

## SISTEM PELACAK SINAR MATAHARI DALAM PENGISIAN DAYA LISTRIK PADA ACCU MENGGUNAAN SOLAR PANEL

**Hasanuddin Sirait**

Dosen Stmik Parna Raya Manado

Phone : 08124446335, E-mail : [hsirait2014@gmail.com](mailto:hsirait2014@gmail.com)

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk merancang alat *solar tracking system*. Kerja sistem adalah mengontrol arah pergerakan panel sel surya mengarah pada sinar matahari dan melakukan pengisian ulang daya listrik pada accu. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Studi laboratorium dan observasi langsung kondisi objek penelitian. Hasil penelitian menunjukkan bahwa panel sel surya menghasilkan energi lebih besar pada siang hari saat sudut putaran berada pada  $0^\circ$  sampai  $45^\circ$  dimana waktu menunjukkan antara pukul 11:00 sampai 13:00 WITA.

**Kata kunci :** *Solar, tracking, arduino, cahaya.*

### I. PENDAHULUAN

Di era modern seperti saat ini, di mana kebutuhan akan energi meningkat drastis dan sudah sangat di butuhkan oleh umat manusia. Banyak negara maju mengerahkan semua sumber daya yang mereka miliki guna mencari solusi energi terbaru-kan yang ramah lingkungan untuk kebutuhan masa depan umat manusia untuk menggantikan energi fosil yang saat ini makin tergerus karena eksplorasi besar – besaran umat manusia itu sendiri. Memanfaatkan beberapa energi alam yang bersih, tidak berpolusi, aman dan dengan persediaan tidak terbatas seperti energi surya maka kebutuhan energi dunia setidaknya dapat di minimalkan.

Teknologi yang mengkonversi langsung sinar matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan perangkat semikonduktor yang disebut sel surya saat ini sudah semakin beragam. Permasalahannya saat ini adalah bagaimana menggunakan panel sel surya untuk mendapatkan keluaran energi listrik yang optimal. Umumnya pemasangan panel sel surya di letakan pada posisi tertentu tanpa ada perubahan atau sudah paten pada tempatnya, misalnya di hadapkan ke timur, dengan kedudukan seperti itu maka pada saat matahari berpindah posisi, misalnya pada jam tiga siang, maka panel sel surya tidak lagi mendapatkan radiasi yang cukup dari matahari dan itu tentu saja tidak

optimal. Menurunnya radiasi yang diterima oleh panel sel surya dapat mengurangi energi listrik yang dikeluarkan, bahkan berkurangnya energi ini dapat menjadi setengahnya. Untuk itu perlu adanya pengaturan arah panel sel surya tersebut agar selalu mengikuti arah sinar matahari, karena panel sel surya konvensional diatur secara konsisten atau secara manual, maka perlu dibuat sebuah sistem kontrol yang dapat mengatur arah panel sel surya tersebut dengan menggunakan suatu sistem kontrol yang dijalankan oleh mikrokontroler dengan algoritma yang tepat, yang dirancang melalui komputer dan perangkat tambahan seperti sensor dan motor. Meninjau hal tersebut maka penulis berupaya untuk membuat rancangan alat yang dapat mengatur arah panel sel surya terhadap matahari dengan basis mikrokontroler menggunakan produk dari arduino untuk mendapatkan keluaran energi yang optimal.

#### 1.1. Sel Surya (*Solar Cell*)

Sumber energi memiliki peranan penting dalam pencapaian tujuan sosial, ekonomi dan lingkungan dalam rangka pembangunan berkelanjutan. Masyarakat berbasis kepada teknologi modern, sementara itu teknologi modern mengkonsumsi energi dalam jumlah yang besar. Penghematan energi melalui rancangan bangunan mengarah kepada penghematan listrik baik dari segi penerangan buatan maupun

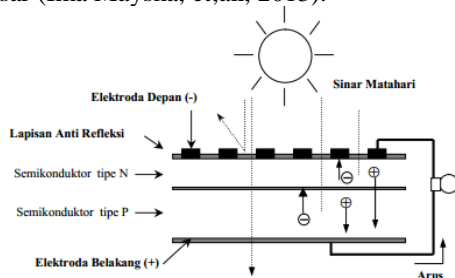
peralatan listrik lainnya. (Achsién Hidayat, et,all, 2014).



(sumber : anonimous)

Gambar 1. Bentuk fisik Panel Sel Surya

Energi baru dan terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi. Hal ini disebabkan penggunaan bahan bakar untuk pembangkit - pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang semakin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan. Selain itu, di Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar (Ima Maysha, et,all, 2013).



(sumber : anonimous)

Gambar 2. Proses perubahan energi matahari menjadi energi listrik

Listrik tenaga matahari dibangkitkan oleh komponen yang disebut sel surya yang besarnya sekitar 10 - 15 cm persegi. Komponen ini mengkonversikan energi dari sinar matahari menjadi energi listrik. Sel surya merupakan komponen vital yang umumnya terbuat dari bahan semikonduktor. Secara sederhana sel surya terdiri dari persambungan bahan semikonduktor bertipe p dan n (*p-n junction semiconductor*) yang jika terkena sinar matahari maka akan terjadi aliran *elektron*, aliran *elektron* inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Ketika sinar matahari yang

terdiri dari photon-photon jatuh pada permukaan bahan sel surya (*absorber*), akan diserap, dipantulkan, atau dilewatkan begitu saja dan hanya *foton* dengan tingkat energi tertentu yang akan membebaskan *elektron* dari ikatan atomnya, sehingga mengalir arus listrik (Rusminto, 2013).

Sistem photovoltaik (PV) merupakan suatu peralatan yang mengkonversi energi surya menjadi energi listrik. Sistem PV ini terdiri dari beberapa sel surya, yang masing masing sel dikaitkan satu sama lain baik dalam hubungan seri maupun paralel untuk membentuk suatu rangkaian PV yang dari 36 sel atau 72 sel surya (Ratna Ika, 2012).

Sistem sel surya yang digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*charge controller*) dan aki (batere) 12 volt yang *free maintenance*. Biasanya panel sel surya itu diletakkan pada posisi statis menghadap matahari. Karena matahari bergerak membentuk sudut selalu berubah, maka pada posisi panel sel surya yang statis itu tidak akan diperoleh energi listrik yang optimal. Agar dapat terserap secara maksimum, maka sinar matahari itu harus diusahakan selalu jatuh tegak lurus pada permukaan panel sel surya. Jadi, untuk mendapatkan energi listrik yang optimal, sistem sel surya itu masih harus dilengkapi pula dengan rangkaian kontroler optional untuk mengatur arah permukaan panel sel surya agar selalu menghadap matahari sedemikian rupa sehingga sinar matahari jatuh hampir tegak lurus pada panel sel surya-nya (Ihsan, 2013).

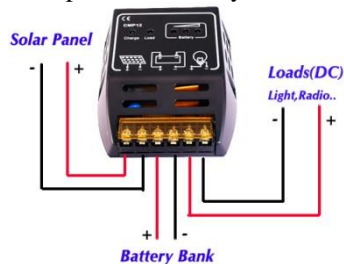
Pembangkit listrik tenaga surya yaitu pembangkit yang memanfaatkan sinar matahari sebagai sumber penghasil listrik. Alat utamanya yaitu penangkap, pengubah dan penghasil listrik *photovoltaic*. Dengan alat tersebut, sinar matahari diubah menjadi listrik melalui proses aliran-aliran *elektron* negatif, lalu menjadi menjadi aliran listrik DC yang akan langsung mengisi Aki / Accu sesuai tegangan dan arus yang diperlukan. Rata-rata Produk Modul yang dipasarkan menghasilkan 12 sampai 18 VDC dan 0,5 sampai 7 Ampere. Modul memiliki kapasitas beraneka ragam, mulai dari 10 watt peak sampai 200 watt peak. Modul juga terdiri dari tipe *cell monocrystal* dan *polycrystal* (Khairuddin Syah, et,all, 2013).

Pada umumnya satu keping sel surya mempunyai ketebalan 3 mm, tersusun atas kutub positif dan negatif yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor. Prinsip kerja suatu sel surya adalah dengan memanfaatkan efek *fotovoltaik*, yaitu suatu efek yang dapat mengubah secara langsung sinar matahari menjadi suatu energi listrik (Fonash, S, 2010).

### 1.2. Solar Charge Controller

*Solar charge controller* adalah perangkat elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai atau sering disebut aki di Indonesia dan dikeluarkan dari baterai ke peralatan elektronik. Fungsi utama dari *solar charge controller* ialah untuk mempertahankan keadaan baterai dengan mencegah terjadinya distribusi arus dan tegangan yang berlebihan pada baterai. Sistem pengaturan pengendalian menentukan efektivitas pengisian baterai, pemanfaatan keluaran modul surya juga kemampuan sistem ketika memberikan energi listrik ke peralatan elektronik.

Rangkaian *solar charge controller* terdiri dari 2 jenis yaitu rangkaian seri dan paralel, perbedaan dari kedua rangkaian tersebut ialah letak komponen pemutus pada rangkaian dimana pada rangkaian seri komponen pemutus rangkaian disusun secara seri antara modul surya dan baterai, sedangkan pada rangkaian paralel komponen pemutus rangkaian disusun secara paralel sehingga mengizinkan terjadinya hubungan arus pendek pada modul surya.



(sumber : anonimous)

Gambar 3. Bentuk fisik solar charge controller

Distribusi arus dan tegangan pada baterai memerlukan parameter titik tegangan maksimum dan minimum untuk mencegah kerusakan pada baterai akibat pengisian berlebih dan pengeluaran berlebih. *Charge controller* memiliki pengatur tegangan atau *voltage regulator* (VR) yang dapat mengukur

kapasitas baterai, sehingga dapat ditentukan titik tegangan maksimum dan minimum dari baterai (I Made Astra, et,all, 2011).

Secara umum PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) terdiri dari modul *solar cell*, *Solar Charge Controller*, Aki, *Inverter* dan beban. *Solar Charge Controller* berfungsi untuk mengendalikan pengisian baterai oleh modul solar cell agar tidak terjadi *overcharge* juga mengendalikan pemakaian baterai oleh beban agar tidak terjadi *overdischarge* (Ni Made Karmiathi, 2011).

## 2. METODOLOGI

Kerangka konseptual menjelaskan bagaimana tahapan-tahapan dari perancangan sistem pelacak sinar matahari berbasis arduino.

Penjelasan kerangka konseptual yang disajikan oleh penulis digambarkan sebagai berikut :



(Sumber : perancangan dan Implementasi)

Gambar 11. Diagram konseptual perancangan sistem pelacak

### A. Blok Diagram

Blok diagram dalam penulisan ini menggunakan cara kerja secara umum, cara kerja yang akan dibuat oleh penulis dalam penelitian dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Panel sel surya mengalirkan arus listrik hasil konversi dari energi matahari ke *charge controller*.
2. *Charge controller* mengatur arus yang masuk dari panel sel surya ke Aki / *Accu* agar tidak *over charge* dan juga mengatur arus ke catu daya dan mata lampu.
3. Catu daya mengalirkan arus ke papan arduino.
4. Papan arduino memberi perintah start ke sensor cahaya untuk pembacaan sinar matahari.
5. Motor berputar mengikuti besaran pembacaan cahaya yang dilakukan oleh sensor cahaya dan sudut kemiringan panel sel surya akan didapatkan.
6. Motor servo yang berputar pada tiga sudut untuk menggerakkan panel sel surya.

#### B. Design Alat

Gambar 19 merupakan design alat yang peneliti buat sebagai gambaran, serta menjadi landasan awal untuk melakukan rancang bangun sistem pelacak sinar matahari berbasis arduino dan pengisian daya listrik pada accu :

1. Panel sel surya yang dipakai adalah 20 Wp (watt peak) berukuran (mm) 625 X 350 X 25.
2. Sensor intensitas cahaya untuk menerima sinar matahari.
3. Rangka besi sebagai penopang panel sel surya.
4. Pulley sebagai media penyalur putaran dari motor servo.
5. *Bearing*/laher untuk mempermudah pergerakan panel.
6. Motor servo sebagai aktuator yang mengontrol pergerakan panel sel surya.
7. Box panel untuk meletakkan papan/*board* arduino, aki dan *Controller*.
8. Lampu LED 15 wattt hemat energi sebagai alat penerangan.
9. Rangka kaki besi sebagai tumpuan.

#### H. Perancangan dan Pemasangan Panel Sel Surya

Penulis membuat perencanaan dan pemasangan panel sel surya agar penulis dapat mengetahui kebutuhan panel sel surya yang dipakai pada pelacak sinar matahari berbasis arduino dan pengisian accu pada

sebagai daya listrik cadangan dan menghitung berapa total daya pada beban untuk mengetahui besar kapasitas panel sel surya yang akan di pakai. Untuk mengetahui berapa kebutuhan panel sel surya yang akan digunakan dalam penelitian, dapat dijelaskan dengan langkah-langkah sebagai berikut :

##### 1. Total Beban :

1 Motor Servo 5V = 0,6 W/100mA  
1 Mikrokontroler arduino 6V = 12 W  
1 Sensor Cahaya 5V= 0,6 W/100mA  
Lampu led 3W X 2= 6W  
*Total daya= 19,2 W*

##### 2. Rugi – rugi dan faktor keamanan sistem

Sistem PLTS dengan daya 1000 Watt ke bawah, faktor 20% harus ditambahkan ke pembebanan sebagai pengganti rugi-rugi sistem dan untuk faktor keamanan. Rugi-rugi yaitu terbuangnya arus melalui kabel dan penggunaan perangkat elektronik lain seperti *controller* dan regulator yang digunakan untuk menurunkan arus agar perangkat seperti arduino dan motor servo mempunyai masa pakai yang lebih lama (Muhammad Bachtiar, 2011).

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perkembangan pembangkit tenaga energy listrik sangat diperlukan perkembangannya, dengan demikian perancangan ini dapat peneliti jelaskan sebagai berikut.

#### 1. Perancangan *Script* program

Penulis menggunakan bahasa pemrograman C dalam proses pembuatan *script* program, dengan menggunakan *software* arduino IDE yang digunakan sebagai antar muka untuk melakukan *input* program ke papan arduino. Selanjutnya akan dibuat sebuah *sketch*. *Sketch* yaitu istilah yang digunakan pada arduino untuk menyatakan program.

Selanjutnya adalah melakukan verifikasi *Sketch* yang baru saja diketik untuk dieksekusi / dijalankan oleh mikrokontroler, dalam hal ini arduino uno, dengan menekan tombol *verify* atau verifikasi, verifikasi sebenarnya berarti pemeriksaan terhadap kode atau *sketch* yang telah ditulis, apakah *sketch* tersebut sudah benar atau masih

mengandung kesalahan atau galat, jika program mengalami galat maka informasi binary *sketch* yang terbentuk akan dilaporkan seperti pada Gambar 19 dan peneliti dapat segera memperbaiki *sketch* yang galat tersebut.

*Sketch* di atas merupakan *file library* yang sering diimplementasikan dalam bentuk `#include` yaitu *file* yang berisi fungsi-fungsi yang dapat digunakan berulang-ulang dalam *sketch* arduino. Pada baris pertama yaitu `file #include <JeeLib.h>` merupakan *file library* untuk menjalankan *Watch Dog Timer* (WDT) pada arduino Uno agar daya dapat dihemat ketika sensor melakukan pembacaan intensitas sinar matahari secara terus menerus, berikut adalah hasil pengamatan pada sensor ketika menggunakan *Watch Dog Timer* (WDT) dan tanpa menggunakan *Watch Dog Timer* (WDT).

- Sensor tanpa menggunakan *Watch Dog Timer* (WDT) = 300 mA
- Sensor menggunakan *Watch Dog Timer* (WDT) = 230 mA

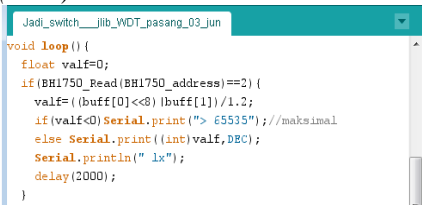
Kemudian pada baris kedua yaitu `#include <Wire.h>` yaitu merupakan *file library* untuk pembacaan intensitas sinar matahari oleh sensor BH1750. Pada baris berikutnya yaitu `<Servo.h>` merupakan *file library* untuk menjalankan servo motor.

Gambar di atas menunjukkan beberapa variabel untuk mendefinisikan *sketch* dari sensor intensitas cahaya, motor servo dan *Wach Dog Timer* (WDT), untuk lebih jelasnya maka penulis akan menguraikan satu persatu di bawah ini.

Pada baris pertama, `int BH1750_address = 0x23;` merupakan alamat dari I2C atau *Inter Integrated Circuit* yaitu standar komunikasi serial dua arah antara pengirim dan penerima pada arduino, dengan menggunakan pin 4 untuk *Serial Data* (SDA) dan pin 5 untuk *Serial Clock* (SCL). Kemudian `byte buff[2];` yaitu variabel untuk dengan tipe *byte* untuk sensor intensitas cahaya. Selanjutnya `int i=0;` yaitu variabel yang digunakan dalam struktur *switch* agar servo mengambil data awal dari angka 0, `Servo theservo;` yaitu untuk memberikan nama variabel pada

motor servo. Kemudian `ISR(WDT_vect) { Sleepy::watchdogEvent(); }` yaitu inialisasi dari *Watch Dog Timer*.

Selanjutnya adalah perintah untuk menampilkan hasil pembacaan sensor BH1750 pada serial monitor yang sudah terdapat pada arduino IDE. Komunikasi antara Aduino Uno dan Komputer dapat dilakukan melalui melalui dua arah dengan port serial (via USB) baik dari komputer ataupun dari arduino Uno, sehingga peneliti dapat dengan mudah untuk memantau hasil pembacaan sensor tanpa menggunakan komponen *Licuid Cristal Display* (LCD).



```
Jadi_switch_jib_WDT_pasang_02_jun
void loop() {
  float valf=0;
  if (BH1750_Read(BH1750_address)==2) {
    valf=( (buff[0]<<8) |buff[1])/1.2;
    if (valf<0) Serial.print("> 65535"); //maksimal
    else Serial.print((int)valf,DEC);
    Serial.println(" lx");
    delay(2000);
  }
}
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 12. Perintah untuk menampilkan hasil pembacaan pada serial monitor

Gambar di atas menunjukkan perangkat master `buff [0]` dengan data karakter berukuran 8 bit mengirimkan data ke perangkat *slave buff [1]* dan faktor 1.2 adalah untuk akurasi per *data sheet* untuk menemukan pencahayaan. Data karakter yang dikirimkan oleh perangkat *slave* setelah diterima kemudian akan dibaca oleh perangkat master untuk selanjutnya ditampilkan di Serial Monitor arduino IDE melalui serial monitor dengan format desimal dengan maksimal jumlah pembacaan 65535 lux, delay diatur dengan nilai 2000 mili detik.

```

File Edit Sketch Tools Help
Jadi_09_Juni
if (valif < 62000 && valif > 4000) {
  switch (i++) {
    case 1:
      Serial.println("1000");
      theservo.write(1000);
      break;
    case 2:
      Serial.println("1500");
      theservo.write(1500);
      break;
    case 3:
      Serial.println("2000");
      theservo.write(2000);
      i = 0;
      break;
  }
  delay (7000);
}
else { //dibawah 20000
  Serial.println("Diam");
  //Sleepy::loseSomeTime (5000);
  delay (3000);
}
    
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 13. Logika program untuk melakukan *tracking* atau pencarian intensitas sinar matahari

Gambar di atas menunjukkan logika program yang telah diterapkan atau di upload ke papan arduino, dimana ketika pembacaan intensitas sinar matahari kurang dari 62000 dan lebih dari 4000 maka motor servo akan melakukan putaran pada tiga sudut kemiringan yaitu pada sekitar pukul 09:00 sampai 10:30 pada sudut 70° dan pada pukul 10:30 sampai 14:00 pada sudut 90° dan sudut 120° pada pukul 14:00 sampai 16:00 saat matahari bersinar cerah sebagaimana yang ditunjukkan dengan perintah *switch case* diatas secara berurutan.

```

//Deteksi cahaya matahari maksimal
if (valif < 65535 && valif > 62000) {
  Serial.println("Cahaya Max");
  delay(3000);
}
    
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 17. Logika program untuk melakukan *tracking* atau pencarian intensitas sinar matahari

Gambar di atas menunjukkan logika program ketika intensitas sinar matahari cerah tanpa awan dan pembacaan sensor maksimal maka motor servo diperintah untuk diam, begitu juga dengan panel sel surya yang terhubung dengan motor servo tidak akan bergerak dan ketika logika program seperti yang ditunjukkan pada

gambar 23 tidak dijalankan maka logika program yang akan dieksekusi adalah seperti pada gambar 24. Untuk diketahui kondisi pada gambar 23 merupakan kondisi paling minimal dalam pembacaan sensor intensitas cahaya, sehingga keadaan pada logika program ini biasanya berjalan pada saat malam hari.

```

Jadi_09_Juni
else { //dibawah 20000
  Serial.println("Diam");
  //Sleepy::loseSomeTime (5000);
  delay (3000);
}
    
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 15. Logika program yang untuk melakukan *tracking* atau pencarian intensitas sinar matahari

```

Jadi_switch__lib_WDT_pasang_03_jun
void BH1750_Init(int address) {
  //Send a Request
  //Start Talking
  Wire.beginTransmission(address);
  Wire.write(0x10); // 1 [Lux] aufloesung
  //Complete Transmission
  Wire.endTransmission();
}
    
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 16. Proses komunikasi antara arduino dan Sensor Intensitas Cahaya

Gambar di atas menunjukkan proses komunikasi dari papan arduino sebagai *master* dan sensor intensitas cahaya BH1750 sebagai *slave* agar data analog hasil pembacaan dari sensor yang kemudian dikonversi ke digital dapat ditampilkan pada serial monitor, selanjutnya yaitu proses pembacaan seperti pada gambar 27 di bawah ini :

```

byte BH1750_Read(int address) {
  byte i=0;
  Wire.beginTransmission(address);
  Wire.requestFrom(address, 2);
  while(Wire.available()){
    buff[i] = Wire.read();
    i++;
  }
  Wire.endTransmission();
  return i;
}
    
```

(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

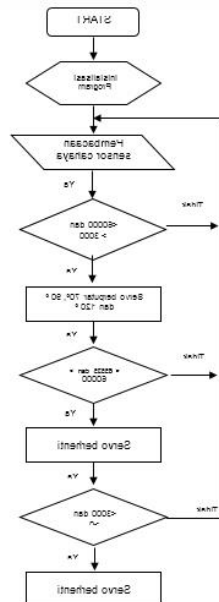
Gambar 17. Proses komunikasi antara arduino dan sensor

Gambar di atas menunjukkan proses komunikasi dengan sensor intensitas cahaya dengan menggunakan sintaks *begin Transmission* yang

ditujukan pada alamat sesor BH1750 yang telah diprogram pertama kali, kemudian arduino akan me-request 2 byte data pada sensor BH1750 dan selanjutnya menunggu respon atau menunggu jawaban dari sensor apabila ada respon maka pembacaan akan ditampilkan melalui serial monitor.

## 2. Perancangan Diagram Alur Sistem

Rancangan diagram alur / *flowchart* sistem pelacak sinar matahari berbasis arduino pada lokasi penelitian dapat dilihat seperti pada gambar di bawah ini.



(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 18. Diagram alir / *flow chart*

Berdasarkan *flowchart* pada gambar 30, proses pencarian sinar matahari atau *tracking* dimulai ketika sensor cahaya BH1750 mendapatkan kondisi pencahayaan seperti saat sinar matahari tertutupi awan yang tebal sehingga kondisi sesuai kode program yang telah di-*upload* kedalam arduino dalam *range* di bawah 60.000 lux dan di atas 4000 lux membuat motor servo akan berputar dalam tiga sudut putaran yaitu 70°, 90 ° dan 120 ° kemudian akan memutar panel sel surya yang sudah dihubungkan dengan motor servo melalui sebuah *van belt*.

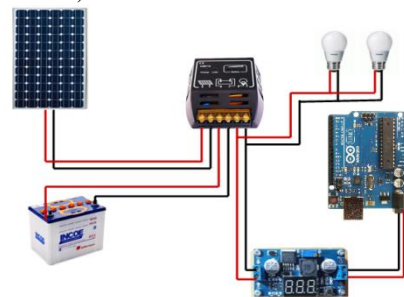
Selanjutnya kondisi pada saat sensor cahaya BH1750 berada dalam *range* atau pembacaan maksimal lebih

dari 65.535 lux dan lebih besar dari 60.000 lux maka ketika posisi panel surya berputar pada tiga sudut atau *tracking* karena belum memenuhi pencahayaan maksimal seperti pada kode program seperti saat tepat berada disudut putaran 120° dan pembacaan maksimal didapatkan saat sinar matahari tidak tertutupi awan maka motor servo akan diam dan mengalami delay selama kondisi pertama tidak terpenuhi.

Beberapa kondisi seperti saat malam hari atau sinar matahari tertutupi awan tebal karena hujan deras maka kondisi ketiga akan dijalankan oleh program dengan berhenti melakukan *tracking* dan akan terjadi delay selama kedua kondisi diatas tidak terpenuhi.

## I. Pemasangan Alat

Penulis akan menguraikan tahap – tahap pemasangan alat yang pada lokasi penelitian. Beberapa komponen yang menunjang kerja sistem seperti *board* arduino Uno R3, sensor cahaya BH1750, *controller*, *accu* dan motor servo.



(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 19. Topologi alat dan aplikasinya

### 1. Arduino Uno R3

Penempatan komponen pada pada sistem pelacak sinar matahari, disediakan *box* berukuran 30x40 cm agar terhindar dari air hujan atau sinar matahari langsung yang dapat merusak komponen - komponen di dalamnya seperti, papan arduino, *solar charge controller* dan aki/*accu*. Kemudian, arduino dan komponen-komponen lainnya di tempatkan pada papan *acrylic* agar peneliti mudah dalam

melakukan instalasi kabel pada pin – pin yang terdapat pada papan arduino maupun kabel yang menghubungkan Aki dan *solar charge controller*. Penempatan papan arduino pada *box* dapat dilihat pada gambar di bawah ini :



(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 20. Penempatan komponen papan/board arduino Uno R3

Pada papan arduino pin 9 digital digunakan untuk menjalankan motor servo, dimana daya dari motor servo diambil dari pin 5V dan pin ground yang sudah terdapat pada papan arduino. Selanjutnya pin 4 dan 5 digunakan untuk menghubungkan sensor cahaya melalui komunikasi Analog dan daya dari sensor cahaya diambil dari pin 3,5V pada papan arduino, kemudian untuk kabel *ground* diambil pada papan arduino.



(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 21. Pemasangan kabel pada papan arduino

Berikut merupakan pemasangan kabel pada papan arduino yang akan terhubung pada komponen-komponen pendukung sistem pelacak sinar matahari.

a. Pin *digital Pulse width modulation* (PWM) 9 digunakan

untuk mengaktifkan motor servo, pin PWM berada pada pin 3,5,6,9,10 dan 11 yang menyediakan *output* PWM 8-bit, masing masing dari ke 14 pin *digital* dapat digunakan sebagai *input* atau *output* dan semua pin beroperasi pada tegangan 5 Volt.

- b. Pin Analog 4 untuk komunikasi *serial data* (SDA) yang mendukung komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated circuit* (I2C) yaitu komunikasi *serial* dua arah.
- c. Pin Analog 5 untuk komunikasi *Serial Clock* (SCL) yang mendukung komunikasi *Two Wire Interface* (TWI) atau *Inter Integrated circuit* (I2C) yaitu komunikasi *serial* dua arah.

## 2. Sensor Cahaya

Penulis menggunakan satu buah sensor cahaya BH1750 yang dipasang pada panel sel surya untuk mendeteksi adanya sinar matahari disiang hari, optimalnya penyimpanan pada aki tergantung pada sensor cahaya, jika sensor tidak memiliki respon yang baik maka putaran sudut panel sel surya tidak akan pas pada sinar matahari yang paling terang, sensor ini mampu melakukan pembacaan maksimal sampai 65535 lux sehingga penggunaan sensor ini sangat berpengaruh pada sistem yang dibangun, di bawah ini dapat dilihat penempatan sensor cahaya pada panel sel surya.



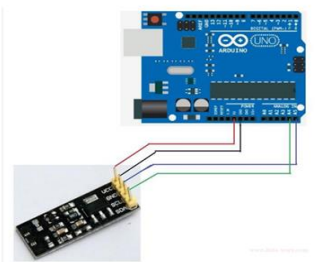
(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 22. Penempatan sensor intensitas cahaya

Gambar di atas menunjukkan penempatan sensor pada panel sel surya dimana tata letak sensor ini dapat menentukan tingkat intensitas cahaya yang dibaca oleh sensor dan kemudian dikirim ke arduino untuk diproses ke motor servo, kemudian sesuai logika program yang telah diterapkan maka



motor servo yang akan menggerakkan *pulley* yang terhubung dengan motor servo, kemudian dengan menggunakan *vanbelt* ke *pulley* yang terdapat pada *AS/shaft* yang menjadi tumpuan panel sel surya, sehingga dapat menggerakkan panel sel surya tersebut pada sudut yang memiliki intensitas cahaya paling tinggi dan diam ketika pembacaan sensor intensitas cahaya terhadap matahari rendah.



(Sumber : Perancangan dan Implementasi)

Gambar 23. *Wiring* sensor intensitas cahaya BH1750

### 3. Motor Servo

Komponen ini digunakan sebagai penggerak atau *aktuator* dimana ketika menerima hasil pembacaan sensor cahaya BH1750, sesuai dengan logika program yang telah dibuat oleh peneliti.

Kondisi ketika sinar matahari bersinar terang dan motor servo akan diam pada sudut dimana sensor cahaya mendapatkan pembacaan lebih besar dan ketika sinar matahari berkurang sesuai logika program maka motor servo akan melakukan pencarian atau *tracking* sinar matahari dalam tiga sudut putaran yaitu 60, 90 dan 180 derajat sampai menemukan sinar matahari yang paling terang sesuai logika program dan ketika sore hari saat pembacaan sensor arduino, sensor cahaya dan motor servo akan masuk ke *sleep mode* untuk menghemat daya.

Gambar di atas menunjukkan motor servo yang telah dimodifikasi dengan dihubungkan dengan *pulley* kemudian dengan menggunakan *van belt*, dihubungkan lagi dengan *pulley* yang sudah digabung dengan panel sel surya melalui besi *stainless steel* untuk

melakukan putaran pada sudut yang telah diprogram oleh peneliti seperti yang sudah dibahas pada pembahasan sebelumnya.

## J. Pengujian Alat

Pengujian terhadap sistem yang telah dibangun dilakukan setelah melalui perencanaan sebelumnya yang telah dirancang oleh peneliti yaitu pada blok diagram sistem. Pengujian alat dilakukan untuk mengetahui apakah semua komponen pendukung mampu bekerja dengan baik dalam satu sistem sehingga peneliti dapat melakukan perbaikan jika terdapat kekeliruan pada setiap komponen sehingga sistem yang dibangun nantinya dapat lebih tahan lama dalam pengaplikasiannya dan pemanfaatannya pada lokasi penelitian untuk menunjang aktifitas kegiatan jika terjadi pemadaman listrik oleh PLN. Pengujian sistem pelacak sinar matahari meliputi pengujian sensor cahaya, pengujian pengaruh sinar matahari terhadap keluaran panel sel surya dan pengujian Mikrokontroler.

### 1. Pengujian Sensor Cahaya BH1750

Pengujian sensor cahaya dilakukan untuk mengetahui jumlah pembacaan sensor pada waktu waktu tertentu, sehingga ketika sensor memenuhi logika yang di program pada mikrokontroler maka sudut kemiringan dari panel sel surya juga akan berubah melalui pergerakan motor sevo. Hasil pengujian deteksi cahaya oleh sensor cahaya BH1750 dapat dilihat pada tabel hasil pengukuran yang di lakukan pada bulan juni di bawah ini.

Tabel 2. Data pengujian keluaran deteksi sensor cahaya BH1750

| No | Waktu | Sudut Derajat | Keluaran Sensor (lux) |
|----|-------|---------------|-----------------------|
| 1  | 9:00  | 70            | 65535                 |
| 2  | 9:30  | 70            | 65535                 |
| 3  | 10.00 | 70            | 65535                 |
| 4  | 10:30 | 70            | 65535                 |
| 5  | 11.00 | 90            | 65535                 |
| 6  | 11:30 | 90            | 65535                 |
| 7  | 12.00 | 90            | 65535                 |
| 8  | 12:30 | 90            | 65535                 |
| 9  | 13.00 | 90            | 65535                 |
| 10 | 13:30 | 90            | 65535                 |
| 11 | 14:00 | 120           | 65535                 |
| 12 | 14:30 | 120           | 65535                 |
| 13 | 15:00 | 120           | 65535                 |
| 14 | 15:30 | 120           | 65535                 |
| 15 | 16:00 | 120           | 65535                 |
| 16 | 16:30 | 120           | 65535                 |

**2. Pengujian Keluaran Panel Sel Surya**

Penelitian ini menunjukkan pengukuran yang dilakukan terhadap keluaran panel sel surya dengan membandingkan sudut yang digunakan panel sel surya konvensional seperti yang terdapat pada lampu Penerangan Jalan Umum (PJU) dan yang menggunakan *tracking sistem* yang bergerak pada tiga sudut kemiringan mengikuti arah matahari. Pada tabel 2 di bawah ini, pengujian dilakukan pada panel sel surya untuk mengetahui tegangan yang dikeluarkan untuk mengetahui karakteristik dan data dari tegangan yang masuk ke *solar charge controller*.

Tabel 3. Data pengujian keluaran deteksi sensor cahaya BH1750

| No | Waktu | Sudut Derajat | Tegangan (V) |
|----|-------|---------------|--------------|
| 1  | 9:00  | 70            | 14,22        |
| 2  | 9:30  | 70            | 14,10        |
| 3  | 10:00 | 70            | 14,53        |
| 4  | 10:30 | 70            | 14,81        |
| 5  | 11:00 | 90            | 16,96        |
| 6  | 11:30 | 70            | 16,57        |
| 7  | 12:00 | 90            | 16,65        |
| 8  | 12:30 | 90            | 16,73        |
| 9  | 13:00 | 90            | 16,61        |
| 10 | 13:30 | 90            | 16,58        |
| 11 | 14:00 | 120           | 16,36        |
| 12 | 14:30 | 120           | 16,21        |
| 13 | 15:00 | 120           | 15,58        |
| 14 | 15:30 | 120           | 15,43        |
| 15 | 16:00 | 120           | 15,36        |
| 16 | 16:30 | 120           | 14,21        |

**3. Data Pembacaan Suhu Pada Permukaan Panel**

Pengujian pada tahap ini bertujuan untuk untuk mendapatkan data pengukuran yang akurat, juga untuk mengetahui hubungan antara suhu permukaan panel sel surya dan energi yang dikeluarkan. Data pembacaan suhu pada permukaan panel sel surya, bila dihubungkan dengan tabel 4 yaitu data keluaran energi pada panel sel surya

pada sudut kemiringan tertentu yang berdasarkan hasil pembacaan sensor cahaya, maka dapat diketahui energi terbesar yang dikeluarkan pada waktu-waktu tertentu dengan menggunakan perangkat *thermometer digital* yang diletakan pada panel sel surya untuk mendeteksi suhu sesuai dengan interval pengukuran seperti pada tabel berikut :

Tabel 4. Data pengujian suhu pada panel sel surya

| No | Waktu | Sudut Derajat | Suhu °C |
|----|-------|---------------|---------|
| 1  | 9:00  | 70            | 42,5    |
| 2  | 10:00 | 70            | 45,1    |
| 3  | 11:00 | 90            | 48,2    |
| 4  | 12:00 | 90            | 48,4    |
| 5  | 13:00 | 90            | 49,3    |
| 6  | 14:00 | 120           | 48,8    |
| 7  | 15:00 | 120           | 47,5    |
| 8  | 16:00 | 120           | 45,3    |

**K. Analisa Alat**

Sistem pelacak sinar matahari yang dibangun oleh peneliti sebagai suatu terobosan teknologi terbaru dengan dilengkapi satu buah sensor intensitas cahaya BH1750 yang diletakan pada tabung plastik berdiameter 20 milimeter untuk melindungi dari hujan dan diletakan pada panel sel surya yang kemudian oleh arduino melalui logika program yang di-upload oleh peneliti mampu menggerakkan motor servo yang terhubung dengan panel sel surya melalui *vanbelt*, sehingga dapat menggerakkan panel sel surya ke beberapa sudut putaran.

**1. Analisa Pemanfaatan Energi**

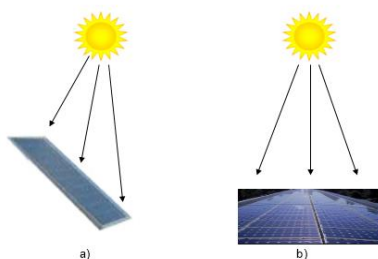
Alat yang dinamakan sistem pelacak sinar matahari telah digunakan

untuk menyalakan dua buah lampu hemat energi berjenis LED pada lokasi penelitian dengan dilengkapi sebuah Aki/Accu maka arus yang dikeluarkan oleh Panel sel surya dapat ditampung sehingga pada saat malam hari daya tersebut dapat dimanfaatkan untuk menyalakan lampu hemat energi dan menjadi lampu darurat disaat pemadaman listrik bergilir yang sering terjadi di daerah Sulawesi Utara.

Penelitian ini bagi penulis bermanfaat untuk penerapan ilmu yang telah didapatkan selama mengikuti pendidikan dan penerapannya dalam dunia nyata seperti pada organisasi pemerintah yang cukup banyak anggaran hanya untuk pembayaran listrik saja, padahal potensi energi terbarukan sangat besar, apalagi di Sulawesi Utara.

## 2. Analisa Pengaruh Sudut Datang Terhadap Panel Surya

Penelitian ini menunjukkan pengukuran yang dilakukan terhadap keluaran panel, pada penelitian ini yang pertama dilakukan adalah pengujian pengaruh sudut datang matahari terhadap keluaran panel sel surya. Hal ini bertujuan untuk mengetahui seberapa besar pengaruh sudut datang matahari dan juga seberapa besar pengaruh sudut tersebut dapat diabaikan melalui pengujian sebelumnya yaitu pada pengujian keluaran panel sel surya.



(Sumber : Anonimous)

Gambar 24. Pengujian pengaruh sudut datang matahari terhadap permukaan panel sel surya a). Miring b). Tegak lurus<sup>4</sup>

Pengukuran pada permukaan panel sel surya telah didapatkan perbandingan yang signifikan pada kedua permukaan panel sel surya secara tegak lurus dan membentuk sudut

kemiringan, dimana sesuai data pada pengujian keluaran panel sel surya, pada pukul 11:00 sampai 14:30 WITA yaitu pada siang hari saat sinar matahari tidak terhalangi oleh awan atau mendung, panel sel surya menghasilkan energi yang lebih besar sehingga proses *charging* atau pengisian pada Aki akan lebih cepat.

Kesimpulan dari pengukuran tersebut adalah dengan menggunakan sistem pelacak sinar matahari yang dibangun oleh peneliti membuat penyerapan energi matahari dapat lebih lama dan efisien dibandingkan dengan panel surya konvensional yang kedudukannya hanya pada satu sudut saja sehingga membuat penyerapan energi matahari tidak optimal dan membutuhkan panel sel surya berukuran lebih besar.

## 4. Kesimpulan

Proses perencanaan dan pembuatan alat yang kemudian dilanjutkan pada tahap pengujian alat secara keseluruhan, maka dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Penggunaan sistem pelacak sinar matahari membuat panel sel surya menyerap energi matahari secara optimal karena sudut putaran yang disesuaikan dengan arah radiasi sinar matahari.
2. Energi yang dihasilkan dapat menyalakan lampu sehingga dapat membantu penghematan energi listrik sehingga dapat mengurangi biaya energi setiap bulan.
3. Tiga sudut putaran yang menggerakkan panel sel surya merupakan sudut dimana posisi matahari memberikan radiasi sinar matahari maksimal.
4. Sistem pelacak sinar matahari ini dibatasi oleh waktu penggunaan pada siang hari saja yang dimulai dari pukul 09:00 – 16.00 WITA.
5. Merancang alat yang arahnya ke *green energy* memberikan pengetahuan baru kepada peneliti tentang bagaimana proses dari pemanfaatan energi alam sehingga dapat berguna bagi kehidupan.

## 5. Saran

Pengembangan lebih lanjut dari skripsi ini dapat diberikan saran-saran sebagai berikut :

1. Dengan adanya alat yang dirancang dan dibangun oleh peneliti diharapkan dapat menambah ilmu pengetahuan dan perancangan alat yang lebih baik
2. Penulis mengetahui bahwa masih ada kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bisa menjadi bahan pembelajaran dan pengembangan bagi peneliti lainnya, kiranya ini bisa menjadi acuan bagi para pelajar dalam hal ini mahasiswa-mahasiswi untuk bisa lebih meningkatkan kemauan dan rasa ingin tahu dalam pengembangan alat berbasis lingkungan.

### 5.Referensi

- [1]. **Adi. 2010.** Mekatronika. Penerbit Graha Ilmu. Yogyakarta.
- [2]. **Abdul Kadir. 2012.** Panduan Praktis Mempelajari Aplikasi Mikrokontroler dan Pemrogramannya menggunakan arduino. Penerbit Andi Yogyakarta.
- [3]. **Achsien Hidayat, Ekki Malik Ibrahim. Annisa Setiawati Nursani. Intan Permatasari. 2014.** Penerapan Photovoltaic Cell dan Pengolahan Air Hujan terhadap Efisiensi Energi dan Air pada Bangunan Mesjid Rahmatan Lil Alamin. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan Institut Teknologi Nasional. (Jurnal Reka Karsa Teknik Arsitektur Itenas. No. 1. Vol. 2. April 2014).
- [4]. **Dian Wirdasari. 2010.** Membuat Program dengan Menggunakan Bahasa C. (Jurnal SAINTIKOM Volume 8. No 1, Januari 2010).
- [5]. **Fonash. S. 2010.** Solar Cell Device Physics. Academic Press. USA.
- [6]. **Helmi Guntoro. Yoyo Somantri. Erik Haritman. 2013.** Rancang bangun Magnetic Door Lock menggunakan Keypad dan Solenoid berbasis Mikrokontroler Arduino Uno, Universitas Pendidikan Indonesia. (Jurnal Electrains Volume 12, No 1, Maret 2013).
- [7]. **I Made Astra, Satwiko Sidopekso. 2011.** Studi Rancang Bangun Solar Charge Controller Dengan Indikator Arus, Tegangan dan Suhu Berbasis Mikrokontroler ATMEGA 8535 (Jurnal Fisika dan Aplikasinya, Vol. XI No.1 Mei 2011).
- [8]. **Ihsan. 2013.** Peningkatan Suhu Modul dan Daya Keluaran Panel Surya Dengan Menggunakan Reflektor, Fakultas Sains dan Teknologi Uin Alaudin Makassar. (Jurnal Teknosains, Volume 7, Nomor 2, Halaman 275-283, Juli 2013).
- [9]. **Ima Maysha. Bambang Trisno. Hasbullah. 2013.** Pemanfaatan Tenaga Surya Menggunakan Rancangan Panel Surya Berbasis Transistor 2n3055 dan Thermoelectric Cooler. Program Studi Pendidikan Teknik Elektro FPTK UPI. (Electrans, VOL.12, NO.2, September 2013).
- [10]. **Joyner R. Oroh. 2014.** Rancang Bangun Sistem Keamanan Motor Dengan Pengenalan Sidik Jari, Universitas Samratulangi Manado. (Jurnal Teknik elektro dan komputer, 2014).
- [11]. **Khairuddin Syah. Stephan. Jefri Lianda. 2013.** Aplikasi Sel Surya Sebagai Energi Lampu Suar Tanda Pelabuhan. Politeknik Negeri Bengkalis. (Inovtek, Volume 3, Nomor 2, November 2013).
- [12]. **Muhammad Bachtiar. 2011.** Prosedur Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan. (Smartek, Volume 4, Nomor 3, Agustus 2011).
- [13]. **Muchamad Pamungkas. 2014.** Perancangan dan Realisasi Alat Pengukur Intensitas Cahaya, Telkom University Bandung. (Jurnal Teknik Elektro, 2014).
- [14]. **Ni Made Karmiathi. 2011.** Rancang Bangun Modul Solar Cell Dengan Memanfaatkan Komponen Fotovoltaic Kompatibel, Politeknik Negeri Bali. (Jurnal LOGIC volume 11, nomor 1, maret 2011).
- [15]. **Ratna Ika P. M. Rifa'i. 2012.** Pemanfaatan Photovoltaik

- Pada Sistem Otomatisasi Akuaponik Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535. (Jurnal Eltek, volume 10, Nomor 2, Oktober 2012).
- [16]. **Rusminto Tjatur W, 2013.** Solar Cell Sumber Energi Masa Depan Yang Ramah Lingkungan, Berita Iptek, Jakarta.
- [17]. **Simon Monk. Ph.D. 2010.** 30 Arduino Project For the Evil Genius, Penerbit McGraw Hill Professional, England.
- [18]. **Syahrul. 2011.** Karakteristik dan Pengontrolan Servo Motor, Universitas Komputer Indonesia. (Jurnal ilmiah UNIKOM volume 8 nomor 2, 2011).
- [19]. **Syahrul. 2012.** Mikrokontroler AVR Atmega8535, Penerbit Informatika Bandung.
- [20]. **Sagita Rochman, Budi Prijo Sembodo. 2014.** Rancang Bangun Alat Kontrol Pengisian Aki Untuk Mobil Listrik Menggunakan Energi Sel Surya Dengan Metode Sequensial. (Jurnal Teknik WAKTU Volume 12, Nomor 02, Juli 2014).