Electric Mchines Mcgraw Hill , USA ,1995
- [8] Amien, Rahardjo. Herlina dan Husni, Safruddin,. "Optimalisasi Pemanfaatan Sel Surya pada Bangunan Komersial secara Terintegrasi sebagai Bangunan Hemat Energi". **Seminar Sains Nasional x dan Teknologi-II**, Fakultas Teknik Elektro, Universitas Indonesia, Jakarta , 2008
- [9] Ernadi, Dwiyan Anugrah., "Desain *Maximum Power Point Tracking* untuk Turbin Angin menggunakan *Modified Perturb & Observe* (P&O) Berdasarkan Prediksi Kecepatan Angin", **Tugas Akhir**, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya , 2016

- [10] Radite P.A.S, Irman Idris, Hidayat Pawitan, Sigit Prabawa, “Pendekatan *Precision Farming* Memanfaatkan Teknologi Sensor un/uk Peningkatan Produktivitas Pertanian di indonesia”, *RUSNAS Seminar*, State Ministry of Research and Technology, Republic of indonesia, 2006.

## LAMPIRAN A

### A. 1 Listing Program ARDUINO MEGA2560

```
#include <BH1750.h>
#include <DHT.h>
#include <Wire.h>
#include <OneWire.h>
#include <DallasTemperature.h>

#define ONE_WIRE_BUS 50
#define DHTPIN 53
#define DHTTYPE DHT22

OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS);
DallasTemperature sensors(&oneWire);
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
BH1750 lichtMeter;

void setup() {
  Serial.begin(9600);
  dht.begin();
  lichtMeter.begin();
  sensors.begin();
  sensors.requestTemperatures();
}

int bacaSensor() {
  int sensorPin = A1;
  int nilaiSensor = analogRead(sensorPin);
  delay(1);
  return 1023 - nilaiSensor;
}

int bacahujan() {
  int nilaihujan = analogRead(A0);
```

```

    delay(1);
}

void loop() {

    uint16_t lux = lichtMeter.readLightLevel();
    String intensitas = String (lux);
    String cahaya = "lux";
    Float kelembaban = dht.readHumidity();
    Float Suhu = dht.readTemperature();
    String lembab = String (kelembaban);
    String cuaca = String (suhu);
    String db = String (sensors.getTempCByIndex(0));
    String tanah = " C";
    String garpu = String( bacaSensor());
    String humid = String( humidity );
    String hujan = String( bacahujan());
    delay(1000);
    Serial.println(intensitas);
    Serial.println(db);
    Serial.println(bacaSensor());
    Serial.println(cuaca);
    Serial.println(lembab);
    Serial.println(hujan);

}

```

## A.2 Listing Program RASPBERRY PI 3

```
import MySQLdb
import requests
import time
import serial

ser=serial.Serial(
    port = '/dev/ttyACM0',
    baudrate = 9600 ,
    parity = serial.PARITY_NONE ,
    stopbits = serial.STOPBITS_ONE ,
    bytesize = serial.EIGHTBITS ,
    timeout = 3
)
while 1:
    time.sleep(1)

    x= ser.readlines()

    print (x)
    userdata = {"waktu" : time.ctime() , "intensitascahaya" :
x[0],"kelembapantanah" : x[2] , "temperaturtanah" : x[1] ,
"kelembapanudara" : x[4] , "temperaturudara" : x[3] , "rainfall" : x[5]}

    resp=requests.post('http://lorong29.com/farming/add.php',params=
userdata)
```

### A.3 Listing Program *PHPScript*

```
<?php
include "koneksi.php";

$waktu= htmlspecialchars($_GET["waktu"]);
$intensitascahaya= htmlspecialchars($_GET["intensitascahaya"]);
$kelembapantanah= htmlspecialchars($_GET["kelembapantanah"]);
$temperaturtanah= htmlspecialchars($_GET["temperaturtanah"]);
$rainfall= htmlspecialchars($_GET["rainfall"]);
$kelembapanudara= htmlspecialchars($_GET["kelembapanudara"]);
$temperaturudara= htmlspecialchars($_GET["temperaturudara"]);

if(!empty($intensitascahaya)){
$insert = "INSERT INTO
SENSOR(WAKTU,INTENSITASCAHAYA,KELEMBAPANTANAH,
TEMPERATURTANAH,RAINFALL,KELEMBAPANUDARA,TEMP
ERATURUDARA)

VALUES('$waktu','$intensitascahaya','$kelembapantanah','$temperaturt
anah','$rainfall','$kelembapanudara','$temperaturudara)";
$result = mysql_query($insert) or die(mysql_error());
echo "masuk";
}

?>
```

# LAMPIRAN B

## B1. Datasheet / Specification

### B1.1 ATmega2560



Atmel ATmega640/V-1280/V-1281/V-2560/V-2561/V

8-bit Atmel Microcontroller with 16/32/64KB In-System Programmable Flash

DATASHEET

#### Features

- High Performance, Low Power Atmel® AVR® 8-Bit Microcontroller
- Advanced RISC Architecture
  - 135 Powerful Instructions – Most Single Purpose Cycle Execution
  - 32 × 8 General Purpose Working Registers
  - Fully Static Operation
  - Up to 16 MIPS Throughput at 16MHz
  - On-Chip 2-cycle Multiplier
- High Endurance Non-volatile Memory Segments
  - 64K/128K/256K Bytes of In-System Self-Programmable Flash
  - 4Kbytes EEPROM
  - 8Kbytes Internal SRAM
  - Write/Erase Cycles: 10,000 Flash/100,000 EEPROM
  - Data retention: 20 years at 85°C/ 100 years at 25°C
  - Optional Boot Code Section with Independent Lock Bits
    - + In-System Programming by On-chip Boot Program
    - + Read-While-Write Operation
    - Programming Lock for Software Security
    - + Endurance: Up to 84bytes Optional External Memory Space
    - + Touch and Wakeup library support
- Atmel® QTouch® library support
  - Capacitive touch buttons, slides and wheels
  - QTouch and QWakeup acquisition
  - Up to 64 sense channels
- JTAG (IEEE® std. 1149.1 compliant) Interface
  - Boundary-scan Capabilities According to the JTAG Standard
  - Extensive On-chip Debug Support
  - Programming of Flash, EEPROM, Fuse, and Lock Bits through the JTAG Interface
- Peripheral Features
  - Two 8-bit Timer/Counters with Separate Prescaler and Compare Mode
  - Four 16-bit Timer/Counter with Separate Prescaler, Compare and Capture Mode
  - Real Time Counter with Separate Oscillator
  - Four 8-bit PWM Channels
  - Six/Twelve PWM Channels with Programmable Resolution from 2 to 16 Bits (ATmega640/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial GSART (ATmega128/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Output Compare Modulator
  - 8/16-channel, 10-bit ADC (ATmega128/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Two/Four Programmable Serial GSART (ATmega128/2561, ATmega640/1280/2560)
  - Master/Slave SPI Serial Interface
  - Byte Oriented 2-wire Serial Interface
  - Programmable Watchdog Timer with Separate On-chip Oscillator
  - On-chip Analog Comparator
  - Interrupt and Wake-up on Pin Change
- Special Microcontroller Features
  - Power-on Reset and Programmable Brown-out Detection
  - Internal Calibrated Oscillator
  - External and Internal Interrupt Sources
  - Six Sleep Modes: Idle, ADC Noise Reduction, Power-save, Power-down, Standby, and Extended Standby
- I/O and Packages
  - 64KB Programmable I/O Library (ATmega128/2561, ATmega640/1280/2560)
  - 64-pad QFN/MLF, 64-lead TQFP (ATmega128/2561)
  - 104-lead TQFP, 100-ball BGA (ATmega640/1280/2560)
  - Fully/5-volt Drives
- Temperature Range:
  - -40°C to 85°C Industrial
- Ultra-Low Power Consumption
  - Active Mode: 180µA, 1.0V, 500µA
  - Power-down Mode: 0.1µA at 1.0V
- Speed Grade:
  - ATmega40V/ATmega1280V/ATmega1281V:
    - +0 – 48MHz @ 1.0V – 5.5V, 0 – 3MHz @ 2.7V – 5.5V
    - +1 – 38MHz @ 1.0V – 5.5V, 0 – 3MHz @ 2.7V – 5.5V
    - ATmega40V/ATmega1280V/ATmega1281V:
      - +0 – 38MHz @ 2.7V – 5.5V, 0 – 19MHz @ 4.5V – 5.5V
      - ATmega640V/ATmega2561V:
        - +0 – 19MHz @ 4.5V – 5.5V

35490-AV9-02/014

## 1. Pin Configurations

Figure 1-1. TQFP-pinout ATmega640/1280/2560

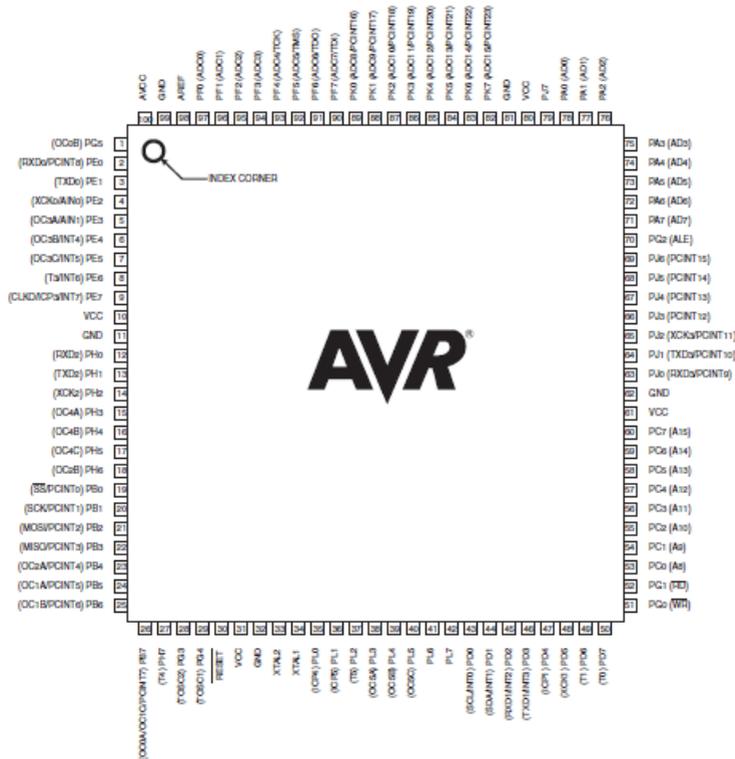


Figure 1-2. CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

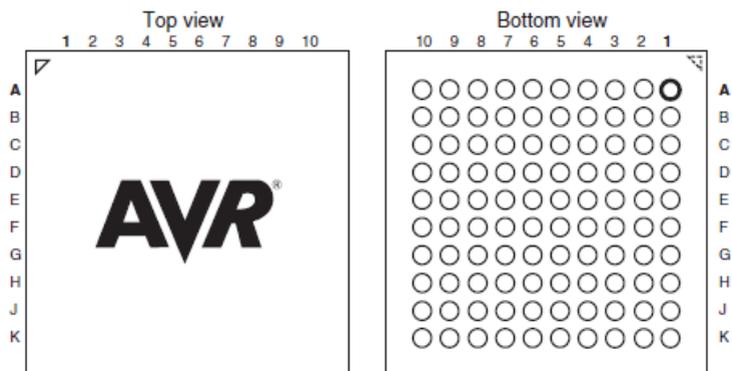


Table 1-1. CBGA-pinout ATmega640/1280/2560

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
A	GND	AREF	PF0	PF2	PF5	PK0	PK3	PK6	GND	VCC
B	AVCC	PG5	PF1	PF3	PF6	PK1	PK4	PK7	PA0	PA2
C	PE2	PE0	PE1	PF4	PF7	PK2	PK5	PJ7	PA1	PA3
D	PE3	PE4	PE5	PE6	PH2	PA4	PA5	PA6	PA7	PG2
E	PE7	PH0	PH1	PH3	PH5	PJ6	PJ5	PJ4	PJ3	PJ2
F	VCC	PH4	PH6	PB0	PL4	PD1	PJ1	PJ0	PC7	GND
G	GND	PB1	PB2	PB5	PL2	PD0	PD5	PC5	PC6	VCC
H	PB3	PB4	RESET	PL1	PL3	PL7	PD4	PC4	PC3	PC2
J	PH7	PG3	PB6	PL0	XTAL2	PL6	PD3	PC1	PC0	PG1
K	PB7	PG4	VCC	GND	XTAL1	PL5	PD2	PD6	PD7	PG0

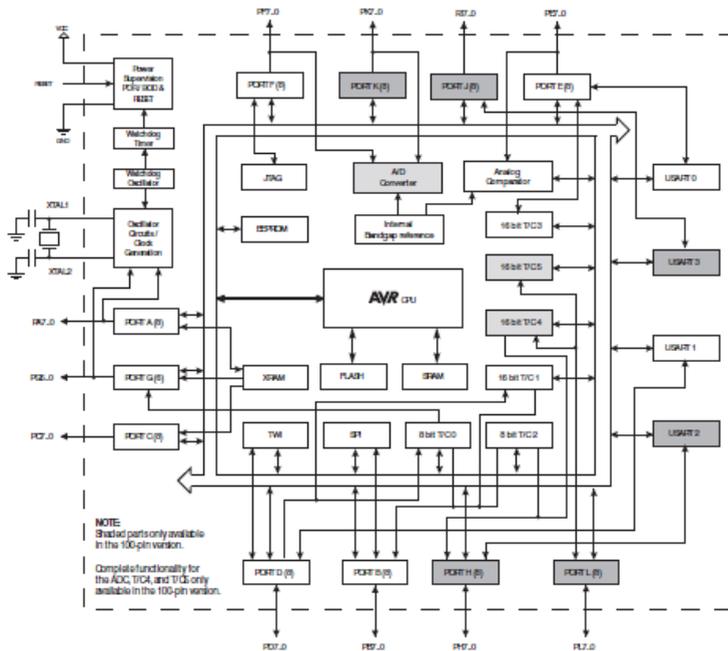
Note: The functions for each pin is the same as for the 100 pin packages shown in Figure 1-1 on page 2.

## 2. Overview

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a low-power CMOS 8-bit microcontroller based on the AVR enhanced RISC architecture. By executing powerful instructions in a single clock cycle, the ATmega640/1280/1281/2560/2561 achieves throughputs approaching 1 MIPS per MHz allowing the system designer to optimize power consumption versus processing speed.

### 2.1 Block Diagram

Figure 2-1. Block Diagram



The Atmel® AVR® core combines a rich instruction set with 32 general purpose working registers. All the 32 registers are directly connected to the Arithmetic Logic Unit (ALU), allowing two independent registers to be accessed in one single instruction executed in one clock cycle. The resulting architecture is more code efficient while achieving throughputs up to ten times faster than conventional CISC microcontrollers.

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 provides the following features: 64K/128K/256K bytes of In-System Programmable Flash with Read-While-Write capabilities, 4Kbytes EEPROM, 8Kbytes SRAM, 54/86 general purpose I/O lines, 32 general purpose working registers, Real Time Counter (RTC), six flexible Timer/Counters with compare modes and PWM, four USARTs, a byte oriented 2-wire Serial Interface, a 16-channel, 10-bit ADC with optional differential input stage with programmable gain, programmable Watchdog Timer with Internal Oscillator, an SPI serial port, IEEE® std. 1149.1 compliant JTAG test interface, also used for accessing the On-chip Debug system and programming and six software selectable power saving modes. The Idle mode stops the CPU while allowing the SRAM, Timer/Counters, SPI port, and interrupt system to continue functioning. The Power-down mode saves the register contents but freezes the Oscillator, disabling all other chip functions until the next interrupt or Hardware Reset. In Power-save mode, the asynchronous timer continues to run, allowing the user to maintain a timer base while the rest of the device is sleeping. The ADC Noise Reduction mode stops the CPU and all I/O modules except Asynchronous Timer and ADC, to minimize switching noise during ADC conversions. In Standby mode, the Crystal/Resonator Oscillator is running while the rest of the device is sleeping. This allows very fast start-up combined with low power consumption. In Extended Standby mode, both the main Oscillator and the Asynchronous Timer continue to run.

Atmel offers the QTouch® library for embedding capacitive touch buttons, sliders and wheels functionality into AVR microcontrollers. The patented charge-transfer signal acquisition offers robust sensing and includes fully debounced reporting of touch keys and includes Adjacent Key Suppression® (AKS®) technology for unambiguous detection of key events. The easy-to-use QTouch Suite toolchain allows you to explore, develop and debug your own touch applications.

The device is manufactured using the Atmel high-density nonvolatile memory technology. The On-chip IEP Flash allows the program memory to be reprogrammed in-system through an SPI serial interface, by a conventional non-volatile memory programmer, or by an On-chip Boot program running on the AVR core. The boot program can use any interface to download the application program in the application Flash memory. Software in the Boot Flash section will continue to run while the Application Flash section is updated, providing true Read-While-Write operation. By combining an 8-bit RISC CPU with In-System Self-Programmable Flash on a monolithic chip, the Atmel ATmega640/1280/1281/2560/2561 is a powerful microcontroller that provides a highly flexible and cost effective solution to many embedded control applications.

The ATmega640/1280/1281/2560/2561 AVR is supported with a full suite of program and system development tools including: C compilers, macro assemblers, program debugger/simulators, in-circuit emulators, and evaluation kits.

## 2.2 Comparison Between ATmega1281/2561 and ATmega640/1280/2560

Each device in the ATmega640/1280/1281/2560/2561 family differs only in memory size and number of pins. Table 2-1 summarizes the different configurations for the six devices.

Table 2-1. Configuration Summary

Device	Flash	EEPROM	RAM	General Purpose I/O pins	16 bits resolution PWM channels	Serial USARTs	ADC Channels
ATmega640	64KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1280	128KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega1281	128KB	4KB	8KB	54	6	2	8
ATmega2560	256KB	4KB	8KB	86	12	4	16
ATmega2561	256KB	4KB	8KB	54	6	2	8

## 2.3 Pin Descriptions

### 2.3.1 VCC

Digital supply voltage.

### 2.3.2 GND

Ground.

### 2.3.3 Port A (PA7..PA0)

Port A is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port A output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port A pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port A pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port A also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 75.

### 2.3.4 Port B (PB7..PB0)

Port B is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port B output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port B pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port B pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port B has better driving capabilities than the other ports.

Port B also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 76.

### 2.3.5 Port C (PC7..PC0)

Port C is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port C output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port C pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port C pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port C also serves the functions of special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on page 79.

### 2.3.6 Port D (PD7..PD0)

Port D is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port D output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port D pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port D pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port D also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 80](#).

### 2.3.7 Port E (PE7..PE0)

Port E is an 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port E output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port E pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port E pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port E also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 82](#).

### 2.3.8 Port F (PF7..PF0)

Port F serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port F also serves as an 8-bit bi-directional I/O port, if the A/D Converter is not used. Port pins can provide internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port F output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port F pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port F pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. If the JTAG interface is enabled, the pull-up resistors on pins PF7(TDI), PF5(TMS), and PF4(TCK) will be activated even if a reset occurs.

Port F also serves the functions of the JTAG interface.

### 2.3.9 Port G (PG5..PG0)

Port G is a 6-bit I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port G output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port G pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port G pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port G also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/1281/2560/2561 as listed on [page 86](#).

### 2.3.10 Port H (PH7..PH0)

Port H is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port H output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port H pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port H pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port H also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 88](#).

### 2.3.11 Port J (PJ7..PJ0)

Port J is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port J output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port J pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port J pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running. Port J also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 90](#).

### 2.3.12 Port K (PK7..PK0)

Port K serves as analog inputs to the A/D Converter.

Port K is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port K output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port K pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port K pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port K also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 92](#).

### 2.3.13 Port L (PL7..PL0)

Port L is a 8-bit bi-directional I/O port with internal pull-up resistors (selected for each bit). The Port L output buffers have symmetrical drive characteristics with both high sink and source capability. As inputs, Port L pins that are externally pulled low will source current if the pull-up resistors are activated. The Port L pins are tri-stated when a reset condition becomes active, even if the clock is not running.

Port L also serves the functions of various special features of the ATmega640/1280/2560 as listed on [page 94](#).

### 2.3.14 RESET

Reset input. A low level on this pin for longer than the minimum pulse length will generate a reset, even if the clock is not running. The minimum pulse length is given in "System and Reset Characteristics" on [page 360](#). Shorter pulses are not guaranteed to generate a reset.

### 2.3.15 XTAL1

Input to the inverting Oscillator amplifier and input to the internal clock operating circuit.

### 2.3.16 XTAL2

Output from the inverting Oscillator amplifier.

### 2.3.17 AVCC

AVCC is the supply voltage pin for Port F and the A/D Converter. It should be externally connected to  $V_{CC}$ , even if the ADC is not used. If the ADC is used, it should be connected to  $V_{CC}$  through a low-pass filter.

### 2.3.18 AREF

This is the analog reference pin for the A/D Converter.

## B1.2 DS18B20

### DS18B20

### Programmable Resolution 1-Wire Digital Thermometer

#### General Description

The DS18B20 digital thermometer provides 9-bit to 12-bit Celsius temperature measurements and has an alarm function with nonvolatile user-programmable upper and lower trigger points. The DS18B20 communicates over a 1-Wire bus that by definition requires only one data line (and ground) for communication with a central microprocessor. In addition, the DS18B20 can derive power directly from the data line ("parasite power"), eliminating the need for an external power supply.

Each DS18B20 has a unique 64-bit serial code, which allows multiple DS18B20s to function on the same 1-Wire bus. Thus, it is simple to use one microprocessor to control many DS18B20s distributed over a large area. Applications that can benefit from this feature include HVAC environmental controls, temperature monitoring systems inside buildings, equipment, or machinery, and process monitoring and control systems.

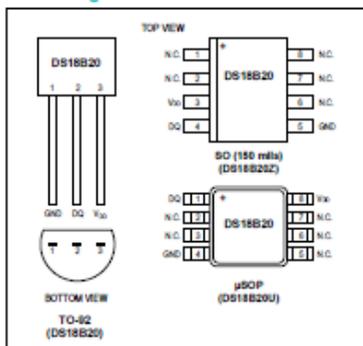
#### Applications

- Thermostatic Controls
- Industrial Systems
- Consumer Products
- Thermometers
- Thermally Sensitive Systems

#### Benefits and Features

- Unique 1-Wire® Interface Requires Only One Port Pin for Communication
- Reduce Component Count with Integrated Temperature Sensor and EEPROM
  - Measures Temperatures from  $-55^{\circ}\text{C}$  to  $+125^{\circ}\text{C}$  ( $-67^{\circ}\text{F}$  to  $+257^{\circ}\text{F}$ )
  - $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$  Accuracy from  $-10^{\circ}\text{C}$  to  $+85^{\circ}\text{C}$
  - Programmable Resolution from 9 Bits to 12 Bits
  - No External Components Required
- Parasitic Power Mode Requires Only 2 Pins for Operation (DQ and GND)
- Simplifies Distributed Temperature-Sensing Applications with Multidrop Capability
  - Each Device Has a Unique 64-Bit Serial Code Stored in On-Board ROM
- Flexible User-Definable Nonvolatile (NV) Alarm Settings with Alarm Search Command Identifies Devices with Temperatures Outside Programmed Limits
- Available in 8-Pin SO (150 mils), 8-Pin  $\mu\text{SOP}$ , and 3-Pin TO-92 Packages

#### Pin Configurations



Ordering information appears at end of data sheet.

1-Wire is a registered trademark of Maxim Integrated Products, Inc.

19-7487; Rev 4; 1/15



## B1.3 DHT22

Tell: +86-020-36380552, +86-020-36042809 Fax: +86-020-36380562

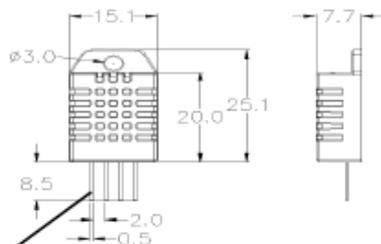
http://www.aosong.com

Email: [thomaslu198518@yahoo.com.cn](mailto:thomaslu198518@yahoo.com.cn) [sales@aosong.com](mailto:sales@aosong.com)

Address: No.56, Renhe Road, Renhe Town, Baiyun District, Guangzhou, China

Accuracy	humidity $\pm 2\%$ RH(Max $\pm 5\%$ RH);	temperature $\pm 0.2$ Celsius
Resolution or sensitivity	humidity 0.1%RH;	temperature 0.1Celsius
Repeatability	humidity $\pm 1\%$ RH;	temperature $\pm 0.2$ Celsius
Humidity hysteresis	$\pm 0.3\%$ RH	
Long-term Stability	$\pm 0.5\%$ RH/year	
Sensing period	Average: 2s	
Interchangeability	fully interchangeable	

### 4. Dimensions: (unit—mm)



Pin sequence number: 1 2 3 4 (from left to right direction).

Pin	Function
1	VDD—power supply
2	DATA—signal
3	NULL
4	GND

### 5. Operating specifications:

#### (1) Power and Pins

Power's voltage should be 3.3-6V DC. When power is supplied to sensor, don't send any instruction to the sensor within one second to pass unstable status. One capacitor valued 100nF can be added between VDD and GND for wave filtering.

#### (2) Communication and signal

Single-bus data is used for communication between MCU and AM2303, it costs 5mS for single time communication.

## B1.4 BH1750



Ambient Light Sensor IC Series

# Digital 16bit Serial Output Type Ambient Light Sensor IC



BH1750FVI

No.11048EDT01

### ●Description

BH1750FVI is an digital Ambient Light Sensor IC for I<sup>2</sup>C bus interface. This IC is the most suitable to obtain the ambient light data for adjusting LCD and Keypad backlight power of Mobile phone. It is possible to detect wide range at High resolution. (1 - 65535 lx).

### ●Features

- 1) I<sup>2</sup>C bus interface (1 / s Mode Support)
- 2) Spectral responsibility is approximately human eye response
- 3) Illuminance to Digital Converter
- 4) Wide range and High resolution. (1 - 65535 lx)
- 5) Low Current by power down function
- 6) 50Hz / 60Hz Light noise reject-function
- 7) 1.8V Logic Input Interface
- 8) No need any external parts
- 9) Light source dependency is little. (ex. Incandescent Lamp, Fluorescent Lamp, Halogen Lamp, White LED, Sun Light)
- 10) It is possible to select 2 type of I<sup>2</sup>C slave-address.
- 11) Adjustable measurement result for influence of optical window  
(It is possible to detect min. 0.11 lx, max. 100000 lx by using this function.)
- 12) Small measurement variation (+/- 20%)
- 13) The influence of infrared is very small.

### ●Applications

Mobile phone, LCD TV, NOTE PC, Portable game machine, Digital camera, Digital video camera, PDA, LCD display

### ●Absolute Maximum Ratings

Parameter	Symbol	Rating	Units
Supply Voltage	V <sub>max</sub>	4.5	V
Operating Temperature	T <sub>opr</sub>	-40 ~ 85	°C
Storage Temperature	T <sub>stg</sub>	-40 ~ 100	°C
SDA Sink Current	I <sub>max</sub>	7	mA
Power Dissipation	P <sub>d</sub>	260 <sup>①</sup>	mW

① 70mm × 70mm × 1.6mm glass epoxy board. Derating is done at 3.47mW/°C for operating above T<sub>a</sub>+25°C.

### ●Operating Conditions

Parameter	Symbol	Rating			Units
		Min.	Typ.	Max.	
Vcc Voltage	V <sub>cc</sub>	2.4	3.0	3.6	V
I <sup>2</sup> C Reference Voltage	V <sub>ov1</sub>	1.65	-	V <sub>cc</sub>	V

## B1.5 Sensor BH1750 Specification



DESKRIPSI

ULASAN (0)

Jual Modul Sensor Cahaya Arduino GY-302 BH1750 Murah

### Deskripsi Produk

Modul Sensor Cahaya Arduino GY-302 BH1750 Chip Light Intensity Light Module

GY-302 Digital Light Intensity Sensor Module adalah sebuah modul sensor cahaya berbasis IC BH1750. BH1750 adalah sebuah IC sensor cahaya dengan antarmuka IC. Modul ini memberikan nilai output digital melalui IC bus, sehingga Anda tidak perlu lagi menambahkan konverter ADC.

### Spesifikasi :

- Catu Daya : 4.5 V
- Resolusi : 0 - 65535 lux
- Antarmuka : IC
- Jenis Output : Digital
- Chip Sensor : BH1750FV1
- Dimensi : 13,9 x 18,5 mm

## B1.6 Sensor Rainfall Specification



DESKRIPSI

ULASAN (0)

Jual Sensor Curah Hujan untuk Arduino Murah

### Deskripsi Produk

Sensor Curah Hujan untuk Arduino

#### Specification:

Working voltage: 3.3V-5V;

#### Wiring:

1. VCC: connect to positive power supply (3-5V);
2. GND: connect to negative power supply;
3. DO: TTL switching signal output;
4. AO: analog output

#### Application:

Arduino robot kits, rain, rain sensor, can be used to monitor a variety of weather conditions, and turned into several fixed output signal and AO

#### Features:

1. The sensor uses a high-quality double-sided FR-04 materials, the large area of 5.0 x 4.0cm, and nickel-plated surface, effective against oxidation, conductivity, superior performance and lifetime;
2. The comparator output signal clean waveform is good, driving ability, than 15mA;
3. Power leds adjust the sensitivity;
4. Working voltage: 3.3-5V;
5. The output format: Digital switching output (D and T) and analog voltage output AO;
6. With bolt holes for easy installation;
7. A small board PCB size: 3.2cm x 1.4cm;
8. Using a wide voltage LM393 comparator;
9. Connect the 5V power supply, power indicator light, sensor board does not drop, DO output is high;
10. The switch lights off, dripping a drop of water, DO output is low, the switch indicator light;
11. Brush above water droplets, has returned to the output high state;
12. AO analog output can be connected to the microcontroller detects AD much drops of rain in the above size;
13. DO TTL digital outputs can also be connected to the microcontroller detects whether there is rain

## B1.7 Sensor DHT22 Specification

DHT22 utilizes exclusive digital signal collecting technique and humidity sensing technology and can output calibrated digital signal. Small size & low consumption & long transmission distance (20 meters) enable AM2303 to be suited in all kinds of harsh applications.



Power voltage should be between 3.3V and 6V DC. When power is supplied to sensor don't send any instruction to it withing one second to pass unstable status. One 100nF capacitor can be added between VDD and GND for wave filtering.

[download DHT22 datasheet](#)

DHT22 pins	
1	VCC
2	DATA
3	NC
4	GND



### DHT22 specifications



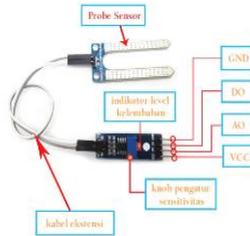
- power supply: 3.3V – 6V DC
- output signal: single-bus
- sensing element: polymer humidity capacitor & DS18B20
- measuring range: humidity 0–100% RH / temperature –40°C – 125°C
- accuracy: humidity ±1% / temperature ±0.2°C
- sensing period: ~2s

## B1.8. Sensor YL-69 Specification

### Pendahuluan

Untuk aplikasi tertentu, misalnya pada penyiraman tanaman secara otomatis, kita memerlukan informasi mengenai kelembaban tanah untuk tanaman kita. Karena pengaruh suhu lingkungan, proses penguapan akan berpengaruh pada tingkat kelembaban tanah.

Saat ini telah banyak sensor kelembaban tanah yang beredar di pasaran dengan harga yang relatif terjangkau, salah satunya adalah kombinasi dari YL-39 (modul pengondisian sinyal) dan YL-69 (probe sensor). Amatilah **Gambar 1**.



*Gambar 1. Keterangan sensor kelembaban tanah*

Modul sensor ini memiliki 4-pin, yaitu **GND** (untuk ground), **VCC** (3.3 - 5Volt), **AO** (keluaran analog yang akan dibaca oleh Arduino), dan **DO** (dapat diatur sensitivitasnya menggunakan knob pengatur, dan menghasilkan logika digital HIGH/LOW pada level kelembaban tertentu). Untuk saat ini, hanya tiga pin yang kita manfaatkan, yaitu GND, VCC dan AO.

## B1.9. Sensor DS18B20 Specification

### Digital Temperature DS18B20 (Waterproof)

Notify Me  
Rating: Not Rated Yet



Harga  
Harga Jual: **Rp.79.000**

From as low as Rp.79.000  
From as low as Rp.79.000



#### Deskripsi

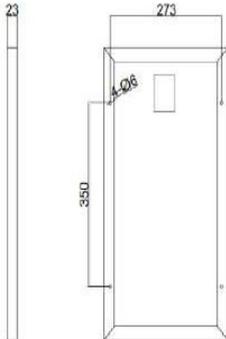
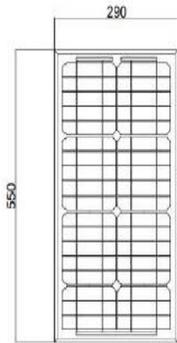
Produk ini merupakan sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof). Cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah. Karena output data produk ini merupakan data digital, maka Anda tidak perlu khawatir terhadap degradasi data ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 hingga 12-bit (yang dapat dikonfigurasi) data.

Karena setiap sensor DS18B20 memiliki silikon serial number yang unik, maka beberapa sensor DS18B20 dapat dipasang dalam 1 bus. Hal ini memungkinkan pembacaan suhu dari berbagai tempat. Meskipun secara datasheet sensor ini dapat membaca suhu hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C.

#### Spesifikasi

- Usable with 3.0V to 5.5V power/data
- $\pm 0.5^\circ\text{C}$  Accuracy from  $-10^\circ\text{C}$  to  $+85^\circ\text{C}$
- Usable temperature range:  $-55$  to  $125^\circ\text{C}$  ( $-67^\circ\text{F}$  to  $+257^\circ\text{F}$ )
- 9 to 12 bit selectable resolution
- Uses 1-Wire interface- requires only one digital pin for communication
- Unique 64 bit ID burned into chip
- Multiple sensors can share one pin
- Temperature-limit alarm system
- Query time is less than 750ms
- 3 wires interface:
- Red wire - VCC
- Black wire - GND
- Yellow wire - DATA
- Stainless steel tube 6mm diameter by 35mm long
- Cable diameter: 4mm
- Length: 90cm

## B.10. Solar Cell Specification



### SPECIFICATIONS

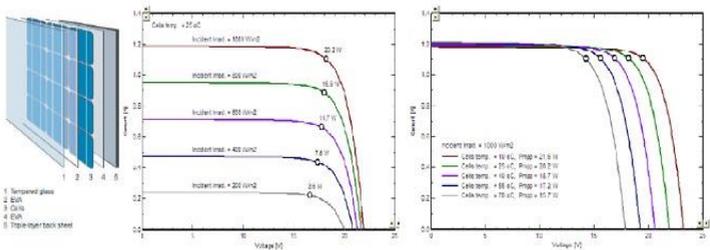
Cells	Mono-crystalline Silicon Solar Cells 125mm x 125mm
Number of cells	36 (18 x 2)
Dimensions	550mm x 290mm x 23mm
Weight	2.5 kg

### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

Values at Standard Test Conditions STC (AM1.5, 1,000W/m<sup>2</sup>, 25°C)

Max Power Pmax	20Wp
Max Power Voltage Vmp	18.00V
Max Power Current Imp	1.12A
Open-Circuit Voltage Voc	22.10V
Short-Circuit Current ISC	1.19A
Cell Efficiency	17%
Module Efficiency	12.50%
Maximum System Voltage	DC 1,000V (TUW) / DC 600V (UL)
Power Tolerance	3%
Series Fuse Rating	10A
Temperature Coefficients of Pmax	-0.45%/°C
Temperature Coefficients of Voc	-0.35%/°C
Temperature Coefficients of ISC	0.05%/°C
NOTC	47°C

### PERFORMANCE CHARACTERISTIC



## B.11. MPPT T20 Specification

Parameters / Model	MPPT10	MPPT20	MPPT30	MPPT40
Maximum power current	12A	20A	30A	40A
Installation Lin (mm <sup>2</sup> )	4mm <sup>2</sup>	8mm <sup>2</sup>	10mm <sup>2</sup>	12mm <sup>2</sup>
Installation Line(AWG)	10(AWG)	8(AWG)	7(AWG)	6(AWG)
Weight	280g	300g	475g	480
Dimensions	143*89*46 (mm)		187*97*61 (mm)	
System load loss	≤13mA			
Loop Buck	≤100mV			

Battery float voltage	13.8V (12V system) /27.6V (24V system)
Battery (under voltage) protection	10.6V (12V system) /21.2V (24V system)
Battery (under voltage) recovery voltage	12.6V (12V system) /25.2V (24V system)
Charge mode	MPPT+PWM MODE
Operating Temperature	-10℃~60℃
Storage Temperature	-30℃~70℃
Humidity requirements	≤90%, No condensation
Temperature compensation	-4mV/Cell/℃
Temperature Probe (built components)	NTC 100K thermistats
Maximum open circuit voltage of the solar panel	18V-24V (12V system) 36V-48V (24V system)
Solar panels maximum open circuit voltage (V)	≤48V

### 6: (Cases) 12V system standard configuration

	18V-25V	18V-25V	18V-25V	18V-25V
The peak voltage of the solar cell panel (Maximum power voltage (V))				
Peak power of solar cell panel	50W-130W	100W-260W	200W-380W	≤500W
Model	MPPT10	MPPT20	MPPT30	MPPT40
Battery standard voltage	12V	12V	12V	12V
Battery capacity	≥100AH	≥200AH	≥300AH	≥400AH
Installation Lin (mm <sup>2</sup> )	4mm <sup>2</sup>	8mm <sup>2</sup>	10mm <sup>2</sup>	12mm <sup>2</sup>
Installation Line(AWG)	10(AWG)	8(AWG)	7(AWG)	6(AWG)

## RIWAYAT HIDUP



Penulis, Adrian Arya Wardana, lahir di Madura, 25 Januari 1996. Merupakan anak kedua dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Trisno Wardono dan Pudji Purnamawati. Bertempat tinggal bersama orang tua di Jalan Jambu Raya No.38, Perumnas Kamal, Kecamatan Banyuwajuh, Kota Bangkalan, Jawa Timur, Indonesia. Penulis memulai Studinya di TK Bhakti lulus tahun 2002, SD Negeri Banyuwajuh 6 lulus tahun 2008, dilanjutkan di SMP Negeri 1 Kamal lulus tahun 2011, dan SMA Negeri 2 Bangkalan lulus tahun 2014. Kemudian pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan tinggi di Diploma III Teknik Elektro ITS dan berkonsentrasi pada Bidang Studi Komputer Kontrol. Pada bulan Juli 2017 penulis mengikuti ujian Tugas Akhir di Bidang Studi Komputer Kontrol Program Studi D3 Teknik Elektro ITS Surabaya sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Elektro. Penulis dapat dihubungi pada alamat emailsebagai berikut: [adrianarya96@gmail.com](mailto:adrianarya96@gmail.com)

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*

## RIWAYAT HIDUP



Penulis, Michael Jacob Ephariem Jehuda, lahir di Surabaya, 21 Februari 1996. Merupakan anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Winston Leonard dan Ibu Sunarni. Bertempat tinggal bersama orang tua di Jalan Cipta Menanggal 1 blok 18 AA1, Kecamatan Gayungan, Kota Surabaya, Jawa Timur, Indonesia. Penulis memulai Studinya di TK Elizabeth lulus tahun 2002, SD Negeri Dukuh Menanggal 2 lulus tahun 2008, dilanjutkan di SMP Negeri 36 Surabaya lulus tahun 2011, dan SMA 17 Agustus 1945 tahun 2014. Kemudian pada tahun 2014 melanjutkan pendidikan tinggi di Diploma III Teknik Elektro ITS dan berkonsentrasi pada Bidang Studi Komputer Kontrol. Pada bulan Juli 2017 penulis mengikuti ujian Tugas Akhir di Bidang Studi Komputer Kontrol Program Studi D3 Teknik Elektro ITS Surabaya sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Ahli Madya Teknik Elektro. Penulis dapat dihubungi pada alamat email sebagai berikut: michaeljacob6789@gmail.com

*(halaman ini sengaja dikosongkan)*