

BAB II

LANDASAN TEORI

Pada dasar teori ini penulis membahas mengenai teori pendukung yang penulis dapat dari berbagai referensi untuk dijadikan sebagai dasar pengerjaan perancangan alat.

2.1 Panel Surya

Panel surya adalah suatu komponen yang tersusun dari beberapa keping sel surya yang dihubung seri dan dapat mengubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik dengan menggunakan prinsip yang disebut efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* merupakan suatu fenomena dimana munculnya tegangan listrik karena adanya suatu hubungan atau kontak dari dua elektroda, dimana keduanya dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat mendapatkan energi cahaya.[3]



Gambar 2.1 Panel Surya

2.1.1 Parameter kinerja sel fotovoltaik

1. Arus hubung singkat (Short circuit current, I_{sc})

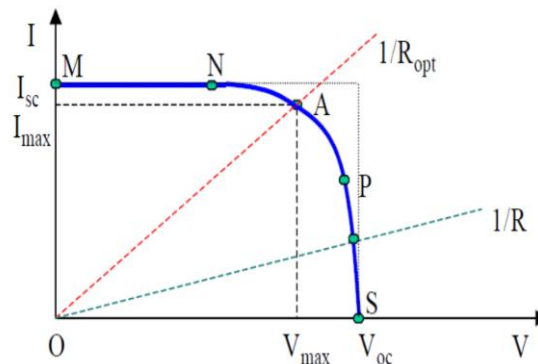
Arus hubung singkat (Short circuit current (I_{sc}) adalah arus yang melalui sel surya saat tegangan pada sel surya sama dengan nol ($V_{oc}=0$).

2. Rangkaian tegangan terbuka (open circuit voltage, V_{oc})

Rangkaian tegangan terbuka (open circuit voltage) adalah tegangan maksimum dari sel surya dan ini terjadi pada saat arus sel surya sama dengan nol ($I_{sc}=0$).

3. Parameter pada kurva arus (I) dan tegangan (V)

Satwiko S dkk, (2011), hasil penelitiannya mengungkapkan, kurva karakteristik arus dan tegangan sel surya dapat berubah apabila besaran intensitas cahaya matahari mengenai permukaan modul surya juga berubah, maka semakin besar pula daya dan efisiensi yang di hasilkan. Untuk mengetahui karakteristik arus dan tegangan pada sel surya dengan kondisi beban atau resistensi yang berbeda-beda, maka dapat digunakan suatu kurva diperlihatkan pada **Gambar 2.1.1**



Gambar 1.1.1 Kurva karakteristik arus dan tegangan

Pada kurva karakteristik I-V sel fotovoltaik ada tiga hal yang penting yaitu Maksimum Power Point (V_{mp} dan I_{mp}), Open Circuit Voltage (V_{oc}), Short Circuit Current (I_{sc}).

Parameter untuk menentukan nilai output pada sel surya meliputi:

- a. Arus hubung singkat atau short circuit current (I_{sc}) adalah arus keluaran maksimum yang di peroleh dari sel surya pada kondisi tidak ada resistansi (R), $V = 0$.
- b. Tegangan hubung terbuka atau open circuit voltage (V_{oc}) adalah kapasitas tegangan maksimum yang dapat dicapai pada saat tidak adanya arus.
- c. Daya maksimum (P_{max}) berada pada titik A (V_{max} , I_{max}) yang diperlihatkan pada **Gambar 2.1.1** kurva karakteristik arus dan tegangan.[2]

4. Faktor pengisi

Faktor pengisi adalah ukuran kualitas dari sel surya dapat diketahui dengan membandingkan daya maksimum teoritis dan daya output pada tegangan rangkaian terbuka dan hubungan pendek. Faktor pengisi yaitu parameter yang menyatakan seberapa besar $I_{sc} \times V_{oc}$ dari daya maksimum $V_m \times I_m$ yang dihasilkan sel surya. Faktor pengisian atau *Fill Factor* (FF) merupakan harga yang mendekati konstanta suatu sel surya tertentu. Jika nilai FF lebih tinggi dari 0.7, maka sel surya tersebut lebih baik.[3]

Untuk menghitung nilai Fill Factor dapat menggunakan persamaan berikut ini:

$$FF = \frac{V_{mp} \times I_{mp}}{V_{oc} \times I_{sc}}$$

Keterangan: FF = Faktor pengisi
 V_m = Tegangan maksimum (Volt)
 I_m = Arus maksimum (Ampere)
 V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (Volt)
 I_{sc} = Arus hubung singkat (Ampere)

5. Daya maksimum

Daya maksimum (P_m) diperoleh dari perkalian antara arus dan tegangan, pada setiap titik A kurva I-V pada **Gambar 2.1.1** Secara grafik daya maksimum pada sel surya berada pada puncak yang memiliki luas terbesar. Titik puncak tersebut dapat disebut maximum power point (MPP).[2]

Daya maksimum dari sel surya dapat dihitung dengan Persamaan:

$$P_m = V_m \times I_m$$

Keterangan: P_m = Daya maksimum keluaran (W)

V_m = Tegangan maksimum (Volt)

I_m = Arus maksimum (Ampere)

6. Daya masuk

Daya masuk (P_{in}) diperoleh dari perkalian antara intensitas radiasi matahari yang diterima dengan luas area sel surya menggunakan persamaan berikut ini:[2]

$$P_{in} = I_r \times A$$

Keterangan: P_{in} = Daya input akibat radiasi matahari (W)

I_r = Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A = Luas area permukaan sel surya (m^2)

7. Daya keluaran

Daya keluaran (P_{out}) pada sel surya yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}) dengan arus hubung singkat (I_{sc}) dan faktor pengisi (FF) yang dihasilkan oleh sel surya dapat dihitung dengan persamaan berikut ini:[2]

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF$$

Keterangan: P_{out} = Daya keluaran (W)

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (Volt)

I_{sc} = Arus hubung singkat (Ampere)

FF = Faktor pengisi

8. Efisiensi sel surya

Efisiensi sel surya (η) adalah perbandingan daya keluaran dengan daya intensitas matahari dapat dihitung dengan Persamaan berikut ini:[2]

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100$$

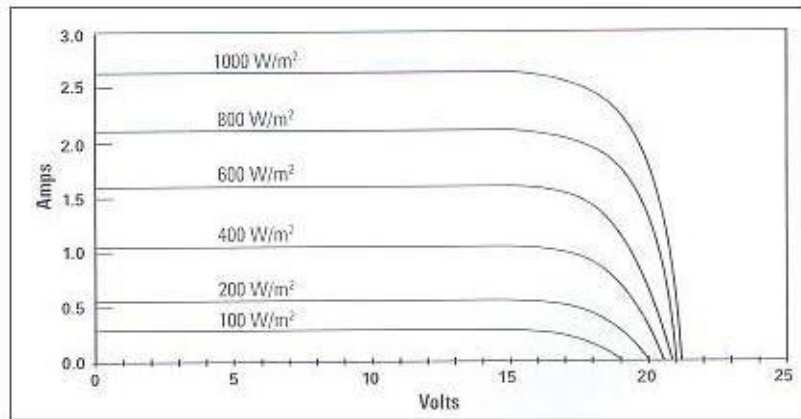
Keterangan: η = Efisiensi sel surya (%)

P_{in} = Daya intensitas matahari (Watt)

P_{max} = Daya maksimum keluaran (Watt)

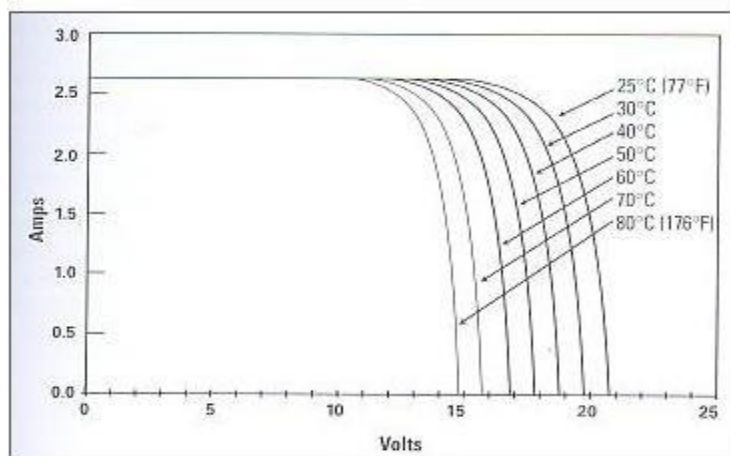
2.1.2 Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari dan Suhu

Semakin besar intensitas cahaya matahari maka akan menghasilkan arus yang semakin besar. Perhatikan gambar 3 di bawah ini, pada saat intensitas cahaya matahari menurun, bentuk kurvanya secara bertahap semakin rendah nilainya yang mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Sedangkan voltase tidak terpengaruh oleh intensitas cahaya matahari.[4]



Gambar 2.1.2 Grafik Pengaruh Intensitas Cahaya pada Kurva I-V [4]

Apabila suhu panel surya meningkat diatas standar suhu normal 25 derajat Celcius, efisiensi modul dan tegangan yang dihasilkan akan berkurang. Gambar 4 mengilustrasikan bahwa pada saat suhu panel meningkat diatas 25 derajat celcius bentuk kurvanya semakin bergeser ke kiri sesuai dengan kenaikan suhu solar cell panel, menghasilkan tegangan dan daya yang lebih kecil namun tidak mempengaruhi nilai arusnya. Panas dalam kasus ini, adalah hambatan listrik untuk aliran elektron. Perhatikan **Gambar 2.1.3** berikut ini.



Gambar 2.1.3 Grafik Pengaruh Suhu Panel pada Kurva I-V [4]

2.2 Sensor Arus

ACS712 adalah sensor arus yang memanfaatkan Efek Hall, merupakan sensor yang presisi sebagai sensor arus dalam dunia industri, otomotif, komersil dan sistem-sistem komunikasi.

Cara kerja sensor ini adalah arus yang terbaca mengalir melalui kabel tembaga yang terdapat di dalamnya yang menghasilkan medan magnet yang ditangkap oleh *integrated Hall IC* dan diubah menjadi tegangan proporsional. Berikut ini merupakan karakteristik sensor arus ACS712.[4]

- Memiliki sinyal analog dengan sinyal-gangguan rendah (low-noise).
- Ber-bandwidth 80 kHz.
- Total output error 1.5% pada $T = 25\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- Memiliki resistansi dalam $1.2\text{ m}\Omega$.
- Tegangan sumber operasi tunggal 5.0 V.
- Sensitivitas keluaran 66 sd 185 mV/A.
- Tegangan keluaran proporsional terhadap arus AC ataupun DC.
- Tegangan offset keluaran yang sangat stabil.



Gambar 2.2 Sensor arus ACS712

2.3 Sensor Tegangan

Sensor Tegangan Prinsip kerja modul sensor tegangan yaitu didasarkan pada prinsip penekanan resistansi, dan dapat membuat tegangan input berkurang hingga 5 kali dari tegangan asli. Sehingga sensor hanya mampu membaca tegangan maksimal 25V bila menggunakan vcc 5V, dan tegangan maksimal 16.5V jika menggunakan tegangan vcc 3.3V.

Resolusi simulasi modul $\frac{5v}{1023} = 0.00489 \text{ V}$

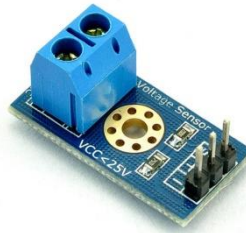
jadi tegangan input dari modul ini harus lebih dari $0.00489\text{V} \times 5 = 0.02445 \text{ V}$.

Sehingga untuk vcc 5V dapat dirumuskan seperti persamaan berikut :

$$\text{Volt} = ((V_{\text{out}} \times 0.00489) \times 5) [4]$$

Berikut ini merupakan karakteristik sensor tegangan:

- Variasi tegangan masukan: DC 0 - 25 V
- Deteksi tegangan dengan jangkauan: DC 0.02445 V - 25 V
- Tegangan resolusi analog: 0,00489 V 30
- Tegangan DC masukan antarmuka: terminal positif dengan VCC, negatif dengan GND
- Output Interface: "+" koneksi 5 / 3.3V, "-" terhubung GND, "s" terhubung arduino analog pin

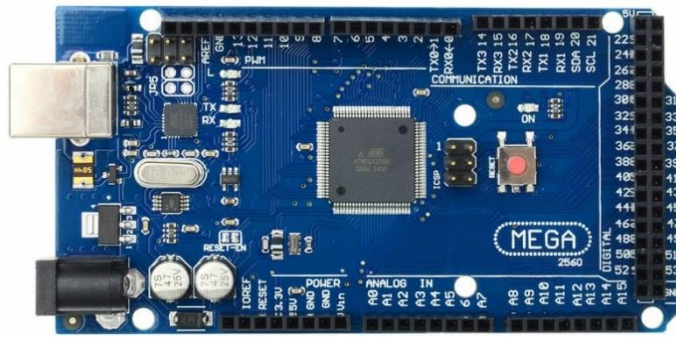


Gambar 2.3 Sensor Tegangan

2.4 Arduino

Arduino adalah pengendali *mikro single-board* yang bersifat sirkit terbuka, dibuat dari *Wiring platform* dan dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan *softwrenya* memiliki bahasa pemrograman sendiri yang dapat dipahami oleh Mikrokontroler.

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.[3]



Gambar 2.4 Arduino

2.5 Sensor Suhu DS18B20

Sensor Suhu DS18B20 adalah sensor Suhu yang menggunakan interface one wire, sehingga hanya menggunakan kabel yang sedikit dalam instalasi nya. Uniknya sensor ini bisa di jadikan paralel dengan satu input. Arti nya kita bisa menggunakan sensor DS18B20 lebih dari satu namun output sensor nya hanya dihubungkan ke satu PIN Arduino. Alasan ini membuat sensor ini banyak digunakan, apalagi sensor ini memiliki tipe waterprof, sehingga sensor ini bisa kita buat sebagai alat ukur dan kontrol pemanas air.[10]

Sensor ini memiliki spesifikasi sebagai berikut:

1. Unique 1 wire interface dengan output satu pin
2. Range Suhu yang di ukur dari $-55^{\circ}\text{C} - 125^{\circ}\text{C}$ ($-67^{\circ}\text{F} - 257^{\circ}\text{F}$)
3. Resolusi sensor 12bit
4. Voltage $3\text{v} - 5.5\text{V}$
5. Pull up voltage $3\text{v} - 5.5\text{v}$



Gambar 2.5 Sensor DS18B20

2.6 Relay

Relay merupakan komponen elektronik yang berfungsi sebagai saklar yaitu memutus dan menyambungkan aliran listrik secara tidak langsung berdasarkan prinsip elektromagnetik. Dimana jika terdapat aliran listrik maka akan terjadi kontak antara plat yang kemudian listrik dapat terhubung. Relay terdiri dari dua bagian penting yaitu sebuah coil dan rangkaian saklar. Relay mempunyai 2 buah kondisi yaitu NC (*Normally Close*) dan NO (*Normally Open*). NC yaitu kondisi ketika awal akan tertutup, namun ketika dialiri listrik akan terbuka (putus). Sedangkan NO yaitu kondisi ketika awal terbuka, dan jika dialiri listrik akan tertutup (tersambung). Pada jenis relay yang berada di pasaran umumnya menggunakan rangkaian aktif LOW, yaitu ketika kondisi LOW maka akan terhubung.[7]



Gambar 2.6 Relay

2.7 Pompa Air

Pompa adalah suatu peralatan mekanik yang digerakkan oleh tenaga mesin, berfungsi untuk memindahkan cairan (fluida) melalui pipa dari suatu tempat ke tempat lain, dimana cairan tersebut hanya mengalir apabila terdapat perbedaan tekanan. Prinsip kerja pompa adalah dengan melakukan penekanan dan penghisapan terhadap fluida. Pada sisi hisap pompa (*suction*), elemen pompa akan menurunkan tekanan dalam ruang pompa sehingga akan terjadi perbedaan tekanan antara permukaan fluida yang dihisap dengan ruang pompa.[8]

2.8 Software Labview

LabVIEW merupakan singkatan dari *Laboratory Virtual Instrument Engineering Workbench*. *LabVIEW* adalah *software* yang di kembangkan oleh *National Instrument*, merupakan sebuah *software* untuk membuat aplikasi yang berbasis grafis (*graphical programming*). Berbeda dengan bahasa pemrograman lainnya yang biasa nya menggunakan *structured text language* (Bahasa pemrograman berbasis text) *LabVIEW* hadir dengan bahasa pemrograman berbasis Block Diagram. *Software labview* ini bisa membuat aplikasi pengukuran, akuisisi data, dan aplikasi

lainnya yang diintegrasikan dengan mikrokontroler, PLC dan berbagai perangkat lainnya.[6]



Gambar 2.8 LabVIEW

2.9 Sensor intensitas cahaya MAX4409

Sensor cahaya MAX44009 memiliki keluaran digital I²C yang ideal untuk sejumlah aplikasi portabel seperti smartphone, notebook, dan sensor industri. Pada arus pengoperasian kurang dari 1 μ A, ini adalah sensor cahaya dengan konsumsi daya yang rendah memiliki rentang dinamis 22-bit ultra lebar dari 0,045 lux hingga 188,000 lux.[9]

Respons spektral dioda pada chip dioptimalkan untuk meniru persepsi mata manusia terhadap cahaya sekitar dan menggabungkan kemampuan pemblokiran IR dan UV.

Berikut spesifikasi dari sensor MAX4409 :

- Wide 0.0045 lux to 188.000 lux range.
- VCC = 1,7V to 3,6V.
- ICC = 0,65 μ A operating current.
- -40°C to +85°C Temperature Range.
- Device Address Options – 1001 010x and 1001 011x.



Gambar 2.9 Sensor cahaya MAX4409

2.10 *Solar Charge Controller (SCC)*

Solar charge controller merupakan piranti elektronik yang penting dalam pengisian panel surya ke baterai. *Controller* ini digunakan untuk mengatur arus searah dari panel surya ke baterai dan arus yang diambil dari baterai ke beban. *Controller* mampu mengatasi *overcharging* (kelebihan pengisian karena baterai sudah terisi penuh) dan kelebihan tegangan dari panel surya. Kelebihan tegangan dan pengisian akan mengurangi umur baterai.



Gambar 2.10 *Solar Charge Controller*

2.11 **Baterai**

Baterai adalah alat yang terbuat dari bahan kimia yang dapat mensuplai listrik ke sistem yang menggunakan listrik misalnya sistem pengapian pada kendaraan, lampu-lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam

bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing-masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses aki kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam aki (yang disebut pengisian). Aki menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus.



Gambar 2.11 Baterai accumulator 12 volt