



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Solar Cell¹

Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atas matahari atau "sol" karena matahari merupakan sumber cahaya terkuat yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel *photovoltaic*, *photovoltaic* dapat diartikan sebagai "cahaya-listrik". Sel surya atau sel PV bergantung pada efek *photovoltaic* untuk menyerap energi Matahari dan menyebabkan arus mengalir antara dua lapisan bermuatan yang berlawanan.

Panel surya biasanya memiliki umur 20-25 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi yang semakin canggih, sebagian besar panel surya komersial saat ini hanya mencapai efisiensi 15% dan hal ini tentunya merupakan salah satu alasan utama mengapa industri energi surya masih tidak dapat bersaing dengan bahan bakar fosil. Karena peralatan rumah saat ini berjalan di *alternating current* (AC), panel surya harus memiliki *power inverter* yang mengubah arus *direct current* (DC) dari sel surya menjadi *alternating current* (AC).

Posisi ideal panel surya adalah menghadap langsung ke sinar matahari (untuk memastikan efisiensi maksimum). Panel surya modern memiliki perlindungan *overheating* yang baik dalam bentuk semen konduktif termal. Perlindungan *overheating* penting dikarenakan panel surya mengkonversi kurang dari 20% dari energi surya yang ada menjadi listrik, sementara sisanya akan terbuang sebagai panas.

Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan

¹ Hanafiyah, Ali Muhammad. 2013. *Pengertian Panel Surya*, <http://electrozone94.blogspot.co.id/2013/10/panel-surya-solar-cell.html>, diakses tanggal 18 Februari 2017.



untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut.



Gambar 2.1 Solar Cell²

2.1.2 Bahan Penyusun Solar Cell

Solar cell merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor. *Multicrystalline silicon* adalah bahan yang paling banyak dipakai dalam industri solar cell. *Multicrystalline* dan *monocrystalline silicon* menghasilkan efisiensi yang relatif lebih tinggi daripada *amorphous silicon*. Sedangkan *amorphous silicon* dipakai karena biaya yang relatif lebih rendah. Selain dari bahan non organik diatas dipakai juga molekul-molekul organik walaupun masih dalam tahap penelitian. Sebagai salah satu ukuran performansi *solar cell* adalah efisiensi. Yaitu perubahan energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Efisiensi dari *solar cell* yang sekarang diproduksi sangat bervariasi.

Tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu *solar cell* sangat kecil maka beberapa *solar cell* harus digabungkan sehingga terbentuklah satuan komponen yang disebut *module*. Pada aplikasinya, karena tenaga listrik yang dihasilkan oleh satu *module* masih cukup kecil (rata-rata maksimum tenaga listrik yang dihasilkan 130 W) maka dalam pemanfaatannya beberapa *module* digabungkan dan terbentuklah apa yang disebut *array*.

² Hanafiyah, Ali Muhammad. 2013. *Pengertian Panel Surya*, <http://electrozone94.blogspot.co.id/2013/10/panel-surya-solar-cell.html>, diakses tanggal 18 Februari 2017.



2.2 Arduino

Arduino adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan perangkat lunaknya memiliki bahasa pemrograman sendiri.

Dengan kata lain, *Arduino* adalah kit elektronik atau papan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama yaitu sebuah *chip* mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler itu sendiri adalah *chip* atau *IC (integrated circuit)* yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan menanamkan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* tersebut dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Jadi mikrokontroler bertugas sebagai ‘otak’ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik.

Mikrokontroler ada pada perangkat elektronik di sekeliling kita. Misalnya *handphone*, MP3 *player*, DVD, televisi, AC, dan sebagainya. Karena komponen utama *Arduino* adalah mikrokontroler, maka *Arduino* pun dapat diprogram menggunakan komputer sesuai kebutuhan kita.

Arduino memiliki kelebihan dibandingkan dengan perangkat *kontroler* lainnya diantaranya adalah :

- Tidak perlu perangkat *chip programmer* karena didalamnya sudah ada *bootloader* yang akan menangani *upload* program dari komputer.
- Sudah memiliki sarana komunikasi *USB*, sehingga pengguna laptop yang tidak memiliki *port* serial atau RS232 bisa menggunakannya.
- Memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board arduino*. Contohnya *shield GPS, Ethernet*, dan sebagainya.

2.2.1 Definisi Arduino UNO

Arduino UNO adalah salah satu produk yang berlabel *Arduino* yang sebenarnya adalah suatu papan elektronik yang mengandung mikrokontroler Atmega 328 (sebuah keping yang secara fungsional bertindak seperti sebuah



komputer). Piranti ini dapat dimanfaatkan untuk mewujudkan rangkaian elektronik dari yang sederhana hingga yang kompleks. Pengendalian *LED* hingga pengontrolan robot dapat diimplementasikan dengan menggunakan papan yang berukuran relatif kecil. Bahkan, dengan penambahan komponen tertentu, piranti ini bisa dipakai untuk pemantauan jarak jauh melalui internet misalnya pemantauan kondisi pasien di rumah sakit dan pengontrolan alat-alat di rumah.



Gambar 2.2 Arduino Uno³

Spesifikasi hardware Arduino Uno :

- *Microcontoller* : ATmega328
- Tegangan operasi : 5 V
- Tegangan *Input* : 7 - 12 V
- *Digital I/O* : 14 Pin
- PWM : 6 Channel
- *Analog Input* : 6 Channel
- *Memory* : 32 KB Flash PEROM (0,5 KB digunakan oleh *bootloader*), 2 KB SRAM dan 1 KB EEPROM
- *Frekuensi Clock* : 16 MHz
- ***Power Supply***

Banyak pilihan sumber tegangan yang dapat dipakai, dari *port USB* maupun dari *power supply eksternal* dan lebih mudah lagi adalah sumber tegangan tersebut

³ <https://www.scribd.com/document/336285757/Pemrograman-Arduino-UNO-pdf>. diakses tanggal 25 mei 2017.



dipilih secara otomatis. Cukup menghubungkan *port USB* di komputer/laptop dengan *Arduino* maka secara otomatis *power supply* bersumber dari *port USB*. Untuk sumber tegangan *eksternal (non-USB)* kita cukup menghubungkan dengan *jack dc*. Tegangan yang direkomendasikan adalah 7 sampai 12 V.

- ***Input – Output***

Dalam hal penamaan, *port Arduino* berbeda dengan *minimum system* atau *development system mikrokontroler*. Sistem penamaan *port* pada *Arduino* merupakan urutan nomor *port*, mulai dari nomor nol (0), dan seterusnya. Untuk *digital I/O (Input/Output)* dengan nama *pin* 1 sampai 13, sedangkan untuk *analog input* menggunakan nama A0 sampai A5.

Pada *Arduino uno* terdapat 14 *pin digital input – output*. Secara umum berfungsi sebagai *port input – output* biasa, namun ada beberapa *pin* yang mempunyai fungsi *alternative*.

Tabel 2.1 *Input – Output Arduino*

No Pin	Fungsi	Fungsi alternative
0	<i>Digital I/O 0</i>	RX (<i>serial – receiver</i>)
1	<i>Digital I/O 1</i>	TX (<i>serial – transmitter</i>)
2	<i>Digital I/O 2</i>	<i>Interupsi external</i>
3	<i>Digital I/O 3</i>	<i>Interupsi external & PWM</i>
4	<i>Digital I/O 4</i>	-
5	<i>Digital I/O 5</i>	PWM
6	<i>Digital I/O 6</i>	PWM
7	<i>Digital I/O 7</i>	-
8	<i>Digital I/O 8</i>	-
9	<i>Digital I/O 9</i>	PWM
10	<i>Digital I/O 10</i>	SPI – SS & PWM
11	<i>Digital I/O 11</i>	SPI – MOSI & PWM
12	<i>Digital I/O 12</i>	SPI – MISO
13	<i>Digital I/O 13</i>	SPI – SCK & LED

- ***Analog Input***

Arduino memiliki 6 *pin analog input*, berfungsi membaca sinyal masukan analog seperti sensor *analog*.



Tabel 2.2 Analog Input Arduino

No pin	Fungsi	Fungsi Alternatif
A0	Analog Input 1	-
A1	Analog Input 2	-
A2	Analog Input 3	-
A3	Analog Input 4	-
A4	Analog Input 5	TWI – SDA
A5	Analog Input 6	TWI – SCL

2.2.2 Bahasa Pemrograman Arduino UNO⁴

Arduino board merupakan perangkat yang berbasis mikrokontroler. Perangkat lunak (*software*) merupakan komponen yang membuat sebuah mikrokontroler dapat bekerja. *Arduino board* akan bekerja sesuai dengan perintah yang ada dalam perangkat lunak yang ditanamkan padanya.

Bahasa Pemrograman *Arduino* adalah bahasa pemrograman utama yang digunakan untuk membuat program untuk *arduino board*. Bahasa pemrograman *arduino* menggunakan bahasa pemrograman C sebagai dasarnya.

Sebuah program *Arduino* minimal terdiri dari 2 bagian :

- **Inisialisasi**

Inisialisasi merupakan proses mengatur *hardware* seperti *port* I/O, PWM, serial dan peripheral lain. Struktur ini ditulis diawal program. Sebagai contoh *port* I/O mempunyai beberapa fungsi : *digital input*, *digital output*, serial komunikasi dan PWM. Sebuah *port* hanya dapat berfungsi untuk 1 tujuan, jadi jika kita hendak menggunakan *port* tersebut sebagai *digital output* maka harus di inisialisasi terlebih dahulu sebagai *port output*. Inisialisasi menggunakan struktur *setup ()*. Sebagai contoh :

```
void setup()
```

⁴ <https://www.scribd.com/document/336285757/Pemrograman-Arduino-UNO-pdf>. diakses tanggal 25 mei 2017.



```
{
Serial.begin(9600);
pinMode(buttonPin, INPUT);
}
```

- **Program utama**

Setelah melakukan inisialisasi selanjutnya program yang dikerjakan adalah program utama, tergantung dari aplikasi yang dibuat, isi dari program utama berbeda antara satu program dengan program yang lain. Struktur yang digunakan adalah *loop ()* . Sebagai contoh :

```
void loop()
{
}

```

- **Ekspresi Bilangan**

Dalam pemrograman *Arduino*, bilangan dapat diekspresikan dalam beberapa format.

- **Desimal**

Ditulis biasa tanpa tambahan apapun. Contoh : 234.

- **Oktal**

Ditulis dengan awalan angka '0' (nol) didepan. Contoh : 0631.

- **Biner**

Penulisan diawali dengan huruf 'B'. Contoh : B11100011.

- **Heksadesimal**

Diawali dengan '0x' . Contoh : 0x8C.

- **Kontrol Program**

Sebuah program yang kita buat membutuhkan suatu kontrol, misalnya pengujian kondisi, melompat pada perintah yang lain dan sebagainya.



- Pengujian Kondisi

if

Digunakan untuk menguji kondisi, jika kondisi tersebut benar maka perintah didalam *If* akan dikerjakan.

if (kondisi)

{

Pernyataan/perintah;

}

if – else

Hampir sama dengan *if*, hanya saja ada 2 pilihan pernyataan/perintah. Jika kondisi benar maka perintah didalam blok *if* yang dikerjakan, jika kondisi salah maka pernyataan di dalam *else* yang dikerjakan.

if (kondisi)

{

Pernyataan/perintah 1:

}

else

{

Pernyataan/perintah 2;

}

if – else if

Untuk pengujian dengan banyak kondisi maka digunakan *if – else if*.

if (kondisi 1)

{

Pernyataan/perintah 1;

}

else if (kondisi 2)



```

{
Pernyataan/perintah 2;
}
else if (kondisi ke-n)
{
Pernyataan/perintah ke-n;
}

```

➤ Operator Aritmatika

Tabel 2.3 Operator Aritmatika *Arduino*

Operator	Keterangan
=	Pemberian Nilai
+	Operasi Penjumlahan
-	Operasi Pengurangan
*	Operasi Perkalian
/	Operasi Pembagian
%	Operasi Sisa Pembagian

➤ Operator Perbandingan

Tabel 2.4 Operator Perbandingan *Arduino*

Operator	Keterangan
==	Operator persamaan. Jika kedua nilai yang dibandingkan sama hasilnya 'true'
!=	Pertidaksamaan. Jika kedua nilai yang dibandingkan tidak sama hasilnya 'true'
>	Lebih besar
<	Lebih kecil
>=	Lebih besar atau sama dengan
<=	Lebih kecil atau sama dengan

• ***Pin Input – Output***

Pada *board Arduino UNO* terdapat 13 pin I/O, dari namanya kita tahu bahwa fungsinya dapat sebagai *pin input* (masukan) maupun *pin output* (keluaran).



- **Inisialisasi Fungsi *Pin I/O***

Sebuah *pin* pada saat yang sama hanya mempunyai satu fungsi, sebagai *input* saja atau *output* saja, untuk itu harus ditentukan dulu fungsinya, yaitu ketika inisialisasi *setup ()*, dengan cara :

pinMode(pin, mode);

- ✓ *pin* : nomor *pin* yang akan dikonfigurasi (nomor *pin* pada *board Arduino UNO*, 0 – 13 atau A0 – A5).
- ✓ *mode* : *INPUT* atau *OUTPUT*.

Perhatikan penulisan huruf, besar kecilnya sangat berpengaruh.

- **Menulis Data *Digital di Pin Output***

Setelah membuat *pin* sebagai *digital output* dengan fungsi *pinMode(pin, OUTPUT)* selanjutnya untuk menulis atau mengeluarkan data *digital* dengan perintah :

digitalWrite(pin, value);

- ✓ *pin* : nomor *pin digital output*.
- ✓ *value* : *HIGH* atau 1 (5 volt) atau *LOW* atau 0 (0 volt/ground).

- **Membaca Data *Digital di Pin Input***

Jika sebuah *pin* dibuat sebagai *pin input*, maka kita masih harus menentukan tipe *inputnya* : *floating* atau *pullup*. Jika kita pilih *pullup* maka resistor *pullup internal* (pada setiap *pin*) akan aktif. Caranya adalah :

digitalWrite(pin, value);

- ✓ *pin* : nomor *pin* yang diset sebagai *pin input*.
- ✓ *value* : *HIGH* atau 1 (*pullup* aktif) atau *LOW* atau 0 (*floating*).

Setelah diset sebagai *pin input*, fungsi pembacaan data *digitalnya* adalah :

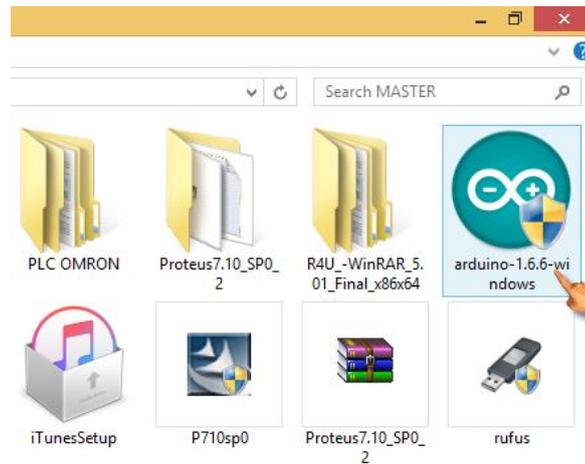
Var=digitalRead(pin);



2.2.3 Langkah-langkah Pemrograman *Arduino Uno*

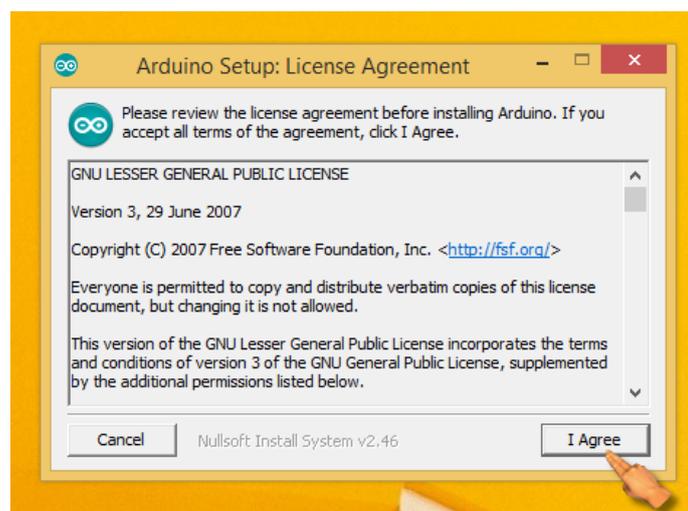
2.2.3.1 Menginstal *Software Sketch IDE*

1. Siapkan terlebih dahulu *software*nya bisa kita dapatkan di situs resmi yaitu www.Arduino.cc.
2. *Software* yang dipakai IDE *Arduino Versi 1.6.6*.



Gambar 2.3 Pemilihan *Software*

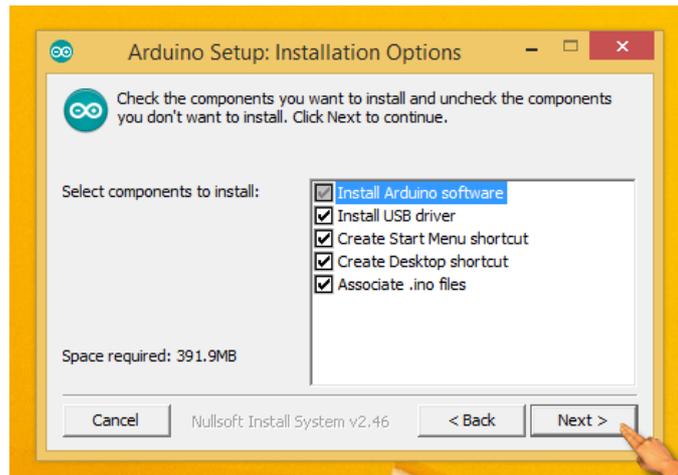
3. Setelah dipilih klik dua kali atau klik kanan pada mouse pilih *run as administrator*, maka akan muncul menu pilihan license lalu pilih menu *I Agree* (saya setuju).



Gambar 2.4 License dari *Arduino Uno*

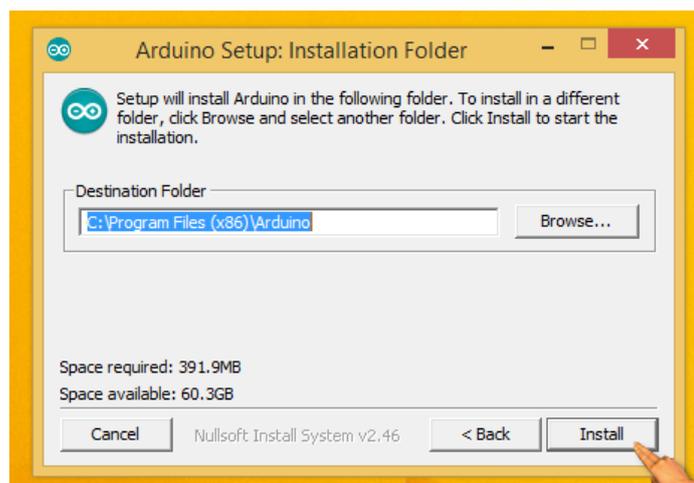


4. Apabila telah menyetujui sebuah perjanjian yang dibuat oleh perusahaan *Arduino UNO*. Maka selanjutnya akan ada menu pilihan mana saja yang akan diinstalasi, yang akan kita instalasi tentu semuanya setelah dipilih maka langkah selanjutnya *Next*.



Gambar 2.5 Menu Pilihan *Instalation*

5. Setelah itu akan muncul menu pilihan dimana *software Arduino UNO* akan di install, biasanya menu *partition C* atau *partition* yang masih kosong. Telihat pada Gambar 2.6



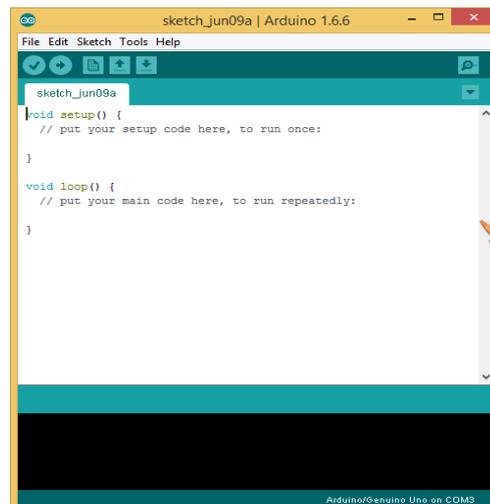
Gambar 2.6 Menu Pilihan *Partition*

6. Kemudian pilih install tunggu beberapa menit maka akan muncul pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.7 Software Arduino Uno Loading

7. Apabila aplikasi *software* telah siap diprogram maka terlihat pada gambar *sketch Arduino Uno*.



Gambar 2.8 Software Arduino Uno

2.2.3.2 Menulis Sketch

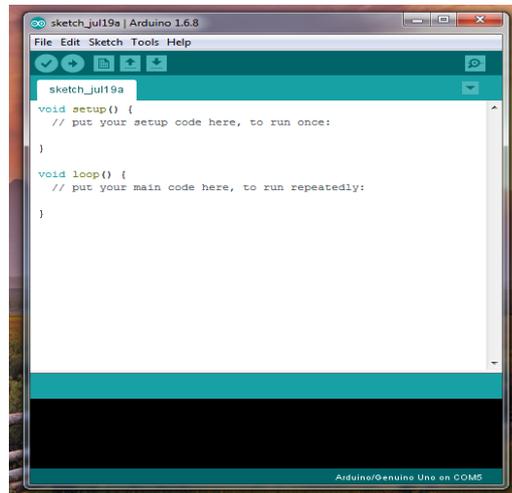
Program yang ditulis dengan menggunakan *Arduino Software* (IDE) disebut sebagai *sketch*. *Sketch* ditulis dalam suatu editor teks dan disimpan dalam file dengan ekstensi *.ino*. Teks editor pada *Arduino Software* memiliki *fitur*” seperti *cutting/paste* dan *seraching/replacing* sehingga memudahkan kamu dalam menulis kode program.

Pada *Software Arduino IDE*, terdapat semacam *message box* berwarna hitam yang berfungsi menampilkan status, seperti pesan *error, compile*,



Politeknik Negeri Sriwijaya

dan *upload* program. Di bagian bawah paling kanan *Software Arduino IDE*, menunjukkan *board* yang terkonfigurasi beserta *COM Ports* yang digunakan.



Gambar 2.9 Tampilan dari *Software Arduino IDE*



Verify

berfungsi untuk melakukan *checking* kode yang kamu buat apakah sudah sesuai dengan kaidah pemrograman yang ada atau belum



Upload

Berfungsi untuk melakukan kompilasi program atau kode yang kamu buat menjadi bahasa yang dapat dipahami oleh mesin alias si *Arduino*.



New

berfungsi untuk membuat *Sketch* baru



Open

Berfungsi untuk membuka *sketch* yang pernah kamu buat dan membuka kembali untuk dilakukan editing atau sekedar *upload* ulang ke *Arduino*.



Save

Berfungsi untuk menyimpan *Sketch* yang telah kamu buat.



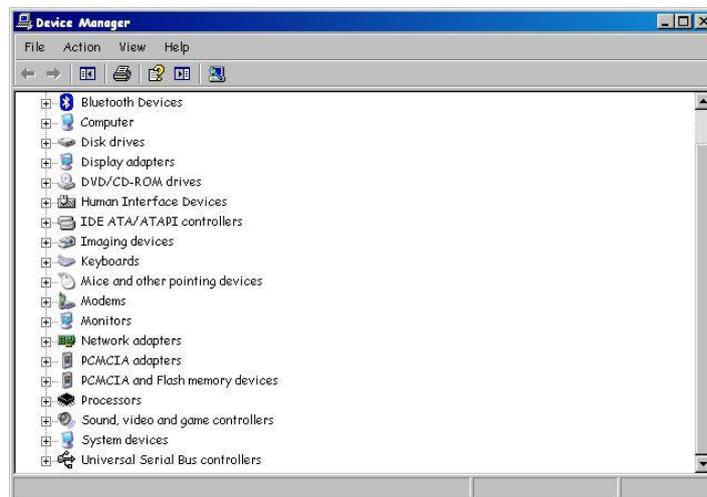
Serial Monitor

Berfungsi untuk membuka *serial monitor*. *Serial monitor* disini merupakan jendela yang menampilkan data apa saja yang dikirimkan atau dipertukarkan antara *arduino* dengan *sketch* pada port serialnya. *Serial Monitor* ini sangat berguna sekali ketika kamu ingin membuat program atau melakukan *debugging* tanpa menggunakan LCD pada *Arduino*. *Serial monitor* ini dapat digunakan untuk menampilkan nilai proses, nilai pembacaan, bahkan pesan error.



2.2.3.3 Instal Board Arduino Uno

1. Pasang *board Arduino Uno* pada komputer dengan cara menghubungkannya pada *port USB*. Kemudian tunggu sesaat maka komputer akan mengenali *device* baru dan menginstal *driver*-nya.
2. Jika driver berhasil di install maka *Arduino Uno* akan terdeteksi oleh komputer. Namun apabila proses instalasi gagal, maka akan dilanjutkan ke step berikutnya yaitu dengan melakukan *install driver* secara manual.
3. Masuk ke menu *device manager* dengan cara klik *Start > pilih Control Panel > pilih System and Security > lalu pilih system*, Selanjutnya klik *Device Manager*. Maka akan muncul kotak dialog *Device Manager*. Seperti gambar dibawah ini:



Gambar 2.10 Dialog *Device Manager*

4. Klik kanan pada New Hardware “*Arduino Uno*” lalu kemudian pilih “*Update Driver Software*”
5. Selanjutnya pilih “*Browse my computer for driver software*”
6. Lalu carilah folder tempat instalasi dari *software sketch Arduino*, kemudian pilih folder *Drivers*, kemudia tekan ok.
7. Tunggu beberapa saat maka komputer akan melakukan *install driver* dari *Arduino Uno*. Jika telah selesai maka akan terdeteksi sebagai “*Arduino Uno Com xx*”



2.3 Relay

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. Berikut adalah gambar dan juga simbol dari komponen relay.



Gambar 2.11 Relay⁵

Spesifikasi:

1. Modul ini menggunakan relay asli berkualitas tipe *Normally Open (NO)* dengan *maximum load* AC 250V/10A, DC 30V/10A.
2. Memakai SMD *Optocoupler isolation*, yang berkinerja stabil dengan arus pemicu (*trigger current*) hanya sebesar 5mA.
3. Tegangan sinyal pemicu sebesar 5V DC.
4. Dapat disetting untuk mendeteksi *high* atau *low* dengan mengubah jumper.
5. Dirancang dengan toleransi keamanan, bahkan jika arus pemicu putus, relay tidak akan bekerja.
6. Dilengkapi lampu indikator *Power* (hijau) dan Status Relay (merah).
7. Mudah dipasang, menggunakan terminal untuk pemasangan kabel.

⁵ Kho, Dickson. 2015. *Pengertian Relay, LDR dan Fungsinya*, <http://belajarelektronika.net/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-relay/>. diakses tanggal 18 Februari 2017.



Politeknik Negeri Sriwijaya

8. Ukuran: 50x26x18mm.
9. Dilengkapi 4 lobang baut berdiameter 3.1mm berjarak 44.5mm x 20.5mm

Interface pemicu:

1. DC + : *Power +5V DC*
2. DC - : *Power -5V DC*
3. IN : bisa berupa sinyal *low* atau *high* (*stel jumper*)

Interface output relay:

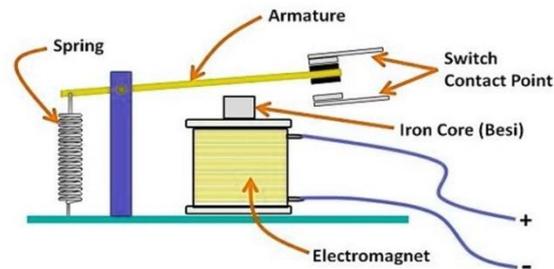
1. NO : *Normally open* (relay tidak hidup sampai ada sinyal baru hidup).
2. COM : *Common interface*
3. NC : *Normally close* (relay hidup sampai ada sinyal baru mati)

Berikut adalah beberapa fungsi komponen relay saat diaplikasikan ke dalam sebuah rangkaian elektronika.

1. Mengendalikan sirkuit tegangan tinggi dengan menggunakan bantuan signal tegangan rendah.
2. Menjalankan fungsi logika alias *logic function*.
3. Memberikan fungsi penundaan waktu alias *time delay function*.
4. Melindungi motor atau komponen lainnya dari kelebihan tegangan atau *korsleting*.

2.3.1 Prinsip Kerja Relay

Setelah mengetahui pengertian dan fungsi relay, berikut adalah cara kerja atau prinsip kerja relay yang juga harus di ketahui. Dalam sebuah relay terdapat 4 buah bagian penting yakni *Electromagnet (Coil)*, *Armature*, *Switch Contact Point* (Saklar), dan *Spring*. Lebih jelasnya lihat gambar di bawah ini.



Gambar 2.12 Prinsip Kerja Relay⁶

Dari gambar tersebut dapat diketahui bahwa sebuah besi (*Iron Core*) yang dililit oleh kumparan *coil*, berfungsi untuk mengendalikan besi tersebut.

Apabila Kumparan *coil* dialiri arus listrik, maka akan muncul gaya elektromagnetik yang dapat menarik *Armature* sehingga dapat berpindah dari posisi sebelumnya tertutup (NC) menjadi posisi baru yakni terbuka (NO). Dalam posisi (NO) saklar dapat menghantarkan arus listrik. Pada saat tidak dialiri arus listrik, *Armature* akan kembali ke posisi awal (NC). Sedangkan *Coil* yang digunakan oleh relay untuk menarik *Contact Poin* ke posisi *close* hanya membutuhkan arus listrik yang relatif cukup kecil.

- NC atau *Normally Close* adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi *close* (tertutup)
- NO atau *Normally Open* adalah kondisi awal relay sebelum diaktifkan selalu berada di posisi *open* (terbuka)

2.4 LDR

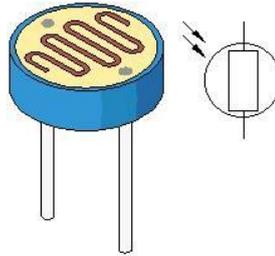
LDR adalah singkatan dari *Light Dependent Resistor* yang merupakan salah satu jenis komponen resistor yang nilai resistansinya dapat berubah-ubah sesuai dengan intensitas cahaya. Perlu diketahui bahwa nilai resistansi LDR sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya,

⁶ Kho, Dickson. 2015. *Pengertian Relay, LDR dan Fungsinya*, <http://belajarelektronika.net/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-relay/>. diakses tanggal 18 Februari 2017.



Politeknik Negeri Sriwijaya

maka semakin menurun nilai resitansinya. Sebaliknya, jika cahaya yang mengenainya sedikit (gelap), maka nilai hambatannya menjadi semakin besar, sehingga arus listrik yang mengalir akan terhambat.



Gambar 2.13 Simbol LDR⁷

Pada umumnya sebuah LDR memiliki nilai hambatan 200 Kilo Ohm saat berada di kondisi minim cahaya (gelap), dan akan menurun menjadi 500 Ohm pada kondisi terkena cahaya. Tidak asing lagi jika komponen yang satu ini banyak diaplikasikan pada rangkaian dengan tema saklar otomatis dari cahaya.

Fungsi LDR adalah sebagai saklar otomatis berdasarkan cahaya. Jika cahaya yang diterima oleh LDR banyak, maka nilai resistansi LDR akan menurun, dan listrik dapat mengalir (*ON*). Sebaliknya, jika cahaya yang diterima LDR sedikit, maka nilai resistansi LDR akan menguat, dan aliran listrik terhambat (*OFF*).

2.4.1 Prinsip Kerja LDR

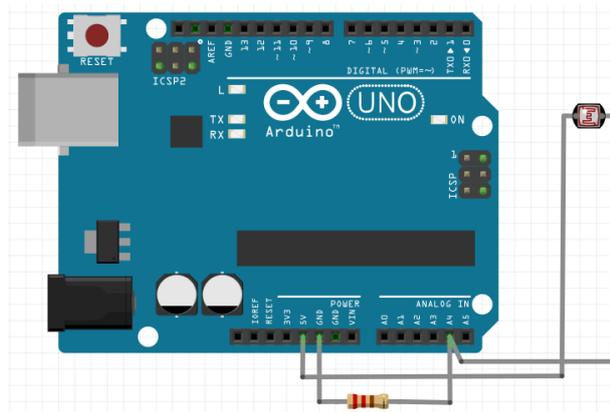
Prinsip kerja LDR bisa dibilang sangat sederhana, tak jauh berbeda dari *variabel* resistor pada umumnya. LDR dipasang pada sebuah rangkaian elektronika dan dapat memutus dan menyambung aliran listrik berdasarkan cahaya. Semakin banyak cahaya yang mengenainya, maka semakin menurun nilai resistansinya. Sebaliknya, jika cahaya yang mengenainya sedikit (gelap), maka nilai hambatannya menjadi semakin besar.

⁷ Kho, Dickson. 2015. *Pengertian Relay, LDR dan Fungsinya*. <http://belajarelektronika.net/pengertian-fungsi-dan-cara-kerja-relay/>. diakses tanggal 18 Februari 2017.



2.4.2 Rangkaian Koneksi *Arduino* dengan LDR

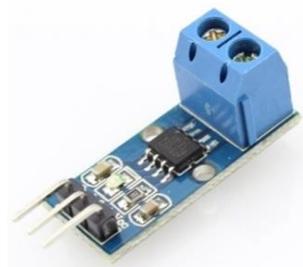
Mengkoneksikan LDR dengan *arduino* yaitu dimana tegangan 5V *arduino* dihubungkan ke kaki kiri LDR, kemudian *Pin A4 arduino* dihubungkan ke kaki kanan LDR dan hubungkan kaki kiri resistor ke kaki kanan LDR dan kaki kanan resistor ke GND *arduino*, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.14 Rangkaian Koneksi *Arduino* dengan LDR⁸

2.5 Sensor Arus ACS712

ACS712 adalah sensor arus yang bekerja berdasarkan efek medan. Sensor arus ini dapat digunakan untuk mengukur arus AC atau DC. Modul sensor ini telah dilengkapi dengan rangkaian penguat operasional, sehingga sensitivitas pengukuran arusnya meningkat dan dapat mengukur perubahan arus yang kecil. Sensor ini digunakan pada aplikasi-aplikasi di bidang industri, komersial, maupun komunikasi.



Gambar 2.15 Sensor Arus ACS712⁹

⁸<http://www.kelasrobot.com/2015/11/program-arduino-sensor-cahaya-ldr.html>. diakses tanggal 25 mei 2017.



Spesifikasi Sensor Arus ACS712:

1. Berbasis ACS712 dengan fitur:

- Waktu kenaikan perubahan luaran = 5 μ s.
- Lebar frekuensi sampai dengan 80 kHz.
- Total kesalahan luaran 1,5% pada suhu kerja TA= 25°C.
- Tahanan konduktor internal 1,2 m Ω .
- Tegangan isolasi minimum 2,1 kVRMS antara *pin*1-4 dan *pin* 5-8.
- Sensitivitas luaran 185 mV/A.
- Mampu mengukur arus AC atau DC hingga 5 A.
- Tegangan luaran proporsional terhadap masukan arus AC atau DC.

2. Tegangan kerja 5 VDC.

3. Dilengkapi dengan penguat operasional untuk menambah sensitivitas luaran.

Sensor ini memiliki pembacaan dengan ketepatan yang tinggi, karena di dalamnya terdapat rangkaian *offset* rendah linier medan dengan satu lintasan yang terbuat dari tembaga. Cara kerja sensor ini adalah arus yang dibaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat didalamnya yang menghasilkan medan magnet yang di tangkap oleh IC medan terintegrasi dan diubah menjadi tegangan proporsional. Ketelitian dalam pembacaan sensor dioptimalkan dengan cara pemasangan komponen yang ada di dalamnya antara penghantar yang menghasilkan medan magnet dengan transducer medan secara berdekatan.

⁹ Setiawan, Haviz. 2011. *Pengertian Sensor Arus dan Fungsinya*, <http://ilmubawang.blogspot.co.id/2011/04/sensor-arus-efek-hall-ac721-hall.html>, diakses tanggal 18 Februari 2017.

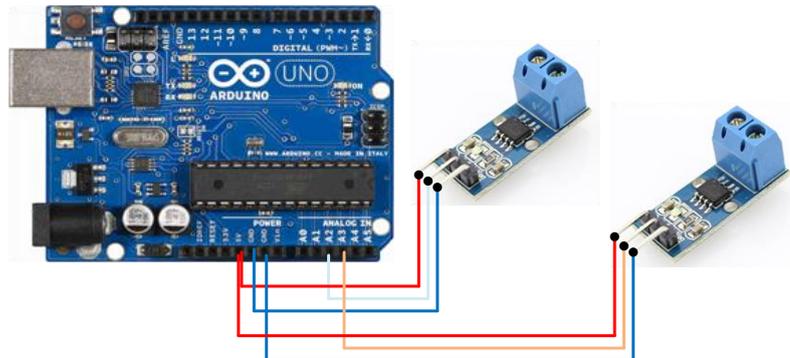
**Tabel 2.5** Bagian-bagian *Pin* Sensor ACS712

Pin Sensor ACS 712	Fungsi
IP +	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring didalamnya
IP -	Terminal yang mendeteksi arus, terdapat sekring didalamnya
GND	Terminal sinyal <i>ground</i>
<i>FILTER</i>	Terminal untuk kapasitor eksternal yang berfungsi sebagai pembatas <i>bandwith</i>
Viout	Terminal keluaran sinyal analog
Vcc	Terminal masukan catu daya

Hambatan dalam penghantar sensor sebesar $1,2 \text{ m}\Omega$ dengan daya yang rendah. Jalur terminal konduktif secara kelistrikan diisolasi dari sensor timah mengarah (*pin* 5 sampai *pin* 8). Hal ini menjadikan sensor arus ACS712 dapat digunakan pada aplikasi-aplikasi yang membutuhkan isolasi listrik tanpa menggunakan opto-isolator atau teknik isolasi lainnya yang mahal. IC ACS712 tipe 5A IC ini mempunyai sensitivitas sebesar 185mV/A . Saat arus yang mengalir 0A IC ini mempunyai *output* tegangan $2,5\text{V}$. Nilai tegangan akan bertambah berbanding lurus dengan nilai arus.

2.5.1 Rangkaian koneksi *Arduino* dengan Sensor Arus ACS712

Pada rangkaian ini digunakan 2 buah modul sensor arus ACS712 yang dikoneksikan dengan *arduino* yaitu dimana tegangan 5V *arduino* dihubungkan melalui kabel merah ke *Pin* Vcc sensor arus ACS712, kemudian *Ground* (GND) *arduino* dihubungkan melalui kabel biru ke *Pin* GND sensor arus ACS712 dan *Analog Read* (A2 dan A3) *arduino* dihubungkan ke pada *pin* sinyal *output* sensor arus ACS712, untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut.



Gambar 2.16 Rangkaian Koneksi *Arduino* dengan Sensor Arus ACS712¹⁰

2.6 Sensor Tegangan

Sensor tegangan ini digunakan untuk mengukur tegangan AC atau DC. Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Bentuk modul sensor tegangan seperti ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2.17 Sensor Tegangan¹¹

Fitur-fitur dan kelebihanya:

- Variasi Tegangan masukan: DC 0 - 25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
- Tegangan resolusi analog: 0,00489 V

¹⁰ <http://electricityofdream.blogspot.co.id/2016/09/tutorial-mengukur-arus-dengan-modul.html>. diakses tanggal 25 mei 2017

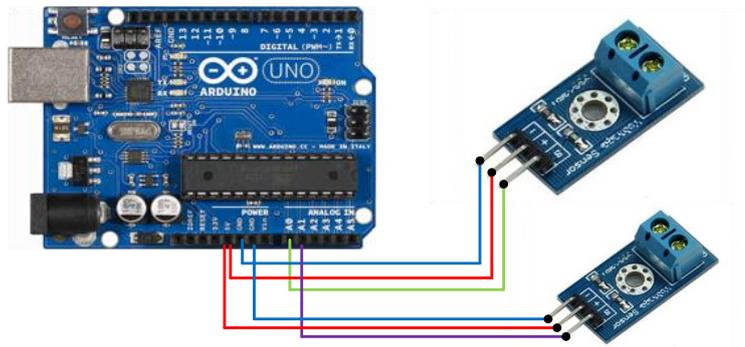
¹¹ <http://electricityofdream.blogspot.co.id/2016/09/tutorial-mengukur-tegangan-dengan-modul.html>. diakses tanggal 18 februari 2017.



- Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- *Output Interface*: "+" Koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung *Arduino* pin A0
- DC antarmuka masukan: red terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND

2.6.1 Rangkaian koneksi *Arduino* dengan Sensor Tegangan

Pada rangkaian ini digunakan 2 modul sensor tegangan yang di koneksi dengan *arduino* yaitu kabel merah dihubungkan dengan sumber tegangan 5V *arduino*, kabel biru dihubungkan dengan *pin ground* (GND) *arduino*, dan kabel hijau dan ungu dihubungkan dengan *Analog Read* (A0 dan A1) pada *arduino*. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar berikut ini :



Gambar 2.18 Rangkaian Koneksi *Arduino* dengan Sensor Tegangan¹²

2.7 Baterai atau Aki

Baterai merupakan sumber arus searah yang digunakan dalam pusat listrik. Baterai harus selalu diisi melalui penyearah (*rectifier*). Ada dua macam baterai yang dapat digunakan dipusat listrik, yaitu baterai asam dengan kutub timah hitam dan baterai basa yang menggunakan nikel kadium sebagai kutub Baterai asam

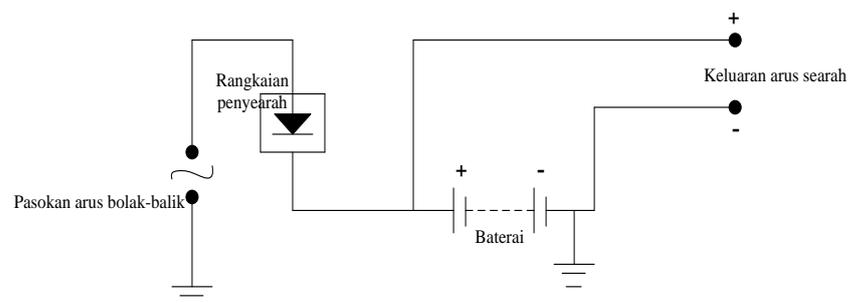
¹² <http://electricityofdream.blogspot.co.id/2016/09/tutorial-mengukur-tegangan-dengan-modul.html>. diakses tanggal 25 mei 2017



timah hitam menggunakan PbO_2 sebagai kutub positif dan sebagai kutub negatif adalah Pb . Sedangkan sebagai elektrolit digunakan larutan asam sulfat H_2SO_4 . Baterai basa nikel kadmium menggunakan nikel hidroksida (NiOH) sebagai kutub positif dan kadmium (Cd) sebagai kutub negatif. Sedangkan sebagai elektrolit digunakan larutan kostik (KOH). Untuk daerah panas dengan suhu diatas 25°C , baterai asam timah hitam lebih cocok dari pada baterai basa nikel kadmium.

Pemeliharaan baterai terutama meliputi :

- a) Pemantauan tegangan
- b) Berat jenis elektrolit
- c) Ventilasi ruangan



Gambar 2.19 Rangkaian Baterai atau Aki¹³

Baterai atau aki, atau bisa juga accu adalah sebuah sel listrik dimana di dalamnya berlangsung proses elektrokimia yang *reversibel* (dapat berbalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan proses elektrokimia *reversibel*, adalah di dalam baterai dapat berlangsung proses perubahan kimia menjadi tenaga listrik (proses pengosongan), dan sebaliknya dari tenaga listrik menjadi tenaga kimia, pengisian kembali dengan cara regenerasi dari elektroda-elektroda yang dipakai, yaitu dengan melewati arus listrik dalam arah (polaritas) yang berlawanan di dalam sel. Baterai atau aki berfungsi untuk menyimpan energi listrik dalam bentuk energi kimia, yang akan digunakan untuk mensuplai (menyediakan) listrik ke sistem komponen-komponen kelistrikan.

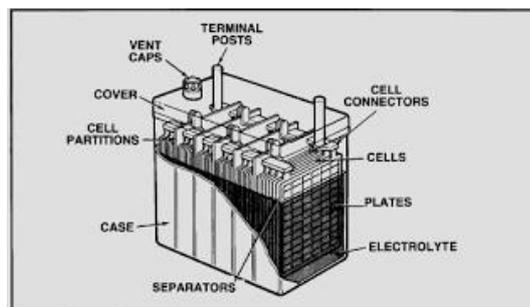
¹³ Marsudi, Djiteng. 2005. *Pembangkitan Energi Listrik*. Jakarta: Erlangga. Hal : 30



2.7.1 Konstruksi Baterai

Jumlah tenaga listrik yang disimpan dalam baterai dapat digunakan sebagai sumber tenaga listrik tergantung pada kapasitas baterai dalam satuan ampere jam (AH). Jika pada kotak baterai tertulis 12 volt 60 AH, berarti baterai tersebut mempunyai tegangan 12 volt dimana jika baterai tersebut digunakan selama 1 jam dengan arus pemakaian 60 ampere, maka kapasitas baterai tersebut setelah 1 jam akan kosong (habis). Kapasitas baterai tersebut juga dapat menjadi kosong setelah 2 jam jika arus pemakaian hanya 30 ampere. Disini terlihat bahwa lamanya pengosongan baterai ditentukan oleh besarnya pemakaian arus listrik dari baterai tersebut. Semakin besar arus yang digunakan, maka akan semakin cepat terjadi pengosongan baterai, dan sebaliknya, semakin kecil arus yang digunakan, maka akan semakin lama pula baterai mengalami pengosongan. Besarnya kapasitas baterai sangat ditentukan oleh luas permukaan plat atau banyaknya plat baterai. Jadi dengan bertambahnya luas plat atau dengan bertambahnya jumlah plat baterai maka kapasitas baterai juga akan bertambah.

Sedangkan tegangan accu ditentukan oleh jumlah daripada sel baterai, dimana satu sel baterai biasanya dapat menghasilkan tegangan kira-kira 2 sampai 2,1 volt. Tegangan listrik yang terbentuk sama dengan jumlah tegangan listrik tiap-tiap sel. Jika baterai mempunyai enam sel, maka tegangan baterai standar tersebut adalah 12 volt sampai 12,6 volt. Biasanya setiap sel baterai ditandai dengan adanya satu lubang pada kotak accu bagian atas untuk mengisi elektrolit aki.



Gambar 2.20 Konstruksi Baterai¹⁴

¹⁴ Hidayat, Rahmat. 2013. *Pengertian dan Fungsi Baterai*, <http://www.kitapunya.net/2013/12/pengertian-dan-fungsi-baterai-aki.html>, diakses tanggal 18 Februari 2017



2.8 Inverter

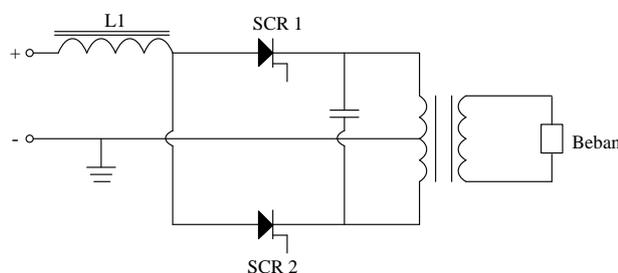
Inverter adalah suatu rangkaian yang mampu mengubah tegangan dc menjadi ac .

Ada dua jenis *inverter* yang umum pada sistem tenaga listrik yaitu :

1. *Inverter* dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang konstan.
2. *Inverter* dengan frekuensi dan tegangan keluaran yang berubah-ubah digunakan pada pemakaian khusus seperti pemakaian pompa listrik 3 fasa dengan menggunakan sumber tegangan DC. Kerugian cara ini adalah bahwa sistem hanya dapat digunakan pada pemakaian khusus saja, sedangkan keuntungannya adalah kemampuannya untuk menggerakkan sistem (beban) dengan sumber yang berubah-ubah seperti misalnya *photovoltaic* atau *solar cell*.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam memilih *inverter* DC ke AC diantaranya adalah.

- Kapasitas beban yang akan di *supply* oleh *inverter* dalam Watt, usahakan memilih *inverter* yang beban kerjanya mendekati dengan beban yang akan kita gunakan agar efisiensi kerjanya maksimal.
- Sumber tegangan *input inverter* yang akan digunakan, *input* DC 12 Volt atau 24 Volt.
- Bentuk gelombang *output inverter*, *Sinewave* ataupun *square wave* untuk tegangan *output AC inverter*. Hal ini berkaitan dengan kesesuaian dan efisiensi *inverter* DC ke AC tersebut.



Gambar 2.21 Rangkaian dasar *inverter*¹⁵

¹⁵ Zuhail.1995.*Dasar Teknik Tenaga Listrik dan Elektronika Daya*.Jakarta:Gramedia Pustaka Utama. Hal : 220



2.8.1 Lama Ketahanan back up

Lama ketahanan back up bukan ditentukan dari type watt inverter karena type watt inverter berfungsi untuk watt listrik yang ingin di back up. Lama ketahanan ditentukan oleh kapasitas baterai atau aki yang digunakan.

Rumus Perhitungan lama ketahanan :

Sebagai contoh : kapasitas baterai 12 V 200Ah dengan beban 400 Watt

Maka, $12 \text{ V} \times 200 \text{ Ah} = 2400 \text{ Watt/Jam}$ dibagi beban 400 maka hasilnya adalah 6 Jam.

Sedangkan untuk menghitung daya listrik dalam sebuah rangkaian listrik adalah sebagai berikut :

$$P = V \times I \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

P = Daya listrik dengan satuan watt (W)

V = Tegangan listrik dengan satuan volt (V)

I = Arus Listrik dengan satuan ampere (A)

2.9 Motor Servo

Motor servo adalah sebuah perangkat atau aktuator putar (motor) yang dirancang dengan sistem kontrol umpan balik loop tertutup (servo), sehingga dapat di *set-up* atau di atur untuk menentukan dan memastikan posisi sudut dari poros output motor. motor servo merupakan perangkat yang terdiri dari motor DC, serangkaian gear, rangkaian kontrol dan potensiometer. Serangkaian gear yang melekat pada poros motor DC akan memperlambat putaran poros dan meningkatkan torsi motor servo, sedangkan potensiometer dengan perubahan resistansinya saat motor berputar berfungsi sebagai penentu batas posisi putaran poros motor servo.

Penggunaan sistem kontrol loop tertutup pada motor servo berguna untuk mengontrol gerakan dan posisi akhir dari poros motor servo. Penjelasan



sederhananya, posisi poros *output* akan di sensor untuk mengetahui posisi poros sudah tepat seperti yang diinginkan atau belum, dan jika belum, maka kontrol *input* akan mengirim sinyal kendali untuk membuat posisi poros tersebut tepat pada posisi yang diinginkan.



Gambar 2.22 Motor Servo¹⁶

Ada dua jenis motor servo, yaitu motor servo AC dan DC. Motor servo AC lebih dapat menangani arus yang tinggi atau beban berat, sehingga sering diaplikasikan pada mesin-mesin industri. Sedangkan motor servo DC biasanya lebih cocok untuk digunakan pada aplikasi-aplikasi yang lebih kecil. Dan bila dibedakan menurut rotasinya, umumnya terdapat dua jenis motor servo yang terdapat di pasaran, yaitu motor servo *rotation* 180⁰ dan servo *rotation continuous*.

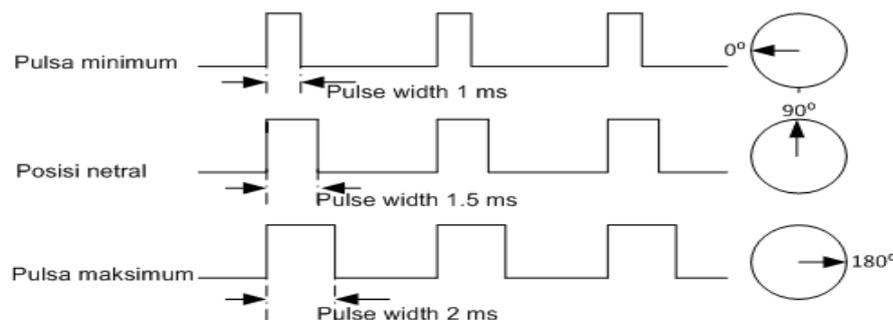
- Motor servo standard (servo *rotation* 180⁰) adalah jenis yang paling umum dari motor servo, dimana putaran poros outputnya terbatas hanya 90⁰ kearah kanan dan 90⁰ kearah kiri. Dengan kata lain total putarannya hanya setengah lingkaran atau 180⁰.
- Motor servo *rotation continuous* merupakan jenis motor servo yang sebenarnya sama dengan jenis servo standard, hanya saja perputaran porosnya tanpa batasan atau dengan kata lain dapat berputar terus, baik ke arah kanan maupun kiri.

¹⁶ Dermanto, Trikueni.2014. *Pengertian Motor Servo*, <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>, diakses tanggal 8 Mei 2017



2.9.1 Prinsip Kerja Motor Servo

Motor servo dikendalikan dengan memberikan sinyal modulasi lebar pulsa (*Pulse Wide Modulation / PWM*) melalui kabel kontrol. Lebar pulsa sinyal kontrol yang diberikan akan menentukan posisi sudut putaran dari poros motor servo. Sebagai contoh, lebar pulsa dengan waktu 1,5 ms (mili detik) akan memutar poros motor servo ke posisi sudut 90° . Bila pulsa lebih pendek dari 1,5 ms maka akan berputar ke arah posisi 0° atau ke kiri (berlawanan dengan arah jarum jam), sedangkan bila pulsa yang diberikan lebih lama dari 1,5 ms maka poros motor servo akan berputar ke arah posisi 180° atau ke kanan (searah jarum jam).



Gambar 2.23 Sinyal Modulasi Lebar Pulsa Motor Servo¹⁷

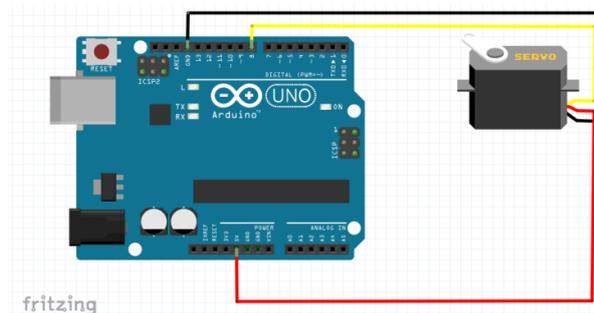
Ketika lebar pulsa kendali telah diberikan, maka poros motor servo akan bergerak atau berputar ke posisi yang telah diperintahkan, dan berhenti pada posisi tersebut dan akan tetap bertahan pada posisi tersebut. Jika ada kekuatan eksternal yang mencoba memutar atau mengubah posisi tersebut, maka motor servo akan mencoba menahan atau melawan dengan besarnya kekuatan torsi yang dimilikinya (*rating torsi servo*). Namun motor servo tidak akan mempertahankan posisinya untuk selamanya, sinyal lebar pulsa kendali harus diulang setiap 20 ms (mili detik) untuk menginstruksikan agar posisi poros motor servo tetap bertahan pada posisinya.

¹⁷ Dermanto, Trikueni.2014. *Pengertian Motor Servo*, <http://trikueni-desain-sistem.blogspot.co.id/2014/03/Pengertian-Motor-Servo.html>, diakses tanggal 8 Mei 2017



2.9.2 Rangkaian koneksi *Arduino* dengan Motor Servo

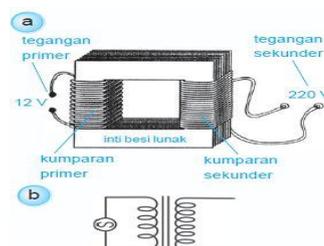
Mengkoneksikan motor servo dengan *arduino* yaitu dimana tegangan 5V *arduino* dihubungkan melalui kabel merah pada motor servo, kemudian *pin* GND *arduino* dihubungkan ke kabel hitam pada motor servo, dan *pin* 8 *arduino* dihubungkan ke kabel kuning motor servo untuk perintah yang dikirimkan oleh *arduino*. untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 2.24 Rangkaian Koneksi *Arduino* dengan Motor Servo¹⁸

2.10 Trafo *Step Up*

Transformator *step-up* adalah transformator yang memiliki lilitan sekunder lebih banyak daripada lilitan primer, sehingga berfungsi sebagai penaik tegangan. Transformator ini biasa ditemui pada pembangkit tenaga listrik sebagai penaik tegangan yang dihasilkan generator menjadi tegangan tinggi yang digunakan dalam transmisi jarak jauh. Simbol trafo *step up* ditunjukkan pada gambar di bawah.



Gambar 2.25 Simbol Trafo¹⁹

¹⁸ Saptaji.com.2015.Modul rangkaian motor servo. <http://saptaji.com/2015/07/26/5-menit-menangani-motor-servo-dengan-arduino/>. diakses tanggal 25 mei 2017

¹⁹ El Bariq, Hana. 2013. *Transformator Step Up dan Step Down*, <http://hbariq14.blogspot.co.id/2013/05/transformator-step-up-dan-step-down.html>. diakses tanggal 18 Februari 2017



2.11 LCD (Liquid Cristal Display)

LCD (*Liquid Cristal Display*) adalah salah satu jenis display elektronik yang dibuat dengan teknologi CMOS *logic* yang bekerja dengan tidak menghasilkan cahaya tetapi memantulkan cahaya yang ada di sekelilingnya terhadap *front-lit* atau mentransmisikan cahaya dari *back-lit*. LCD (*Liquid Cristal Display*) berfungsi sebagai penampil data baik dalam bentuk karakter, huruf, angka ataupun grafik.



Gambar 2.26 LCD 20x4²⁰

2.11.1 Prinsip Kerja LCD (*Liquid Cristal Display*)

Prinsip kerja LCD 20x4 adalah dengan menggunakan lapisan film yang berisi kristal cair dan diletakkan di antara dua lempeng kaca yang telah dipasang elektroda logam transparan. Saat tegangan dicatukan pada beberapa pasang elektroda, molekul-molekul kristal cair akan menyusun agar cahaya yang mengenainya akan diserap. Dari hasil penyerapan cahaya tersebut akan terbentuk huruf, angka atau gambar sesuai bagian yang diaktifkan.

2.11.2 Material LCD (*Liquid Cristal Display*)

LCD adalah lapisan dari campuran organik antara lapisan kaca bening dengan elektroda transparan indium oksida dalam bentuk tampilan *seven-segment* dan lapisan elektroda pada kaca belakang. Ketika elektroda diaktifkan dengan medan listrik (tegangan), molekul organik yang panjang dan silindris

²⁰ Bagaskara. 2013. *Pengertian LCD dan Fungsinya*, <http://baskarapunya.blogspot.co.id/2013/01/liquid-crystal-display-lcd-20x4.html>. diakses tanggal 18 Februari 2017



menyesuaikan diri dengan elektroda dari segmen. Lapisan *sandwich* memiliki polarizer cahaya vertikal depan dan polarizer cahaya horisontal belakang yang diikuti dengan lapisan *reflektor*. Cahaya yang dipantulkan tidak dapat melewati molekul-molekul yang telah menyesuaikan diri dan segmen yang diaktifkan terlihat menjadi gelap dan membentuk karakter data yang ingin ditampilkan.

2.11.3 Pengendali / Kontroler LCD (*Liquid Cristal Display*)

Dalam modul LCD (*Liquid Cristal Display*) terdapat microcontroller yang berfungsi sebagai pengendali tampilan karakter LCD (*Liquid Cristal Display*). Microcontroller pada suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) dilengkapi dengan memori dan register. Memori yang digunakan microcontroller internal LCD adalah :

- **DDRAM** (*Display Data Random Access Memory*) merupakan memori tempat karakter yang akan ditampilkan berada.
- **CGRAM** (*Character Generator Random Access Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana bentuk dari karakter dapat diubah-ubah sesuai dengan keinginan.
- **CGROM** (*Character Generator Read Only Memory*) merupakan memori untuk menggambarkan pola sebuah karakter dimana pola tersebut merupakan karakter dasar yang sudah ditentukan secara permanen oleh pabrikan pembuat LCD (*Liquid Cristal Display*) tersebut sehingga pengguna tinggal mengambilnya sesuai alamat memorinya dan tidak dapat merubah karakter dasar yang ada dalam CGROM.

Register control yang terdapat dalam suatu LCD diantaranya adalah.

- **Register perintah** yaitu register yang berisi perintah-perintah dari mikrokontroler ke panel LCD (*Liquid Cristal Display*) pada saat proses penulisan data atau tempat status dari panel LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dibaca pada saat pembacaan data.
- **Register data** yaitu register untuk menuliskan atau membaca data dari atau ke DDRAM. Penulisan data pada register akan menempatkan data tersebut ke DDRAM sesuai dengan alamat yang telah diatur sebelumnya.



Pin, kaki atau jalur input dan kontrol dalam suatu LCD (*Liquid Cristal Display*) diantaranya adalah :

- **Pin data** adalah jalur untuk memberikan data karakter yang ingin ditampilkan menggunakan LCD (*Liquid Cristal Display*) dapat dihubungkan dengan bus data dari rangkaian lain seperti mikrokontroler dengan lebar data 8 bit.
- **Pin RS (*Register Select*)** berfungsi sebagai indikator atau yang menentukan jenis data yang masuk, apakah data atau perintah. Logika *low* menunjukan yang masuk adalah perintah, sedangkan logika *high* menunjukan data.
- **Pin R/W (*Read Write*)** berfungsi sebagai instruksi pada modul jika *low* tulis data, sedangkan *high* baca data.
- **Pin E (*Enable*)** digunakan untuk memegang data baik masuk atau keluar.
- **Pin VLCD** berfungsi mengatur kecerahan tampilan (kontras) dimana pin ini dihubungkan dengan trimpot 5 Kohm, jika tidak digunakan dihubungkan ke ground, sedangkan tegangan catu daya ke LCD sebesar 5 Volt.

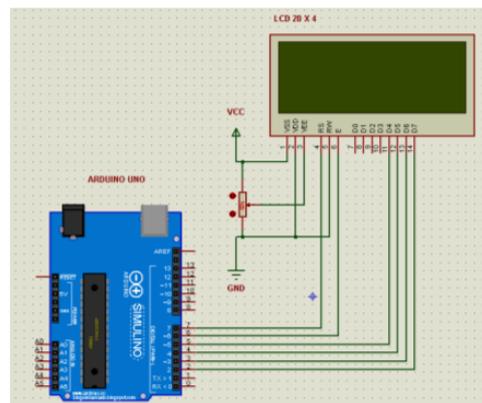
Tabel 2.6 Fungsi LCD

Pin No.	Symbol	Level	Description
1	V _{ss}	0 V	Ground
2	V _{DD}	5 V	Supply voltage for logic
3	V(<i>)</i>	(Variabel)	Operating voltage LCD
4	RS	H/L	H: Data, L: Instruction code
5	R/W	H/L	H:Read(MPU/Module) L:Write(MPU/Module)
6	E	H,H→L	Chip enable signal
7	DB0	H/L	Data bit 0
8	DB1	H/L	Data bit 1
9	DB2	H/L	Data bit 2
10	DB3	H/L	Data bit 3
11	DB4	H/L	Data bit 4
12	DB5	H/L	Data bit 5
13	DB6	H/L	Data bit 6
14	DB7	H/L	Data bit 7
15	A	4,2V-4,6V	LED +
16	K	0 V	LED -



2.11.4 Skema Rangkaian LCD 20x4

LCD 20x4 terdapat 16 buah pin data yang digunakan hanya sebanyak 10 pin, yaitu VSS, VDD, VEE, D4, D5, D6, D7, RS, RW, dan E. penghubung antara LCD ke *arduino* menggunakan soket dengan konfigurasi RS = Pin 7, RW = Pin gnd, E = Pin 6, D4 = Pin 5, D5 = Pin 4, D7 = Pin 2. Skema LCD 20x4 dapat dilihat pada gambar.



Gambar 2.27 Skema Rangkaian LCD 20x4²¹

2.12 Lampu Taman²²

Lampu taman adalah salah satu elemen penting didalam menciptakan suasana taman yang asri, indah dan sejuk. Lampu bukan hanya sarana penerangan namun sudah berkembang menjadi penambah nilai keindahan.

Beragam bentuk dan model dapat dipilih sesuai kebutuhan. Apalagi dizaman modern seperti sekarang ini banyak sekali lampu-lampu hias beraneka ragam bentuk yang bisa menerangi taman di malam hari. Menikmati taman dimalam hari akan memberikan suasana berbeda apalagi dengan banyaknya titik-titik lampu sehingga sorot lampu akan membuat bentuk cahaya yang unik sehingga suasana sekitar taman menjadi lebih nyaman dan indah serta baik sebagai sarana *refreshing*.

²¹ <http://eprints.ums.ac.id/41663/1/NASKAH%20PUBLIKASI.pdf>. Diakses tanggal 25 mei 2017

²² Dewanto, Rudy. 2010. *Penjelasan Mengenai Lampu Taman*. <http://www.rudydewanto.com/2010/03/b2.html>. diakses tanggal 18 Februari 2017.



Pemilihan lampu taman harus disesuaikan dengan konsep taman yang akan dan telah dibuat baik dari segi bentuk maupun prinsip kerjanya, untuk itu selain faktor desain lampu taman perlu dipertimbangkan kekuatan, keawetan dan keamanan.

Jika dilihat dari prinsip kerjanya :

- Lampu taman otomatis : prinsip kerjanya bila malam hari lampu akan nyala dan akan mati dengan sendirinya jika ada cahaya matahari.
- Lampu taman tenaga surya : lampu menggunakan tenaga sinar matahari dan tidak memakai listrik.

Lampu taman menggunakan *solar cell* tidak memerlukan instalasi kabel listrik, karena lampu taman menggunakan tenaga surya. Tenaga surya diterima oleh sel surya yang berada di atas dari lampu taman, energi listrik tersebut disimpan dalam baterai. Pada waktu sinar matahari tidak bersinar, sensor cahaya akan mendeteksi ketiadaan sinar, maka lampu taman otomatis menyala dengan menggunakan catu daya dari baterai. Keunggulan lampu taman otomatis ini : tidak memerlukan sumber daya listrik PLN. Karena *solar cell* bisa digerakan oleh motor servo untuk mengoptimalkan daya yang pemakaian beban.