

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Seiring berjalannya waktu perkembangan penduduk, penambahan wilayah, dan pembangunan sudah mulai memenuhi kebutuhan dan pemenuhan mulai dari energi listrik hingga bahan bakar di Indonesia sudah mulai terpenuhi. Akan tetapi kebutuhan energi di dunia masih memanfaatkan energi terbarukan misalnya minyak bumi dan batubara, tetapi tidak selamanya energi itu dimanfaatkan dalam waktu yang cukup lama. Di Indonesia masih memanfaatkan energi alternatif sebagai sumber energi fosil untuk mendapatkan energi listrik, sebab karena itu bahwa kita tau sumber kebutuhan minyak bumi akan habis dan tidak dapat mencari cara lain dalam mengisi ulang ke sumber minyak itu. Oleh karena itu perlu digunakan sumber alternatif lainnya untuk mempertahankan sumber kebutuhan untuk saat ini. [1]. Negara kita memiliki pulau yang di kelilingi air laut, tetapi memiliki musim kemarau yang berkepanjangan sehingga sangat sulit mendapatkan air yang bersih.

Salah satu upaya dalam mencari sumber energi alternatif yang lain adalah dengan memanfaatkan energi matahari sebagai energi listrik pemanfaatan ini memenuhi kebutuhan listrik di Indonesia khususnya yang berada di daerah yang panas matahari nya dan ada sepanjang tahun.[2]. Energi matahari memiliki kelebihan dibandingkan dengan sumber energi alternatif yang lain, matahari memiliki sifat yang polutif, berlimpah, bersifat terbarukan dan tidak pernah habis serta tidak menimbulkan polusi yang banyak menggunakan bahan bakar fosil. Energi matahari ini dikelola untuk menghasilkan energi listrik dengan menggunakan solar cell atau *photovoltaik*. Teknologi sekarang sangat memiliki kemajuan dalam menghasilkan energi listrik secara umum sekarang ini seperti tenaga sell surya adalah perangkat atau komponen yang mampu mengubah energi cahaya matahari menjadi listrik dengan prinsip menggunakan efek *photovoltaik*. [3].

Alat yang digunakan dalam mengikuti arah matahari disebut sebagai *solar tracker* alat penggerak matahari tersebut dapat mengikuti dan mengindera perubahan arah cahaya yang di pancarkan. Radiasi matahari dihasilkan setiap hari secara bebas. Penggunaan sell surya begitu besar, dan pada umumnya di kalkulator dan menggantikan atau membantu fungsi baterai. Selama masih ada radiasi matahari kalkulator masih dapat digunakan sell surya yang lebih besar dapat digunakan untuk menyediakan tenaga seperti lampu lalu lintas, telepon, lampu jalan, mobil eletrik dan tenaga surya nya dapat berjalan/beroperasi tanpa minyak.[4].

Sell surya memanfaatkan cahaya matahari yang dianggap sebagai partikel-partikel yang disebut foton. Foton inilah yang memerlukan peranan penting dalam teknologi sell surya dikonversikan menjadi sebuah energi listrik, Oleh karna itulah cahaya dari matahari yang sampai ke permukaan bumi tidak konstan sepanjang hari, sehingga memerlukan adanya penerimaan cahaya matahari terhadap panel sell surya dalam penambahan cermin reflektor agar dapat menghasilkan sel surya (*solar cell*) dapat bertambah. Teknologi ini ramah lingkungan dimana polusi ini mendapatkan hasil yang sangat sedikit (contohnya menghasilkan panas pada sel surya yang nantinya akan memanaskan daerah sekelilingnya).

Besar kecilnya tegangan yang didapatkan oleh *solar cell* tergantung pada sedikit cahaya yang di keluarkan oleh sinar matahari. Sebab pergerakan matahari membuat cahaya yang di dapat berubah-ubah, untuk mengubah efisiensi penyerapan cahaya matahari maka diperlukan modifikasi *solar cell* agar cahaya yang didapatkan semikonduktor bisa merata dengan itu perlu penambahan *reflector* yang berupa cermin datar supaya solar cell mampu mengambil cahaya secara efektif sehingga tegangan yang didapatkan bisa maksimal, dengan menyesuaikan pergerakan matahari maka letak *reflector* harus disamakan dengan sudut-sudut tertentu untuk mendapatkan hasil yang optimal.[5].

1.2 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisa dan membandingkan daya yang masuk dan keluaran *mono axis* dan *dual axis* terhadap peletakan posisi panel surya dengan parameter yang ditentukan.
2. Menganalisa radiasi matahari menggunakan panel surya 100 wp dengan sistem *solar tracker mono axis* dan *dual axis* selama 9 jam mulai pukul 08.00 - 17.00 WIB.

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun Tujuan dalam penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui perbedaan energi matahari yang dapat diserap oleh *mono axis* dan *dual axis* dari jam 08.00-17.00 WIB, selama 6 hari percobaan.
2. Untuk mengetahui yang mana lebih efisien kinerja antara *mono axis* dan *dual axis*.
3. Untuk mengetahui hasil bola lampu yang dipakai dan besar *volt* lampu.

1.4 Metode Penelitian

1.4.1. Bahan dan Peralatan

Ada beberapa komponen dan alat yang diperlukan oleh peneliti dalam membentuk dan merancang proyek penelitian ini, berikut adalah alat dan bahan yang digunakan peneliti antara lain:

1. Laptop atau *Smartphone*
2. *Arduino Uno*
3. *Anemometer*

Adapun komponen-komponen yang peneliti gunakan untuk proyek penelitian ini antara lain sebagai berikut:

1. *Arduino UNO*
2. *Sensor LDR*
3. Motor Servo
4. Panel Surya 100 Wp
5. Modul *Bluetooth HC-05*

1.4.2. Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan guna menunjang dalam penyelesaian Skripsi ini. Pengambilan data diperlukan untuk mengetahui data faktor apa saja yang mempengaruhi kinerja dari panel surya dan kondisi gerak matahari. Proses pengujian panel surya dilakukan dengan mengukur intensitas cahaya matahari kemudian dilakukan pengukuran tegangan,serta arus yang keluar.

1.5 Lokasi dan Lamanya

Lokasi penelitian ini dilaksanakan di Universitas HKBP Nommensen Medan dan waktu penelitian ini terlaksana bulan juni 2023.

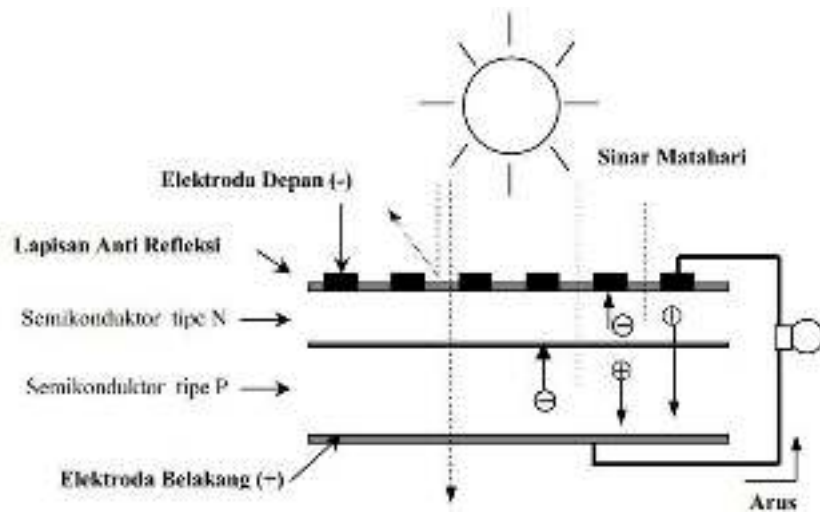
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pengertian Sel Surya

Sel surya adalah sebuah perangkat yang dapat mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dalam proses efek fotovoltaic, sebab oleh karena itu dinamakan juga sebagai sel fotovoltaic (*Photovoltaic cell* – disingkat PV). Tegangan yang diperoleh dalam sebuah sel sangat kecil, sejumlah 0,6 V tanpa beban atau 0,45 V dalam beban.[6]. Sel surya terbagi dari beberapa bagian yaitu substrat merupakan material yang menyimpan keseluruhan komponen sel surya. Material substrat ini juga memiliki konduktifitas listrik yang baik karena berguna sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga dapat digunakan material metal atau logam misalnya aluminium. Material semikonduktor berguna menyerap cahaya dari sinar matahari, bagian semikonduktor ini terdiri dari pengelompokan dua material semikonduktor ialah semikonduktor tipe -p yang memiliki kekurangan elektron sedangkan tipe -n masih memiliki kelebihan elektron yang membentuk p-n junction, bahan semikonduktor yang baik sehingga penyerapan cahaya matahari bisa lebih efisien dibandingkan bahan semikonduktor yang lain dan dapat memudahkan dalam proses dopping.[7].

Dopping merupakan penambahan muatan positif dan negatif dalam memperoleh proses oksidasi yaitu berpindahnya elektron ke semikonduktor tipe-n ke tipe -p yang bisa disebut P-n junction, P-n junction menjadi kunci dari prinsip kerja dari sel surya. Sel surya juga bisa dimanfaatkan dalam memanaskan air, karena kebutuhan air hangat dengan skala yang besar untuk aquarium. Dengan adanya matahari sebagai supply energi. Dalam meningkatkan efisiensi pemanfaatan energi surya secara langsung.[8].



Gambar 2.1 Proses pengubah energi matahari menjadi energi listrik

2.2 Rangkaian Panel Surya

Agar supaya dapat sejumlah *voltage* atau ampere yang dikehendaki, pada umumnya masing-masing sel surya dibuat satu sama lain baik secara hubungan seri ataupun secara paralel untuk membentuk dalam suatu rangkaian panel surya yang lazim disebut “Modul”. [9]. Sebuah modul panel surya memiliki 36 sel surya atau 33 sel dan 72 sel. Modul panel surya mempunyai hubungan untuk membentuk satu rangkaian tertentu yang disebut panel surya, sedangkan kalo berderet-deret modul panel surya disambungkan secara baris dan kolom dinamakan panel surya *Array*.



Gambar 2.2 Struktur rangkaian panel surya

2.3 Panel Surya

Panel surya merupakan suatu kumpulan dari sel surya yang memiliki fungsi untuk menangkap sinar matahari, yang kemudian diubah menjadi energi listrik oleh *solar cell* dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic*. Efek *photovoltaic* adalah kondisi dimana tegangan listrik muncul yang disebabkan adanya hubungan atau kontak dua *elektroda* yang dihubungkan saat mendapatkan energi cahaya. Pada umumnya, setiap *solar cell* dapat menghasilkan tegangan sebesar 0,45-0,5 V dan arus listrik sebesar 0,1 A pada saat menerima cahaya terang.



Gambar 2.3 Panel Surya

Tabel 2.1 Spesifikasi *Solar Panel 100 Wp*

Spesifikasi	keterangan
<i>Max. Power Voltage (Pmax)</i>	100 W
<i>Power Tolerance Range</i>	±3%
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22 V
<i>Rated Voltage (Vmp)</i>	18,29 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	5,82 A
<i>Rated Current (Imp)</i>	5,47 A
<i>Max. System Voltage</i>	600 V
<i>Dimension</i>	1005 x 665 x 30 mm
<i>Weigh</i>	7,2 KG
<i>Series Fuse Rating</i>	10 A

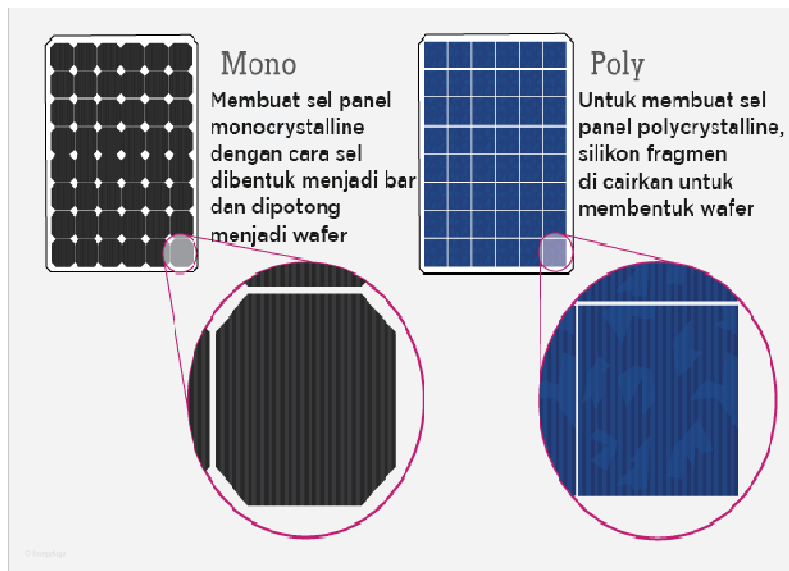
Berdasarkan jenis-jenis panel surya dibedakan sebagai berikut:

1. *Monocrystalline silicon*

Monocrystalline silicon merupakan panel surya yang paling efisien. Panel surya ini memiliki efisiensi sampai 15%. Namun panel surya ini memiliki kelemahan yaitu membutuhkan cahaya yang sangat terang ketika beroperasi. Panel surya ini akan mengalami pengurangan efisiensi apabila berada pada cuaca yang berawan dan mendung.

2. *Polycrystalline silicon*

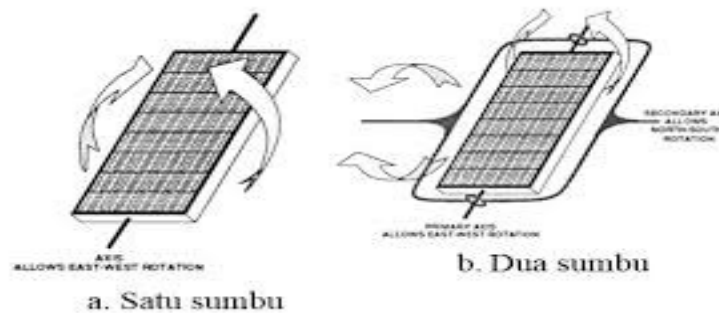
Polycrystalline silicon merupakan panel surya dengan teknologi terbaru dengan material yang tersusun dari batang *silicon* yang kemudian dicairkan. Panel surya *polycrystalline silicon* memiliki efisiensi yang lebih rendah dari panel surya *monocrystalline silicon*.



Gambar 2.4 Panel surya *monocrystalline silicon* dan *polycrystalline silicon*

2.4 Solar Tracker

Solar Tracker merupakan sebuah alat yang dapat mendeteksi arah cahaya matahari dan mengubah letak posisi panel surya menjadi tegak lurus dengan arah datangnya cahaya matahari sehingga alat ini diharapkan dapat mengoptimalkan penyerapan matahari pada panel surya.[10]. *Solar tracker* memiliki klasifikasi dua jenis tipe yaitu tipe yang yang berdasarkan waktu dimana lintasan matahari sudah diperhitungkan sesuai waktunya sehingga panel surya bergerak dengan arah yang sesuai dengan waktu yang di tentukan.



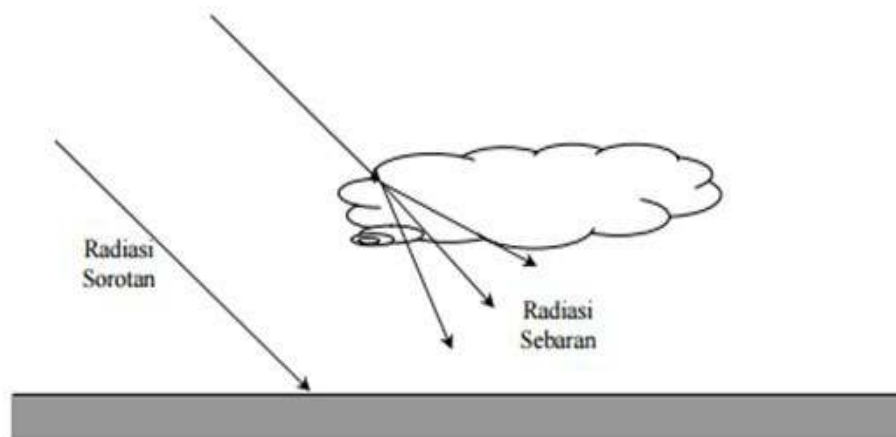
Gambar 2.5 Solar tracker

Energi listrik yang dihasilkan akan meningkat jika dibandingkan dengan solar panel yang bersifat *statis*. Penelitian tentang solar tracker yang berkembang sejauh ini dapat digunakan berbagai macam control agar tracking berjalan dengan baik. Solar tracker ini terdapat berbagai macam komponen misalnya *sensor, controller, motor servo, battery*, dan *photovoltaic*.

2.5 Radiasi Matahari

Radiasi matahari merupakan pancaran energi yang berasal dari proses *thermonuklir* yang terjadi di matahari, atau dapat dikatakan sumber utama untuk proses-proses fisika atmosfer yang menentukan keadaan cuaca dan iklim di atmosfer bumi. Radiasi surya memegang peranan penting dari berbagai sumber energi lain yang dimanfaatkan manusia.

Energi dari matahari tiba di bumi dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang mirip dengan gelombang radio tetapi mempunyai kisaran frekuensi yang berbeda. Energi dari matahari tersebut dikenal di Indonesia sebagai energi surya. Energi surya diukur dengan kepadatan daya pada suatu permukaan daerah penerima dan dikatakan sebagai radiasi surya. Rata – rata nilai dari radiasi surya diluar atmosfer bumi adalah 1.353 W/m^2 , dinyatakan sebagai konstanta surya. Total energi yang sampai pada permukaan horizontal di bumi adalah konstanta surya dikurangi radiasi akibat penyerapan dan pemantulan atmosfer sebelum mencapai bumi dan nilai tersebut disebut sebagai radiasi surya global. Radiasi surya global terdiri dari radiasi yang langsung memancar dari matahari (*direct radiation*) dan radiasi sebaran yang dipancarkan oleh molekul gas, debu dan uap air di atmosfer (*diffuse radiation*).



Gambar 2.6 Radiasi Langsung dan Radiasi Sebaran pada Permukaan Horizontal.

Intensitas sinar matahari mengacu pada intensitas rata-rata radiasi matahari yang diterima dalam waktu 15 menit dilambangkan dengan simbol I , dan satuannya adalah W/m^2 . Nilai penyinaran matahari dipengaruhi oleh kondisi cuaca seperti periode rotasi bumi, kualitas awan, jumlah awan, perubahan musim, dan posisi garis lintang. Intensitas penyinaran matahari pada hari yang cerah secara bertahap akan meningkat dari pagi hari, matahari terbit hingga siang hari hingga mencapai matahari terbenam. Kondisi puncak dan kemudian menurun, sampai matahari terbenam di sore hari.

Lamanya waktu matahari bersinar dalam 1 hari dinyatakan dalam waktu matahari. Untuk Indonesia, jam matahari harian sekitar 4 sampai 5 jam. Besarnya intensitas/insolasi radiasi matahari yang diterima dalam satu hari, satuannya adalah kWh/meter kubik (kWh/meter kubik). Kapasitas pembangkit listrik tenaga surya suatu daerah dapat dihitung dengan rumus berikut: Energi surya yang dihasilkan (Watt) = Insolasi surya (W/m) x Luas area (m).

Cahaya dapat dikatakan sebagai bagian yang tak terpisahkan dari kehidupan manusia. Untuk mendukung teknik pencahayaan buatan yang benar, perlu diketahui berapa besar intensitas cahaya yang dibutuhkan pada suatu tempat. Radiasi matahari yang diterima oleh bumi didistribusikan melalui beberapa rentang panjang gelombang, dari 300 nanometer hingga 4 mikrometer. Sebagian radiasi dipantulkan di atmosfer (radiasi difusi) dan sisanya mencapai permukaan bumi (radiasi langsung). Kedua jenis radiasi tersebut digunakan untuk mengukur jumlah radiasi yang di terima oleh sel surya.

2.6 Photovoltaic

Kata *photovoltaic* terdiri dari dua kata foto dan volta berarti cahaya dari kata tersebut dinamai menurut para fisikawan Italia Alessandro Volta yang hidup antara tahun 1745 dan tahun 1827 berarti satuan potensial listrik. Istilah fotovoltaik biasa disingkat PV. *photovoltaic* adalah teknologi yang menghasilkan arus searah (*Direct Current*) dari bahan semikonduktor saat terkena foton. Selama sel surya diterangi oleh cahaya mereka akan menghasilkan listrik. Jika tidak ada cahaya tidak ada energi listriknya. Sinar matahari memancarkan gelombang panjang gelombang yang berbeda dari 250 nm ke 2500 nm dalam bentuk ultraviolet, inframerah dan cahaya tampak. Tidak semua sinar matahari di atmosfer mencapai permukaan bumi. Atmosfer melemahkan banyak bagian dari spektrum cahaya. Misalnya sinar -x hampir sepenuhnya terserap sebelum mencapai tanah. Beberapa persen sinar ultraviolet juga disaring oleh atmosfer, sebagian dipantulkan kembali ke angkasa dan sebagian dihamburkan kembali ke atmosfer membuat langit tampak biru.

2.7 Faktor Penyebab Mempengaruhi Kinerja *Photovoltaic* (PV)

Pasokan energi surya dari sinar matahari yang diterima dari permukaan bumi sangat besar mencapai 3×10 joule pertahun, setara dengan 10.000 kali konsumsi energi dunia saat ini. Mencakup hanya 0,1 % permukaan bumi dengan sel surya efisiensi 10 % dapat memenuhi kebutuhan energi global saat ini. Fungsi sel surya didasarkan pada teori cahaya sebagai partikel. Cahaya tampak dan tak terlihat diketahui memiliki dua sifat partikel gelombang dan foton penemuan ini diungkapkan oleh Einstein pada tahun 1905.

Keterangan : E = Energi photon (eV)

h = Konstanta *plancks* ($6,62 \times 10^{-34}$ J/s)

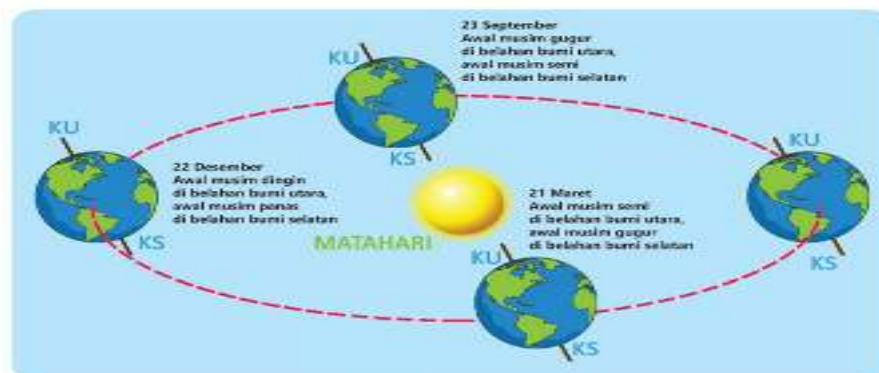
c = Kecepatan cahaya dalam vakum ($2,998 \times 10^8$ M/s)

λ = Panjang gelombang (M)

f = Frekuensi (Hz)

2.8 Posisi Panel Surya Relatif Terhadap Pergerakan Matahari

Panel surya perlu mengetahui pergerakan/rotasi bumi terhadap matahari dengan sumbu miring . Sumbu miring mengubah arah cahaya. Dibawah ini adalah gambar bumi mengelilingi matahari berputar pada sumbu miring di mana posisi bumi berada.



Gambar 2.7 Rotasi bumi mengelilingi matahari

Efisiensi maksimum modul surya meningkat ketika sudut datang sinar matahari selalu 90 derajat . Sebenarnya besaran radiasi matahari berubah tergantung pada garis lintang (latitude) dan kemiringan matahari. Fakta lainnya adalah bahwa sumbu rotasi bumi melalui matahari dimiringkan 23,45 derajat terhadap bidang orbit bumi. Jadi pada garis lintang tertentu ketinggian matahari dilangit berubah setiap hari. Jika anda mengetahui sudut ketinggian maksimum matahari, anda juga mengetahui sudut kemiringan panel surya. Mengetahui posisi maksimal matahari saja tidak cukup untuk menentukan orientasi modul surya yang optimal.

2.9 Perangkat Pendukung

a. Motor Servo

Servo motor adalah perangkat yang berputar atau aktuator yang beroperasi dalam arah maju dan mundur menggabungkan sistem kontrol loop tertutup ke motor. Motor servo mengumpan balik posisi putaran poros motor ke sirkuit kontrol di dalam motor servo. Motor ini sangat kompleks karena terdiri dari gearbox, motor DC, resistor variabel dan sistem kontrol sehingga nilai ekonomis motor ini juga sangat tinggi di bandingkan dengan motor DC lainnya.



Gambar 2.8 Motor Servo

b. *Power Supplay*

Power supplay sebagai alat atau perangkat keras yang dapat langsung mengalirkan arus atau tegangan dari satu sumber tegangan ke sumber tegangan lainnya. Satu daya biasanya digunakan di komputer sebagai konduktor yang secara langsung masuk ke perangkat lainnya.



Gambar 2.9 *Power Supplay*

c. *Liquid Crystal Display (LCD)*

Liquid crystal display ini biasa digunakan untuk menunjukkan simbol, angka atau huruf. Layar crystal ini terdiri dari beberapa pin yang digunakan untuk mengontrol penggunaannya. *Liquid crystal display* yang digunakan pada alat ini adalah M1632 atau 2 baris dengan 16 karakter.



Gambar 2.10 *Liquid Crystal Display*

d. *Light Dependent Resistor (LDR)*

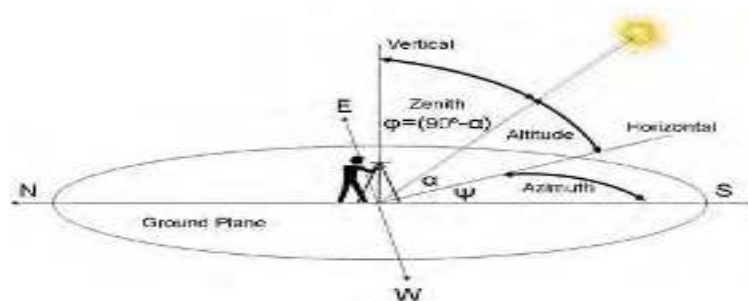
Fungsi dari LDR adalah untuk menghantarkan arus listrik ketika kondisi cahaya terang dan akan menghambat arus ketika kondisi cahaya kurang / gelap. Dengan kecilnya nilai hambatan LDR pada saat intensitas cahaya tinggi, maka tegangan yang melalui LDR akan tinggi. Dan sebaliknya, jika intensitas cahaya rendah maka nilai hambatan dari LDR akan tinggi dan menyebabkan tegangan yang melewati LDR akan kecil.



Gambar 2.11 *Light Dependent Resistor*

2.10 Dual Axis

Sistem *dual axis* berfungsi untuk merubah posisi panel surya menyesuaikan dengan sudut azimuth dan sudut zenith matahari. Posisi matahari menggunakan sistem koordinat horizontal di bumi dengan ditentukan oleh sudut altitude / elevasi, sudut *azimuth* dan sudut *zenith*.



Gambar 2.12 Sudut *azimuth*, *zenit*, dan *atitude*

2.11 Mikrokontroler

Mikrokontroler adalah sistem mikroprosesor lengkap yang terkandung didalam sebuah chip. *Mikrokontroler* berbeda dari mikroprosesor serba guna yang digunakan dalam sebuah PC, karena didalam sebuah mikrokontroler umumnya juga telah telah berisi komponen pendukung sistem minimal mikroprosesor, yakni memori dan antarmuka I/O, sedangkan didalam mikroprosesor umumnya hanya berisi CPU saja (Wikipedia 2015). Adapun *mikrokontroler* yang dipakai peneliti adalah mikrokontroler jenis *Arduino Uno* sebagai pengontrol elektronik untuk membaca dan menulis data untuk tersambung ke komputer sebagai berikut.

1. *Arduino Uno*

Arduino Uno adalah board *mikrokontroller* yang dengan *mikrokontroller* jenis AVR ATmega 328. *Arduino uno* merupakan perangkat hardware open source (*OSH – Open source Hardware*). *Arduino* sebagai sebagai perangkat hardware open source berarti siapapun memiliki kebebasan untuk dapat membuat dan mengembangkan arduino sendiri . *Mikrokontroller Arduino* dapat dipasangkan dengan bermacam-macam sensor dan aktuator lainnya. Adapun sensor dan aktuator yang dapat dipasangkan pada arduino seperti sensor gerak, *ultrasonic*, panas, suara, *Ethernet shield*, *LED Display* dan yang lainnya. (Margelis,2011).



Gambar 2.13 Arduino Uno

BAB III

METODOLOGI

Dalam metode ini meliputi observasi lapangan, survei literatur dan data eksperimen dengan mengukur langsung intensitas matahari, tegangan, temperatur pada modul surya dan mengetahui kinerja sumbu tunggal dan sumbu ganda untuk modul 100 Wp.

3.1 Studi Literatur

Adalah kajian penulis untuk referensi dalam memperoleh data maupun jurnal, karya-karya ilmiah dan melalui media massa yang berhubungan dengan penulisan laporan ini.

3.2 Persiapan Alat dan Bahan

Penelitian ini menggunakan 1 buah alat dengan kapasitas 100 Wp dengan pengujian antara *mono axis* dan *dual axis* pada panel solar.

3.3 Pengujian Alat dan Bahan

Pengujian pada penelitian ini menggunakan panel surya 100 Wp dalam pengujian ini mengetahui kinerja sistem *mono axis* dan *dual axis*.

3.4 Pengambilan Data

Proses pengambilan data yang diperoleh ini dilakukan dengan percobaan secara langsung untuk mendapatkan data tersebut.

3.5 Analisis Data

Proses analisis data yang diperoleh diperlukan dalam penelitian antara lain:

- a. Mencatat semua data yang masuk dalam penelitian
- b. Membuat tabel penelitian
- c. Memasukkan data pada tabel dan Membuat grafik perbandingan
- d. Menganalisa hasil penelitian
- e. Memberikan hipotesa
- f. Membandingkan hasil data antara mono axis dan dual axis

3.6 Diagram Alir Penelitian

