

## BAB III

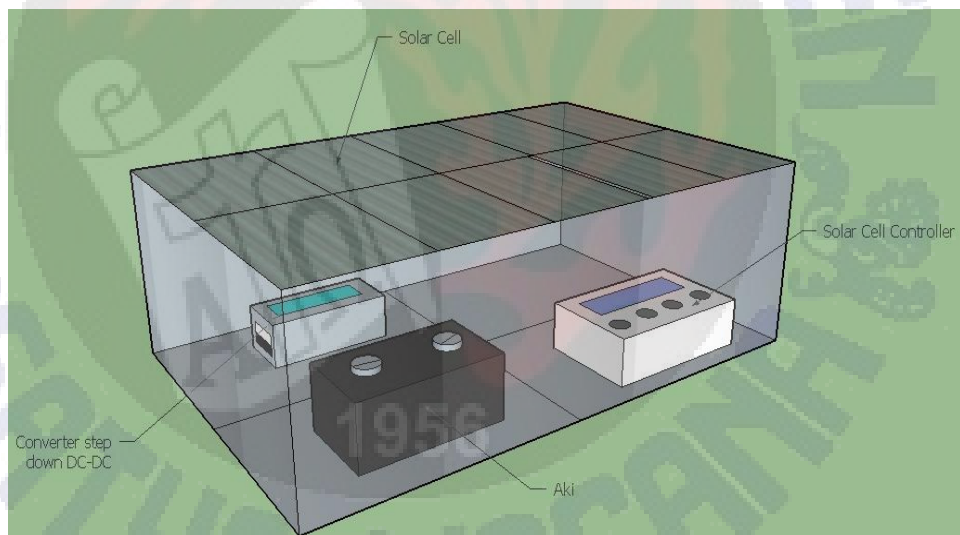
### PERANCANGAN ALAT

Pada bab ini akan dijelaskan tentang perancangan mengenai perangkat keras, dan perangkat lunak yang digunakan pada sistem.

#### 3.1 Perancangan Perangkat Keras

Dalam perancangan alat ini perangkat keras memiliki sumber daya utama yaitu *solar cell* berbentuk panel dengan 50 WP model *Poly-Crystalline* yang dimana dapat mengisi aki kering 12V dengan kapasitas 12AH maupun *handphone* melalui *converter step down DC to DC* dimana semua dapat diatur oleh *solar cell controller*.

Berikut adalah desain alat yang dibuat :

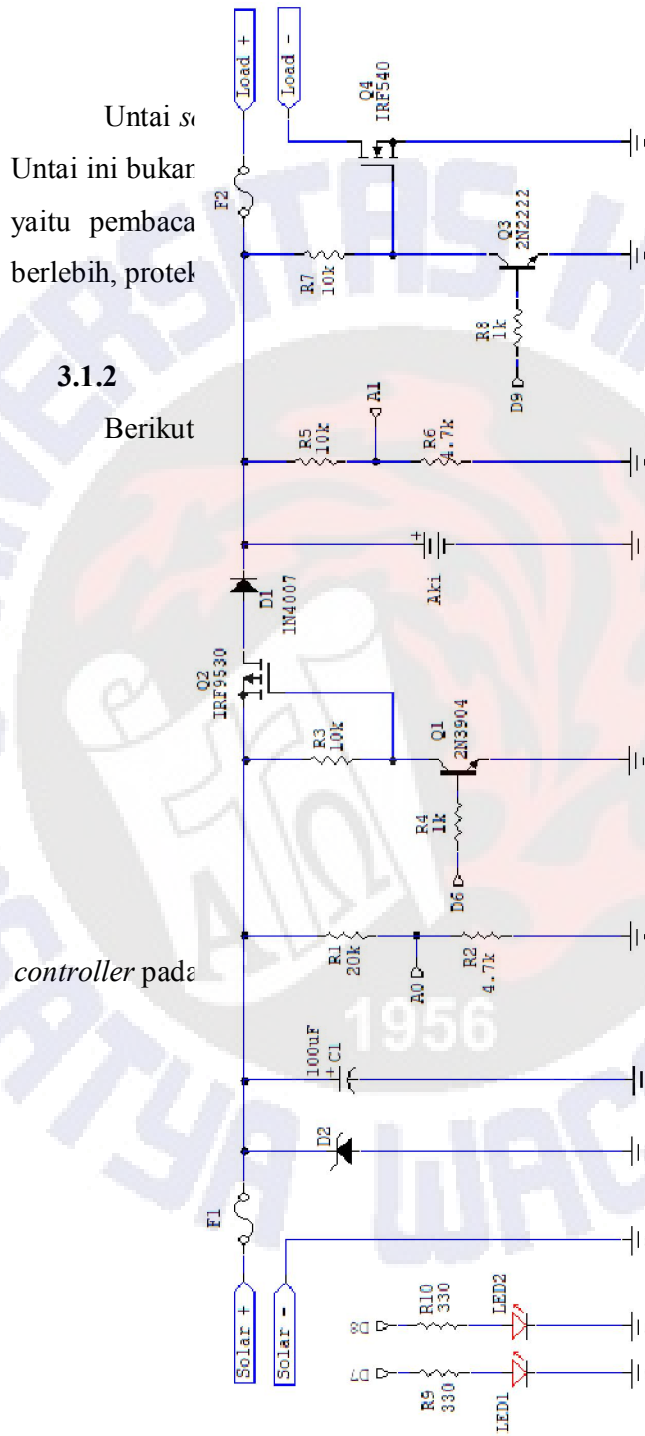


**Gambar 3.1** Desain Perangkat Keras

Dalam perancangan perangkat keras ini, terdapat *solar cell controller* yang berbentuk untai yang dihubungkan dengan arduino uno sebagai mikrokontrollernya yang dapat berfungsi untuk melakukan pembacaan tegangan pada *solar cell*, pembacaan tegangan pada aki, serta melakukan pengisian pada aki dan beban, dalam hal ini adalah meng-charge pada *handphone*.

### 3.1.1 Untai Solar Cell Controller

Berikut adalah untai *solar cell controller* pada alat yang dibuat :



Untai s  
Untai ini bukar  
yaitu pembaca  
berlebih, protek

### 3.1.2

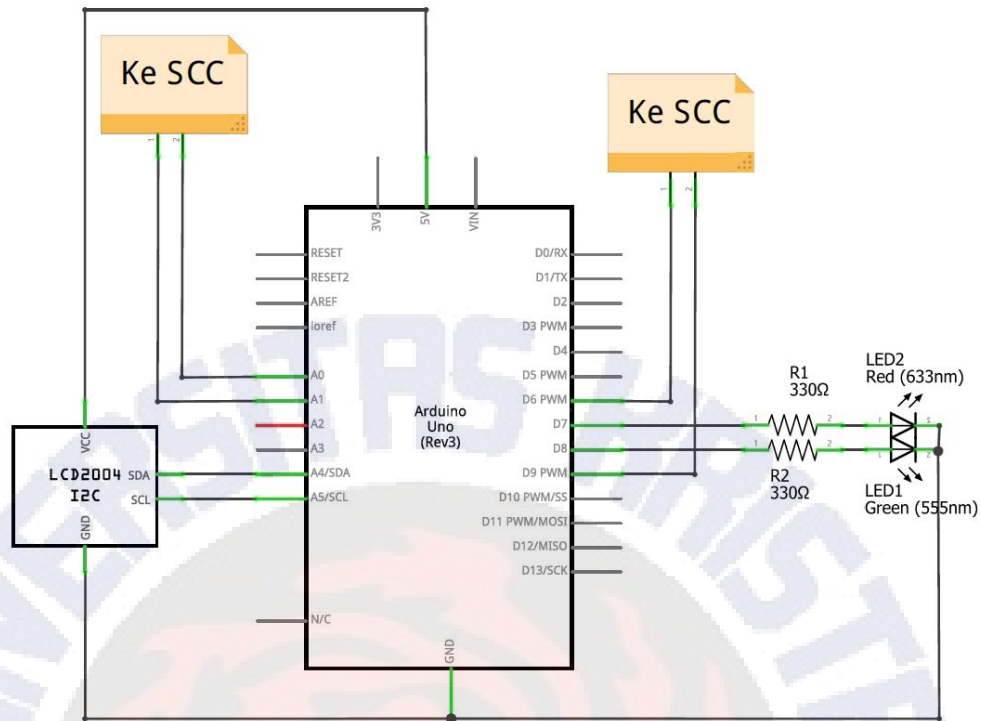
Berikut

controller pada

*Controller*

dilihat pada Gambar 3.2.  
diri dari beberapa bagian  
berlebih, proteksi arus  
lan driver MOSFET.

ino sebagai *solar cell*



**Gambar 3.3** Skematik Pemasangan Arduino

Berdasarkan gambar 3.3, dapat dilihat arduino uno terhubung pada untai *solar cell controller* pada pin A0 dan A1, begitu juga untuk pin D6 dan D9. Kemudian untuk pin A4 dan A5 terhubung pada LCD *Display* 20×4 + I2C berfungsi untuk menampilkan tegangan solar dan aki serta kondisi aki. Sedangkan untuk pin D7 dan D8 terhubung pada 2 LED yaitu warna merah dan warna hijau sebagai indikator untuk mengetahui proses pengisian pada aki.

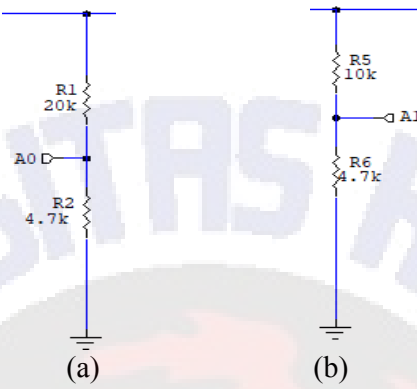
Untuk menghubungkan untai pada arduino dapat dilihat pada Tabel 3.1.

**Tabel 3.1** Konfigurasi pin pada arduino

Pin Arduino	Fungsi
A0	Membaca tegangan pada solar panel
A1	Membaca tegangan pada aki
A4	Pin SDA pada modul I2C LCD Display
A5	Pin SCL pada modul I2C LCD Display
D6	Mengontrol koneksi solar panel menuju aki
D7	Mengontrol lampu indikator berwarna merah dimana aki habis

D8	Mengontrol lampu indikator berwarna hijau dimana aki penuh
D9	Mengontrol nyala atau matinya load

### 3.1.3 Untai Pembaca Tegangan



**Gambar 3.4** (a) Pembaca Tegangan *Solar Cell* (b) Pembaca Tegangan Aki

Pada untai *solar cell controller* terdapat dua untai pembaca tegangan, yaitu pembaca tegangan pada *solar cell* dan pembaca tegangan pada aki. Hasil pembacaan dari untai pembaca tegangan ini akan masuk ke dalam pin *Analog Read* pada arduino. Namun karena tegangan masukan maksimal pin *Analog Read* pada arduino adalah 5V, maka digunakanlah pembagi tegangan.

Perhitungan rumus untai pembagi tegangan pada *solar cell* adalah sebagai berikut :

$$V_{A0} = \frac{R2}{R1 + R2} \times V_{oc}$$

$$V_{A0} = \frac{4,7k}{20k + 4,7k} \times 20,76V = 3,95V$$

$V_{A0}$  = Tegangan keluaran *solar cell* pada titik  $A_0$

$V_{oc}$  = Tegangan buka *solar cell*

Setelah melalui untai pembagi tegangan, tegangan keluaran maksimal *solar cell* adalah 3,95V, sehingga bisa dengan aman dimasukkan ke pin *AnalogRead* arduino karena berada di bawah batas masukan maksimal arduino, yaitu 5V.

Untuk perhitungan rumus untai pembagi tegangan pada aki adalah sebagai berikut :

$$V_{A1} = \frac{R6}{R5 + R6} \times V_{max}$$

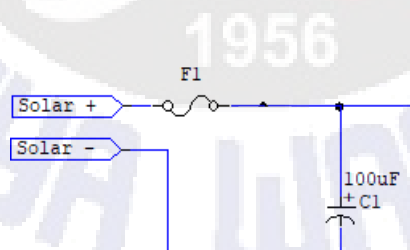
$$V_{A1} = \frac{4,7k}{10k + 4,7k} \times 12V = 3,84V$$

$V_{A1}$  = Tegangan keluaran aki pada titik  $A_1$

$V_{max}$  = Tegangan maksimal aki

Setelah melalui untai pembagi tegangan, tegangan keluaran maksimal aki adalah 3,84V, sehingga bisa dengan aman dimasukkan ke pin *AnalogRead* arduino karena berada di bawah batas masukan maksimal arduino, yaitu 5V.

### 3.1.4 Filter

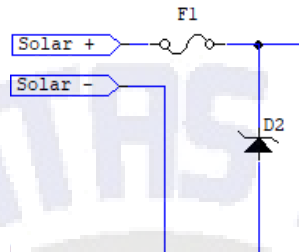


**Gambar 3.5** Filter

Pada Gambar 3.5 dapat dilihat terdapat filter berupa kapasitor elektrolit yang dipasang setelah masukan *solar cell*. Hal ini bertujuan untuk menyaring apabila terdapat sinyal gangguan (*noise/ripple*) dari luar yang ikut masuk

bersamaan dengan masuknya tegangan dari *solar cell*. Nilai dari kapasitor elektrolit yang digunakan adalah  $100\mu\text{F}$ .

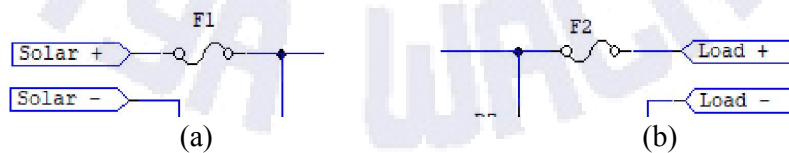
### 3.1.5 Proteksi Tegangan Berlebih



**Gambar 3.6** Proteksi Tegangan Berlebih

Pada sistem ini juga terdapat proteksi tegangan berlebih yang dapat dilihat pada Gambar 3.6. Proteksi tegangan berlebih berupa sebuah dioda zener. Tipe dari dioda zener yang digunakan adalah 1N4748 22V 1W, pemilihan tipe dioda zener ini dikarenakan tegangan buka ( $V_{oc}$ ) dari *solar cell* adalah 20,76V sehingga dipilih tipe zener yang nilainya mendekati yaitu 22V. Proteksi tegangan berlebih ini akan aktif apabila tegangan masukan dari *solar cell* lebih besar dari 22V, yang menyebabkan zener mengalami hubung singkat, dan mengalirkan tegangan berlebih ini menuju *Ground*.

### 3.1.6 Proteksi Arus Berlebih

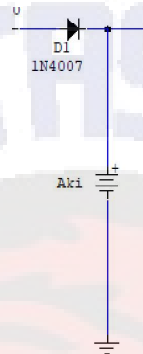


**Gambar 3.7** (a) Proteksi Arus *Solar Cell* (b) Proteksi Arus Beban

Pada Gambar 3.7 dapat diamati terdapat dua buah proteksi arus berlebih pada sistem ini. Proteksi yang digunakan berupa *Fuse* yang akan putus apabila arus yang mengalir pada *Fuse* tersebut melebihi batas maksimalnya. Pada

sistem ini *Fuse* yang digunakan adalah *Fuse 5A*, sehingga apabila arus yang lewat *Fuse* ini melebihi 5A, maka *Fuse* akan putus. Ada dua buah *Fuse* yang digunakan pada sistem ini. Untuk pertama diletakkan setelah masukan dari *solar cell*, dan untuk yang kedua diletakkan sebelum beban (*Load*).

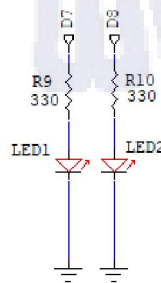
### 3.1.7 Proteksi Arus Balik



**Gambar 3.8** Proteksi Arus Balik

Sistem ini juga memiliki proteksi arus balik berupa sebuah dioda yang dipasang sebelum aki, seperti dapat dilihat pada Gambar 3.8. Dioda ini akan berguna terutama di malam hari atau di siang hari tetapi cuaca mendung dimana pada saat itu tegangan pada *solar cell* akan lebih kecil dibandingkan tegangan pada aki, yang mengakibatkan arus mengalir dari potensial tinggi menuju potensial rendah. Dioda ini mencegah terjadinya arus balik dari aki menuju ke *solar cell*.

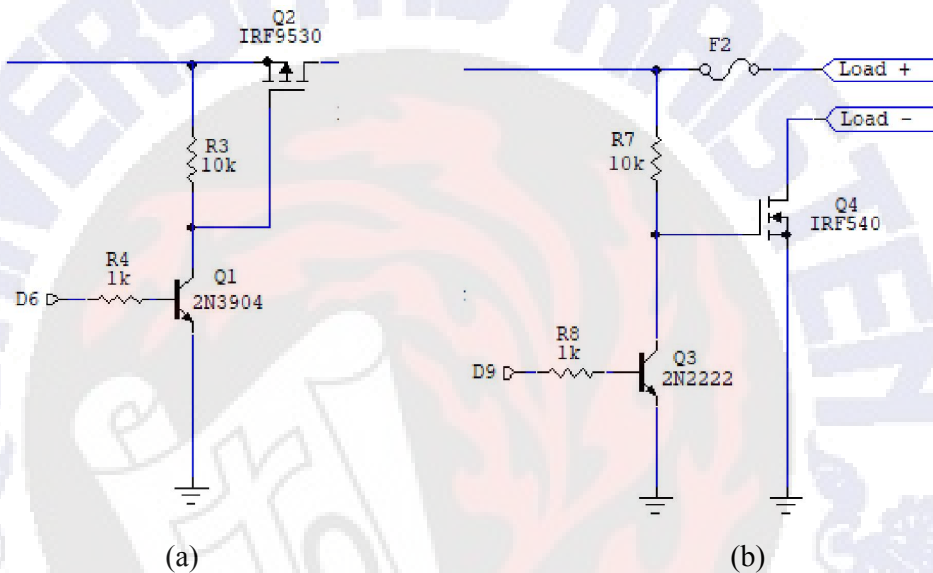
### 3.1.8 Indikator Pengisian Aki



**Gambar 3.9** Indikator Pengisian Aki

Sistem ini memiliki dua buah lampu indikator berupa LED berwarna merah dan hijau. Jika lampu LED merah menyala, artinya aki kosong atau aki belum terpasang. Apabila lampu LED hijau menyala artinya aki sudah penuh. Namun jika lampu LED hijau berkedip, maka itu artinya aki sedang berada dalam proses pengisian. Untuk penggunaan pin arduino dapat dilihat selengkapnya pada Tabel 3.1.

### 3.1.9 Driver MOSFET



**Gambar 3.10** (a) Driver MOSFET pada aki (b) Driver MOSFET pada beban

Tujuan MOSFET yang dipasangkan pada driver ini adalah untuk mengontrol tegangan dan arus melalui source dan drain. Komponen ini seluruhnya berfungsi sebagai *switch*. Ketika tegangan input gate ( $V_{gs}$ ) lebih tinggi dari treshold ( $V_{gs} > V_{th}$ ) maka MOSFET ON dan berada di daerah saturasi sehingga dapat dialiri arus. Apabila tegangan input gate ( $V_{gs}$ ) lebih rendah dari treshold ( $V_{gs} < V_{th}$ ) maka MOSFET OFF dan berada di daerah cut-off sehingga tidak dapat dialiri arus.



Berikut adalah Realisasi alat yang sudah dibuat :



**Gambar 3.11** Realisasi Untai Solar Cell Controller

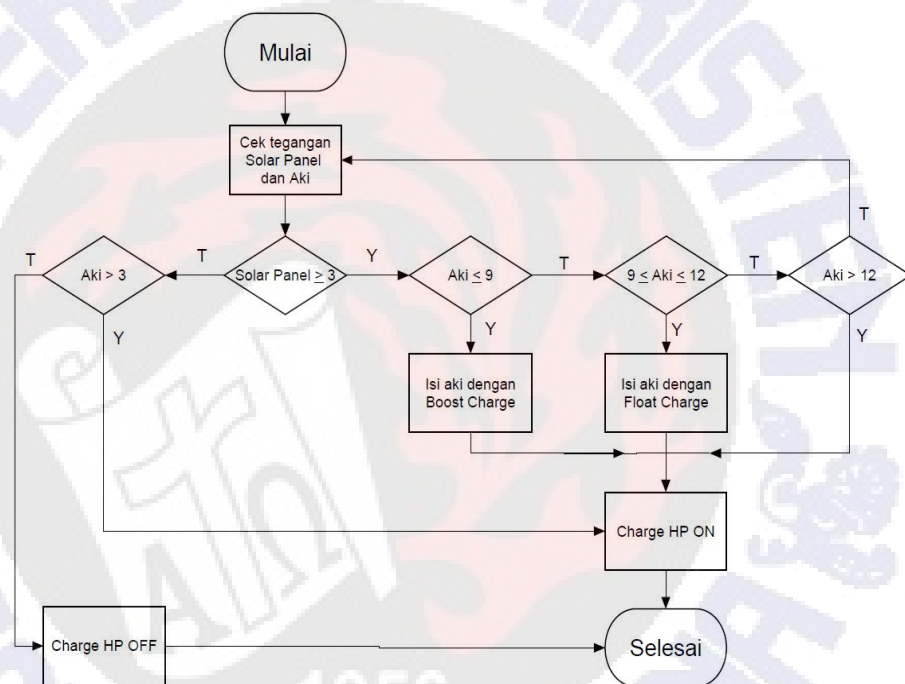


Gambar 3.12 Realisasi Perangkat Keras

### 3.2 Perancangan Perangkat Lunak

Dalam perancangan alat ini perangkat lunak menggunakan arduino sebagai pengatur untuk batas minimum dan maksimum tegangan pada *solar cell* panel dan juga aki. Selain mengatur, perangkat lunak juga akan mengukur berapa tegangan yang tersisa pada *solar cell* maupun aki yang dapat ditampilkan melalui LCD *Display* 20×4.

#### 3.2.1 Diagram Alir Program



Gambar 3.13 Diagram Alir Program

Pada diagram alir program Gambar 3.13, dapat dilihat bahwa saat arduino dihubungkan dengan untai *solar cell controller* maka program arduino akan mengecek berapa tegangan *solar cell* panel dan aki. Apabila tegangan *solar cell* panel lebih dari 3V, maka program akan mengecek pada aki yang dimana aki sudah diprogram untuk memiliki batas minimum adalah 9V.

Jika aki kurang dari 9V, maka *solar cell* panel akan mengisi aki dengan *boost charge* dan juga dapat mengisi daya pada *handphone*. Kalau tegangan aki berada antara 9 hingga 12V maka *solar cell* panel akan mengisi aki dengan *float charge* dan juga dapat mengisi daya pada *handphone*. Bila

tegangan aki lebih dari 12 maka aki dapat digunakan untuk mengisi daya pada *handphone*.

Apabila *solar cell* panel kurang dari 3V, maka program akan mengecek pada aki apakah aki memiliki tegangan lebih dari 3V atau kurang. Jika tegangan aki lebih dari 3V maka aki dapat digunakan untuk mengisi daya pada *handphone*, namun apabila aki kurang dari 3V maka *handphone* tidak bisa diisi dayanya baik melalui *solar cell* maupun aki.

### 3.2.2 Menentukan Tampilan Tegangan pada LCD Display

Untuk menampilkan berapa tegangan *solar cell* maupun aki dapat ditentukan dengan potongan program sebagai berikut :

```
void loop()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0,0);
  lcd.print("SOLAR :");
  lcd.print(solar_volt);
  lcd.print(" V");
  lcd.setCursor(0,1);
  lcd.print("AKI :");
  lcd.print(bat_volt);
  lcd.print(" V");
  lcd.setCursor(1,2);
```

```
if ((bat_volt > 3) && (bat_volt <=12))
{ lcd.print(charged_percent);
  lcd.print("% Charged "); }
else if (bat_volt < 3)
{ lcd.print("Aki Habis !!"); }
}
```

Semua keluaran yang ditampilkan oleh LCD *Display* 20×4 berasal dari *solar cell controller* yang berfungsi sebagai pengatur untuk keluar-masuknya

daya dan berhenti otomatisnya pengisian pada *handphone*. Selain itu, tegangan pada aki dan *solar cell*, serta persentase tegangan aki juga akan ditampilkan pada LCD *Display* 20×4.

### 3.2.3 Menentukan Pengisian Tegangan pada LCD Display

Untuk pengisian tegangan *solar cell* panel maupun aki pada *handphone* dapat ditentukan dengan potongan program sebagai berikut :

```
void loop()
{
  sample1=0;
  sample2=0;
  analogWrite(pwm,0);
  lcd.setCursor(20,1);
  lcd.print(" ");
  //////////////////////////////////// PENGUKUR TEGANGAN ////////////////////////////////////
  for(int i=0;i<150;i++)
  {
    sample1+=analogRead(A0); // Membaca input tegangan pada solar cell panel
    sample2+=analogRead(A1); // Membaca input tegangan pada aki
    delay(2);
  }
  sample1=sample1/150;
  sample2=sample2/150;
  // Tegangan sebenarnya / Output Pembagi Tegangan = 3.127
  // 2.43 --> 520 ADC
  // 1 --> 004673
```

```
solar_volt=(sample1*4.673* 5.68)/1000;
bat_volt=(sample2*4.673* 3.125)/1000;
Serial.print("solar input voltage :");
Serial.println(solar_volt);
Serial.print("battery voltage :");
Serial.println(bat_volt);
//////////////////////////////////Pengisian berbasis PWM ////////////////////////////////////

if((solar_volt > 3)&& ( bat_volt <= 9 ))
{
```

```

analogWrite(pwm,242.25);
// 95% PWM // boost charging // sebagian besar proses pengecasan terjadi di sini
Serial.print("pwm duty cycle is :");
Serial.println("95%");
}
else if((solar_volt > bat_volt)&&(bat_volt > 9)&& (bat_volt < 12 ))
{
analogWrite(pwm,25.5); // 10% PWM // float charging
Serial.print("pwm duty cycle is :");
Serial.println("10%");
}
// // pengecasan berhenti ketika tidak ada matahari atau ketika aki penuh
else if ((bat_volt >= 12) || (solar_volt <= 3))
{
analogWrite(pwm,0);
Serial.print("pwm duty cycle is :");
Serial.println("0%");
digitalWrite(GREEN,LOW); // LED hijau akan mati saat tidak ada proses pengecasan
}
////////////////////// INDIKATOR MENGENAI AKI ////////////////////////
// 6.0v =0% and 7.2v =100%
charged_percent=bat_volt*10;
charged_percent=map(bat_volt*10, 30 , 120, 0, 100); }

```

Pada awal program, akan dilakukan pembacaan pada pin *Analog Read* arduino, sehingga dari sini didapatkan tegangan pada *solar cell* dan pada aki. Namun karena sudah melalui pembagi tegangan, maka nilai yang didapat bukanlah nilai yang sebenarnya. Maka dari itu, nilai yang didapat ini harus dikalikan dengan konstanta dulu agar kembali menjadi nilai tegangan yang sebenarnya.

Setelah didapatkan nilai tegangan yang sebenarnya, maka dapat ditentukan langkah selanjutnya. Apabila tegangan pada *solar cell* lebih dari 3V (ada matahari) dan aki belum penuh, maka pin PWM diatur menjadi nyala sebesar 95%. Namun jika aki hampir penuh, maka pin PWM diatur menjadi nyala sebesar 10%. Tapi jika ternyata tegangan pada *solar cell* dibawah 3V

(mendung atau malam hari) atau jika aki sudah penuh, maka pin PWM diatur menjadi *off*, sehingga tidak ada proses pengisian yang terjadi.

### 3.2.4 Menentukan Kombinasi Aki melalui Lampu Indikator

Untuk menampilkan tegangan pada aki apakah sudah penuh atau habis melalui lampu indikator dapat dilakukan dengan sebagai berikut :

```
void loop()
{
  // Lampu LED Hijau menyala secara berkedip ketika proses pengisian aki berlangsung
  if (solar_volt > 3 && bat_volt < 12)
  {
    digitalWrite(GREEN,HIGH);
    delay(5);
    digitalWrite(GREEN,LOW);
    delay(5);
  }
}
```

```
// Ketika Aki habis maka lampu LED Merah menyala
if (bat_volt <= 3)
{
  digitalWrite(REDA,HIGH); // Mengindikasikan Aki sedang kosong
  lcd.setCursor(1,2);
  lcd.print("BAT DISCHARGED..");
}
}
```

```
// Lampu LED Merah tidak akan menyala apabila aki tidak diisi
```

```
    if (bat_volt > 3)
    {
        digitalWrite(RED,LOW);
    }

    // Lampu LED Hijau akan menyala ketika aki sudah penuh
    if (bat_volt >= 12)
    {
        digitalWrite(GREEN,HIGH);
    }
}
```

Pada bagian ini, akan ditentukan kondisi dari lampu indikator yang kondisi nyalanya menyesuaikan dengan keadaan aki. Jika aki sedang berada pada posisi pengisian, maka lampu LED indikator warna hijau akan berkedip. Apabila aki kosong atau aki belum terpasang, maka lampu LED indikator warna merah akan menyala. Tetapi apabila aki sudah penuh, maka lampu LED indikator warna hijau yang akan menyala.