

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Studi Literature

Penelitian ini tentang perancangan sistem monitoring kontrol *solar tracking* otomatis berbasis Arduino Atmega 2560. Berikut merupakan beberapa ringkasan studi literature yang digunakan untuk mengetahui sejauh mana penelitian tersebut sudah dilakukan.

1. (Syahab, Romadhon, & Hakim, 2019) yang berjudul Rancang Bangun Solar Tracker Otomatis Pada Pengisian Energi Panel Surya Berbasis Internet of Things. Pada penelitian ini membahas tentang suatu alat yang mampu menyerap pancaran cahaya matahari secara optimal dengan menggunakan sistem pelacak otomatis berbasis mikrokontroler 2560. Sistem pelacak energi surya tersebut mampu menyerap energi listrik rata-rata sesaat 9.933 Watt, sedangkan energi rata-rata sesaat yang dihasilkan sistem panel surya statis adalah 0.8 Watt. Hasil monitoring tersebut dapat dilihat menggunakan sistem komunikasi berbasis internet secara realtime yang ditampilkan pada display web *thingspeak.com* dan aplikasi android *virtuino*.
2. (Prasetyo & Wardana, 2020) Rancang Bangun Monitoring Solar Tracking System Menggunakan Arduino dan Nodemcu Esp 8266. Pada penelitian ini membahas tentang pengujian monitoring *solar tracking system* dari hasil pengukuran kemiringan panel surya, tegangan, arus serta intensitas cahaya menggunakan alat rancangan yang dibuat dibandingkan dengan alat ukur standar. Kemudian dihitung berapa persentase kesalahan dari tiap pengukuran tersebut. Hasil dari pengukuran selama 5 hari monitoring *solar tracking system* memiliki tingkat presentasi kesalahan berkisar antara 0% - 10% pengukuran arus, 0% pengukuran tegangan, 0% - 3% derajat kemiringan, dan 21% - 43% pengukuran intensitas cahaya.

3. (Bumi, Prasetyo, & Marausna, 2021) Rancang Bangun Solar Tracker Single Axis Dengan Motor Power Window DC CSD60-B. Pada penelitian ini membahas tentang desain konseptual rancang bangun *solar tracker single axis* yang efektif sehingga dapat menyerap sinar matahari secara maksimal. Manfaat riset ini memberikan konsep struktur mekanikal *solar panel single axis* menggunakan power window DC CSD60-B dengan dua unit solar panel 100 Wp, sebagai alat penggerak motor *solar tracker single axis* yang mampu mendeteksi sumber cahaya. Total energi listrik yang dihasilkan *solar tracker single axis* 30 menit sekali diperoleh 43,06 Watt dan pengujian 8 jam (08.00-16.00) = 750,44 Watt.

2.2 Dasar Teori

2.2.1 Solar Tracking

Tracking secara harafiah berarti mengikuti jalan atau dalam arti bebasnya ialah suatu kegiatan untuk mengikuti jejak suatu objek. Berikut jenis-jenis *Solar Tracker* sebagai berikut :

2.2.1.1 Polar Tracker

Polar Tracker adalah metode yang secara ilmiah dikenal sebagai metode standar pemasangan struktur dukungan teleskop. Sumbu tunggal miring sejajar dengan bintang kutub. Oleh karena itu disebut selaras sumbu tracker tunggal polar (pasat). Dalam pelaksanaannya tertentu dari *tracker* sumbu tunggal miring, sudut kemiringan sama dengan situs lintang. Hal ini sejalan dengan sumbu *tracker* rotasi dengan suatu sumbu rotasi. Pelacak tersebut juga dapat disebut sebagai “*tracker* sumbu tunggal”, karena hanya satu mekanisme drive yang dibutuhkan untuk operasi sehari-hari. Hal ini akan mengurangi biaya sistem dan memungkinkan penggunaan metode pelacakan sederhana, termasuk pelacakan pasif dan kronologis.

2.2.1.2 Horizontal Axis Tracker

Sumbu rotasi untuk *Horizontal Axis Tracker Single* dipasang pada posisi horizontal dengan tanah. Di kedua ujungnya terdapat sumbu rotasi *tracker horizontal axis* dapat dibagi antara pelacak untuk menurunkan biaya instalasi. Alat ini kurang efektif di lintang yang lebih tinggi. Keuntungan utama adalah kekokohan yang melekat pada struktur pendukung dan kesederhanaan mekanisme. Karena panel horizontal, mereka dapat kompak ditempatkan pada tabung poros tanpa bahaya dan juga perawatan yang mudah. Untuk mekanisme aktif, kendali tunggal dan motor dapat digunakan untuk menjalankan beberapa baris dari panel.

2.2.1.3 Vertical Axis

Sumbu rotasi untuk *vertical axis tracker* dibuat tegak lurus dengan tanah. Pelacak ini bergerak dari timur ke barat selama sehari. Pelacak tersebut lebih efektif di lintang tinggi daripada pelacak sumbu horizontal. Pelacak tersebut disesuaikan dengan sudut tetap atau cocok untuk garis lintang tinggi, di mana matahari tidak terlalu tinggi tetapi menyebabkan hari yang panjang di musim panas, dengan perjalanan matahari melalui garis bujur bumi. Metode ini telah digunakan dalam pembangunan rumah silinder di Austria (lintang di atas 45 derajat utara) yang berputar secara keseluruhan untuk melacak matahari, dengan panel vertical dipasang di salah satu sisi bangunan. Vertical axis pelacak tunggal biasanya memiliki modul yang berorientasi pada sudut sehubungan dengan sumbu rotasi.

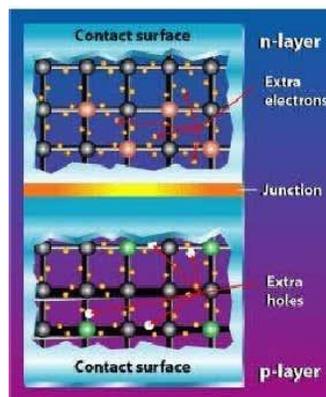
2.2.2 Sel Surya / Solar Cell

Sel surya adalah kumpulan sel *fotovoltaik* yang dapat mengkonversi sinar matahari menjadi listrik. Ketika memproduksi panel surya, produsen harus memastikan bahwa sel-sel surya saling terhubung secara elektrik antara satu dengan yang lain pada sistem tersebut. Sel surya juga perlu dilindungi dari kelembaban dan kerusakan mekanis karena hal ini dapat merusak efisiensi panel surya secara signifikan dan menurunkan masa pakai dari yang diharapkan. Sel surya biasanya memiliki umur 20 tahun yang biasanya dalam jangka waktu tersebut pemilik panel surya tidak akan mengalami

penurunan efisiensi yang signifikan. Namun, meskipun dengan kemajuan teknologi mutakhir, 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. Panel surya komersial sangat jarang yang melampaui efisiensi 20%. Panel surya sangat mudah dalam hal pemeliharaan karena tidak ada bagian yang bergerak. Satu-satunya hal yang harus dikhawatirkan adalah memastikan untuk menyingkirkan segala hal yang dapat menghalangi sinar matahari ke panel surya tersebut (Nadif, 2018)

2.2.2.1 Prinsip Kerja Sel Surya

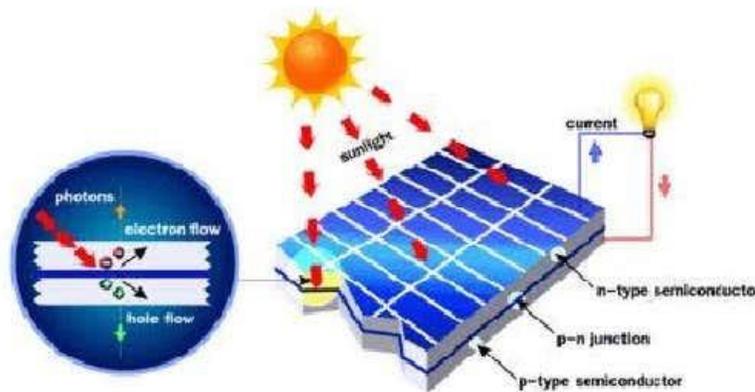
Sel surya konvensional bekerja menggunakan prinsip p-n junction, yaitu junction antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor ini terdiri dari ikatan-ikatan atom yang dimana terdapat elektron sebagai penyusun dasar. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan elektron (muatan negative) sedangkan semikonduktor tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Kondisi dalam kelebihan elektron dan hole tersebut bisa terjadi dengan mendoping material dengan atom dopant. Sebagai contoh untuk mendapatkan material silikon tipe-p, silikon dibantu oleh atom boron, sedangkan untuk mendapatkan material silikon tipe-n, silikon dibantu oleh atom fosfor. Ilustrasi dibawah menggambarkan junction semikonduktor tipe-p dan tipe-n (Ramadhan, 2019)



Gambar 2. 1 Junction antara semikonduktor tipe-p (kelebihan hole) dan tipe-n (kelebihan elektron).

(Sumber: eere.energy.gov)

Peran dari p-n junction ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga electron (dan hole) bisa diekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik. Ketika semikonduktor tipe-p dan tipe-n terkontak, maka kelebihan electron akan bergerak dari semikonduktor tipe-n ke tipe-p sehingga membentuk kutub positif pada semikonduktor tipe-n dan sebaliknya kutub negatif pada semikonduktor tipe-p. Akibat dari aliran electron dan hole ini maka terbentuk medan listrik yang mana Ketika cahaya matahari mengenai susunan p-n junction ini maka akan mendorong electron bergerak dari semikonduktor menuju kontak negative yang selanjutnya dimanfaatkan sebagai listrik dan sebaliknya hole bergerak menuju kontak positif menunggu elektron datang, seperti diilustrasikan pada sebagai gambar berikut :



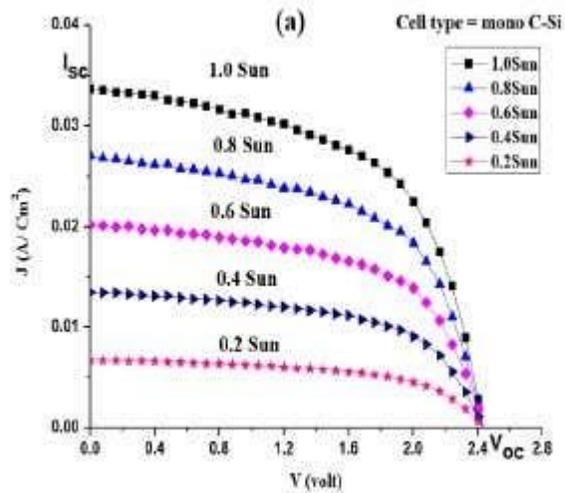
Gambar 2. 2 Ilustrasi cara kerja sel surya dengan prinsip p-n junction

2.2.3 Efek Intensitas Cahaya Matahari

Intensitas cahaya matahari memiliki pengaruh yang penting baik pada arus *short circuit* , tegangan *open circuit*, *fill factor*, efisiensi dan hambatan seri maupun hambatan shunt. Intensitas cahaya dinyatakan dalam jumlah matahari, dimana satu matahari sesuai dengan standar iluminasi pada AM 1.5 atau 1kW/m^2 .

Arus *short circuit* secara langsung berhubungan dengan jumlah foton yang diserap oleh material semikonduktor kemudian sebanding dengan nilai intensitas cahaya, sedangkan tegangan open circuit hanya berubah sedikit Ketika intensitas cahaya rendah. Intensitas

cahaya matahari mungkin dapat berbeda setiap hari. Hal ini menyebabkan energi yang masuk ke sel surya juga akan berubah-ubah, bervariasi antara 0 sampai 1kW/m². Pada cahaya yang rendah, efek resistansi shunt akan bertambah. Berkurangnya intensitas cahaya menyebabkan arus yang melewati sel surya berkurang dan nilai resistansi seri hampir sama nilai resistansi shuntnya. Ketika dua resistansi ini hampir sama, total arus yang mengalir resistansi shunt bertambah, kemudian akan menambah daya yang hilang karena resistansi shunt yang tinggi dapat menahan daya yang masuk lebih banyak dari sel surya dengan resistansi shunt yang rendah (Febrian, 2020).



Gambar 2. 3 Kurva karakteristik terhadap perubahan intensitas cahaya matahari

Besar arus sel surya tergantung pada beberapa faktor, diantaranya :

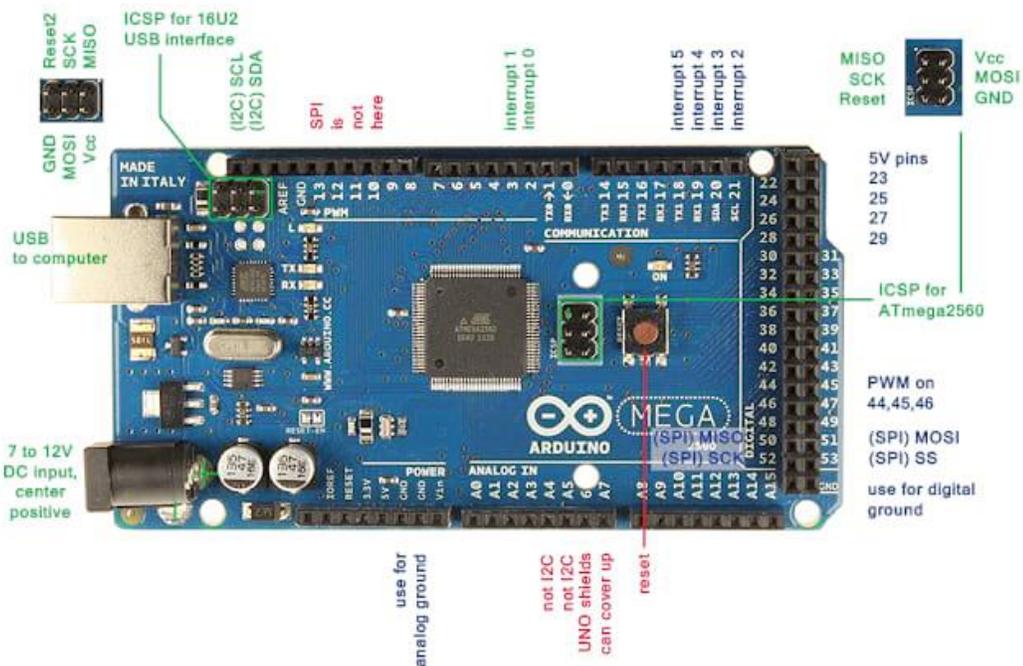
1. Luas dari modul panel surya
2. Jumlah foton (yaitu daya dari sumber cahaya yang jatuh)
3. Spectrum dari cahaya yang jatuh. Untuk kebanyakan sel surya, spectrum distandarkan pada spectrum AM 1,5.
4. Sifat optikal (penyerapan dan pemantulan) sel surya.

2.3 Perangkat Keras Yang Digunakan

2.3.1 Arduino Atmega 2560

Arduino Mega 2560 adalah suatu papan sirkuit dengan *chip* mikrokontroler Atmega 2560 serta memiliki jumlah pin paling banyak diantara semua jenis arduino lainnya. Arduino mega 2560 sudah menggunakan *chip* Atmega2560 dibandingkan dengan versi sebelumnya yang menggunakan *chip* Atmega16U2. Kapasitas memori yang lebih besar sangat cocok untuk membuat *project* dengan kapasitas ruang dalam tempat rangkaian yang besar. Kelebihan dari Arduino Atmega 2560 yaitu :

1. Prosesor Atmega 2560 lebih cepat dan clocknya adalah 16 MHz.
2. Arus untuk pin digital 40 mA.
3. Memori Flash Atmega 2560 memiliki Flash Memory sebesar 256 KB.
4. Memori RAM memiliki SRAM 8 KB
5. Memiliki pin PWM sebanyak 16 pin.



Gambar 2. 4 Arduino Atmega 2560
(Sumber : Arduino Mega 2560: - Aldyrazor.com)

2.3.2 Linear Actuator

Actuator merupakan istilah umum yang digunakan untuk komponen *output* sistem *hidrolik*. *Linear Actuator* adalah sebuah actuator yang bergerak secara linear atau satu garis lurus. Jadi gerakan aktuator jenis ini hanya maju dan mundur. Pada dasarnya prinsip kerja dari aktuator adalah mengubah energi penggerak misalkan energi mekanik putaran motor menjadi energi gerak linear (maju dan mundur).



Gambar 2. 5 Linear Actuator

2.3.3 Solar Charge Controller

Solar Charge Controller adalah peralatan elektronik yang digunakan untuk mengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. *Solar Charge Controller* mengatur *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai telah penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya / solar cell. Kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur baterai . *Solar Charge Controller* menerapkan teknologi PWM (*Pulse Widht Modulation*) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban.

Panel surya 12 *volt* umumnya memiliki tegangan output 16-21 *volt*. Jadi tanpa *Solar Charge Controller* baterai akan rusak oleh *overcharging* dan ketidakstabilan tegangan. Seperti yang telah disebutkan di atas *Solar Charge Controller* yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi

maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya / solar cell berhenti. Cara deteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai. *Solar Charge Controller* akan mengisi baterai sampai level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan drop maka baterai akan diisi kembali.

Solar Charge Controller biasanya terdiri dari : 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan output panel surya / solar cell, 1 input (2 terminal) yang terhubung dengan baterai / aki dan 1 output (2 terminal) yang terhubung dengan beban (*load*). Arus listrik DC yang berasal dari baterai tidak mungkin masuk ke panel sel surya karena biasanya ada *diode protection* yang hanya melewatkan arus listrik DC dari panel surya / solar cell ke baterai, bukan sebaliknya.



Gambar 2. 6 Solar Charge Controller

2.3.4 Baterai

Baterai adalah alat yang terdiri dari 2 atau lebih sel elektrokimia yang mengubah energi kimia yang tersimpan menjadi energi listrik. Tiap sel memiliki kutub positif (katoda) dan kutub negatif (anoda). Baterai yang akan digunakan dalam penelitian ini berupa *SMT-Power Battery* dengan spesifikasi 12 volt 10Ah.



Gambar 2. 7 Battery 12 volt 10Ah

2.3.5 Real-Time Clock (RTC)

Real-Time Clock (RTC) adalah jam bertenaga baterai yang termasuk dalam sebuah *microchip* pada *motherboard* komputer yang biasanya terpisah dari mikroprosesor serta chip lain nya dan sering disebut sebagai “CMOS” (*Complementary Metal-Oxide Semiconductor*). RTC berguna untuk mengatur waktu pergerakan panel surya yang mengikuti arah matahari.



Gambar 2. 8 Real-Time Clock (RTC)

2.3.6 Inverter

Inverter termasuk rangkaian elektronika daya yang biasanya berfungsi untuk melakukan konversi atau mengubah tegangan DC (searah) menjadi tegangan AC (bolak-balik). Inverter sebenarnya adalah kebalikan dari converter atau yang lebih dikenal dengan adaptor yang memiliki fungsi mengubah tegangan AC (bolak-balik) menjadi tegangan DC (searah).



Gambar 2. 9 Inverter

2.3.7 Relay

Relay merupakan komponen elektronika berupa saklar atau switch elektrik yang dioperasikan secara listrik dan terdiri dari 2 bagian utama yaitu elektromagnetik (coil) dan mekanikal (switch). Relay berfungsi untuk menjalankan fungsi logika atau memberikan fungsi penundaan waktu. Relay akan dioperasikan dengan linear actuator pada perancangan sistem monitoring solar tracker otomatis berbasis mikrokontroler nodemcu esp32.



Gambar 2. 10 Relay

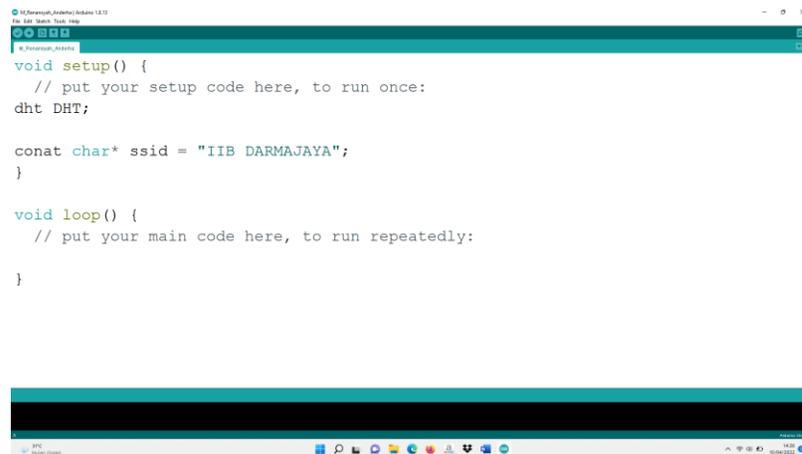
2.4 Perangkat Lunak Yang Digunakan

Perangkat lunak atau biasa disebut *software* merupakan sekumpulan data elektronik yang disimpan dan diatur oleh computer berupa text program ataupun instruksi yang akan menjalankan sebuah perintah. Perangkat lunak atau *software* disebut juga sebagai penerjemah perintah-perintah yang dijalankan oleh user untuk diteruskan dan diproses

oleh perangkat keras (*hardware*). Dengan adanya perangkat lunak inilah sebuah sistem mampu menjalankan perintah.

2.4.1 Arduino IDE

Software Arduino yang digunakan adalah *driver* dan *Integrated Development Environment* (IDE). Arduino IDE juga merupakan perangkat lunak open source yang terutama digunakan untuk menulis dan mengkompilasi kode menjadi modul pada arduinonya, perangkat lunak Arduino resmi membuat kompilasi kode terlalu mudah sehingga orang biasa dengan pengetahuan teknis yang minim pun bisa membuat mudah dipahami dengan proses pembelajaran. Berikut tampilan dari *software* Arduino IDE :



```
void setup() {
  // put your setup code here, to run once:
  dht DHT;

  const char* ssid = "IIB DARMAJAYA";
}

void loop() {
  // put your main code here, to run repeatedly:
}
```

Gambar 2. 11 Arduino IDE

1. *Verify/Compile*, berfungsi untuk mengecek apakah sketch yang dibuat ada kekeliruan dari segi sintaks atau tidak. Jika tidak ada kesalahan, maka sintaks yang dibuat akan dicompile kedalam Bahasa mesin.
2. *Upload*, berfungsi mengirimkan program yang sudah dikompilasi ke Arduino Board.
3. *New*, berfungsi untuk penambahan projek baru atau alat kerja baru yang ingin dibuat.
4. *Open*, merupakan jenis tools membuka code untuk dapat melihat akan terjadinya eror atau tidak.
5. *Save*, berfungsi untuk menyimpan projek dari hasil pengerjaan.

Software Arduino IDE banyak digunakan dalam bidang pengembangan sistem otomasi maupun *Internet Of Things*. Menurut (Kadir, 2018) dalam bukunya yang berjudul

“Simulasi Arduino” berpendapat bahwa Arduino merupakan perangkat keras sekaligus sebagai perangkat lunak yang memungkinkan siapapun untuk membuat prototype rangkaian elektronik berbasis mikrokontroler dengan mudah dan cepat.

2.4.2 Fritzing

Fritzing adalah aplikasi desain rangkaian elektronika yang tersedia secara online. Penggambaran komponen elektronika pada aplikasi ini terlihat lebih real atau bahkan sama dengan yang asli jika dibandingkan dengan aplikasi yang lain. Fritzing juga mempunyai aplikasi desain rangkaian PCB (*Printed Circuit Board*).



Gambar 2. 12 Fritzing