

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Perkembangan teknologi dan pertumbuhan penduduk yang sangat pesat, begitu juga dengan kebutuhan energi listrik yang semakin meningkat. [1] Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan cukup melimpah. Salah satunya adalah energi surya yang di konversi menjadi energi listrik menggunakan sel surya. Hal ini perlu diupayakan untuk menjadi sumber energi alternatif pengganti energi fosil yang mendominasi sebagian besar produksi listrik Negara. [2] Listrik yang bersumber dari energi matahari saat ini masih banyak belum dikembangkan meskipun kita mempunyai potensi yang cukup besar. Oleh karena itu pengembangan panel surya sebaiknya dikembangkan di Indonesia untuk mencukupi kebutuhan masyarakat.

Seiring dengan pertumbuhan penduduk, pengembangan wilayah, dan pembangunan dari tahun ketahun, kebutuhan akan pemenuhan energi listrik dan bahan bakar di Indonesia pun semakin besar. Selama ini kebutuhan energi dunia masih di penuhi oleh sumber daya tidak terbarukan, seperti minyak bumi dan batubara. Namun, tidak selamanya energi tersebut dapat mencukupi seluruh kebutuhan dalam jangka Panjang. Di Indonesia sumber energi alternatifnya masih menggunakan energi fosil dalam menghasilkan energi listrik. Oleh karena itu kita tahu bahwa sumber minyak dunia akan habis dan tidak mempunyai cara lain untuk mengisi ulang lagi sumber minyak tersebut. Dengan demikian perlu menggunakan alternatif lainnya guna mempertahankan kebutuhan saat ini. Salah satu upaya untuk mencari energi alternatif lainnya adalah dengan menggunakan energi matahari. Pemanfaatan energi matahari sebagai sumber utama energi alternatif bagi pemenuhan kebutuhan listrik di Indonesia sangatlah tepat mengingat letak geografis yang berada di daerah dengan panel matahari yang tersedia sepanjang tahun. Keadaan alam Indonesia sangat relatif sulit dijangkau oleh jaringan listrik

terpusat menyebabkan pilihan terhadap energi surya merupakan suatu keharusan (Septiadi, dkk. 2009). [3]

Matahari adalah salah satu energi terbarukan terbesar di bumi dalam bentuk radiasi matahari. Radiasi yang diterima bumi terdiri dari cahaya tampak, cahaya inframerah, dan cahaya ultraviolet. Panel surya sebagian besar menggunakan radiasi matahari berupa cahaya tampak dan merubahnya menjadi energi listrik. Dalam pembahasan panel surya dikenal juga istilah iradiasi matahari. Iradiasi matahari adalah seberapa besar daya per satuan luas yang diterima oleh bumi dari matahari dalam bentuk radiasi elektromagnetik. Iradiasi matahari diukur dalam satuan watt per meter persegi (W/m^2) pada satuan internasional (SI). Semakin besar intensitas iradiasi matahari maka semakin besar daya keluaran panel surya. [4] Energi matahari tidak sepenuhnya diserap panel surya dikarenakan banyak faktor. Pengaruh faktor internal yang mempengaruhi antara lain jenis sel panel surya yang berkaitan dengan efisiensi, kapasitas daya keluaran, dan rentang suhu operasional panel surya. Faktor eksternal dipengaruhi oleh besar intensitas dan arah iradiasi matahari yang selalu berubah setiap waktu sehingga berakibat menurunnya daya keluaran panel surya. Arah iradiasi tidak tegak lurus dengan permukaan panel surya menyebabkan banyak iradiasi matahari terpantul kembali dan sebagian besar terbuang menjadi energi panel. [5]

Untuk dapat mengoptimalkan iradiasi matahari dapat digunakan alat bernama solar tracker yang bekerja mengarahkan posisi panel surya menghadap tegak lurus dengan arah iradiasi matahari. Solar tracker bekerja baik satu aksis (mengarahkan iradiasi matahari dari lintang timur menuju lintang barat), dan dua aksis (juga mengarahkan iradiasi matahari dari lintang utara dan selatan). Metode ini meningkatkan daya keluaran panel surya sebesar 10 – 20 persen dibandingkan panel surya posisi diam horizontal (*fixed point*). Namun kendala solar tracker adalah cakupan luas permukaan penerimaan iradiasi matahari hanya sebatas luas area panel surya itu sendiri. [6]

Umumnya panel surya diletakkan dengan posisi tetap pada dudukannya (statis), teknik pemasangan panel surya seperti ini memiliki kerugian yaitu pada saat matahari bergerak membelakangi panel *Solar Photovoltaic (SPV)*, energi yang diproduksi panel SPV akan menurun. [7] Menyebabkan posisi panel surya tidak berada dalam posisi yang tepat terhadap arah datang cahaya matahari. Karena berdasarkan rotasi bumi, maka posisi matahari tidak selalu sama setiap saat. Akibatnya, panel surya tidak mampu menyerap energi matahari secara maksimal karena perubahan posisi matahari disetiap waktunya. Berdasarkan masalah tersebut untuk mendapatkan efisiensi maksimum, maka panel surya harus mengikuti pergerakan matahari sehingga tidak ada sudut deviasi antara matahari dan panel surya atau sinar matahari jatuh tegak lurus ke panel surya. [8]

1.2. Identifikasi Masalah

Adapun permasalahan yang dibahas dalam tugas akhir ini adalah:

1. Bagaimana menganalisis optimasi energi listrik pada panel surya 100 WP dengan menggunakan solar tracker Statis 5°.
2. Bagaimana intensitas cahaya matahari yang diterima panel surya dengan menggunakan solar tracker Statis 5°, di daerah kampus UHN Medan.

1.3. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mendapatkan *output* daya panel surya 100 Wp dengan menggunakan *solar tracker statis 5°*
2. Untuk mengetahui data besar daya listrik masuk dan daya listrik keluar yang dihasilkan *solar tracker statis°*

1.4. Kegunaan Penelitian

Adapun kegunaan penelitian ini adalah untuk menganalisis optimasi produksi energi listrik pada panel surya 100 WP dengan menggunakan solar tracker statis 5°.

1.5. Kerangka Pemikiran

Sell surya (*photovoltaic*) merupakan pembangkit listrik yang mampu mengkonversi sinar matahari menjadi arus listrik. Energi matahari pada faktanya menjadi suatu sumber energi yang paling menjanjikan dibandingkan dengan energi yang lainnya, satu-satunya alasan hal ini diungkapkan karena sampai saat ini sifat energi matahari berkelanjutan (*sustainable*) serta jumlahnya tidak terbatas (*Hans Tholstrup*). *Solar cell* konvensional bekerja menggunakan prinsip *p-n junction*, yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n. Semikonduktor tipe-n mempunyai kelebihan hole (muatan negative) sedangkan tipe-p mempunyai kelebihan hole (muatan positif) dalam struktur atomnya. Adanya perbedaan muatan pada sambungan p-n disebut dengan daerah deplesi yang akan mengakibatkan munculnya medan listrik yang mampu menghentikan laju difusi selanjutnya. Medan listrik tersebut mengakibatkan munculnya arus *drift*, yaitu arus yang dihasilkan karena munculnya medan listrik. Akan tetapi, arus ini terimbangi oleh arus difusi sehingga secara keseluruhan tidak ada arus listrik yang mengalir pada semikonduktor sambungan p-n tersebut (Ady, 2008).

1.6. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis terstruktur, metoda yang digunakan untuk mendesain panel surya 100 WP dengan menggunakan solar tracker statis 5°.
2. Survey lapangan dan menentukan lokasi penelitian.
3. Ujicoba, metoda yang digunakan untuk menguji sistem solar tracker statis 5°

4. Studi literatur, yakni berupa studi kepustakaan, kajian dari buku-buku, jurnal terkait dan artikel terkait.

1.7. Lokasi dan Lamanya Penelitian

Lokasi untuk penelitian ini dilaksanakan di Universitas HKBP Nommensen Medan, dan waktu lamanya penelitian ini terlaksana 29-31 Agustus 2023.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Solar Tracker

Solar tracker atau penjejak matahari merupakan suatu piranti elektromekanik yang bekerja untuk mengendalikan orientasi bidang *photovoltaik* (PV) terhadap perubahan arah gerak matahari sehingga menjaga PV tersebut agar selalu tegak lurus dengan arah datangnya sinar matahari. Kondisi tersebut bertujuan untuk menjaga perolehan radiasi matahari yang maksimum bagi photovoltaik. Dalam aplikasinya cara kerja solar tracker dibagi menjadi tiga yaitu berdasarkan sumbu penjejakan, mekanisme penjejakan, dan metode kendali penjejakan. [9]

Kebanyakan panel surya dipasang permanen dengan sudut elevasi yang tetap (*fixed elevating angles*). Hal ini menyebabkan panel surya tersebut tidak dapat menyerap radiasi matahari secara optimal karena matahari selalu bergerak, yaitu dalam arah timur–barat (disebut gerak semu harian matahari) dan utara–selatan (disebut gerak semu tahunan matahari). Penyerapan radiasi matahari akan optimal jika arah radiasi matahari tegak lurus terhadap permukaan bidang panel surya. Oleh sebab itu, diperlukan upaya untuk mengarahkan permukaan panel surya agar selalu tegak lurus terhadap cahaya matahari. Metode untuk mengarahkan panel surya agar selalu mengikuti arah gerak matahari itu dikenal sebagai metode penjejakan arah gerak matahari (*the method of tracking the sun*). [10] Alat yang digunakan untuk mengikuti arah gerak matahari dikenal sebagai solar tracker. Arah gerak matahari tersebut dapat diikuti dengan mengindra perubahan arah cahaya yang dipancarkannya.



Gambar 2.1 Solar Tracker

Optik dalam aplikasi surya terkonsentrasi menerima komponen langsung cahaya matahari dan arena itu harus berorientasi tepat untuk mengumpulkan energi. Sistem pelacakan ditemukan di semua aplikasi konsentrator karena sistem tersebut tidak menghasilkan energi kecuali menunjuk matahari. Sinar matahari memiliki dua komponen, sinar matahari langsung yang membawa 90% energi. Matahari dan sinar matahari menyebar yang membawa sisanya. Energi yang disumbangkan oleh sinar langsung menurun dengan cosinus dari sudut antara cahaya yang masuk dan panel [11].

2.2. Iradiasi Matahari

Iradiasi matahari (*solar irradiation*) adalah satuan besar daya per satuan luas yang diterima oleh bumi dari matahari dalam bentuk radiasi elektromagnetik yang diukur dalam watt per meter persegi (W/m^2) pada satuan internasional (SI). Untuk kerja panel surya dan iradiasi matahari sangat berhubungan erat. Semakin tinggi intensitas iradiasi matahari, maka semakin besar daya yang dihasilkan panel surya. [4]

Iradiasi yang diterima oleh permukaan bumi terdiri dari dua jenis yaitu *direct radiation* dan *diffuse radiation*. *Direct radiation* adalah iradiasi yang diterima langsung dari matahari tanpa adanya pemantulan dari awan atau permukaan atmosfer bumi. Nilai *direct radiation* selalu lebih besar daripada *diffuse radiation*. Sedangkan *diffuse radiation* adalah iradiasi matahari yang sudah mengalami pemantulan dari awan atau permukaan atmosfer bumi. Kedua jenis iradiasi tersebut tetap memiliki peran penting dalam pengaruh daya keluaran panel surya. Apabila kondisi cerah, panel surya mampu menerima iradiasi hingga $1000W/m^2$ sesuai pengujian *datasheet* spesifikasi panel surya. [12] Bumi selalu berevolusi mengitari matahari dalam orbit yang tidak silinder, namun berbentuk elips (sedikit lonjong) sehingga bumi memiliki kondisi dimana berada pada kondisi terjauh dengan matahari (*aphelion*) dan kondisi terdekat dengan matahari (*perihelion*). Fenomena ini menjadikan sebagian bumi, khususnya di Indonesia mengalami musim kemarau dan penghujan.



Gambar 2.2 Ilustrasi Proses Revolusi Bumi

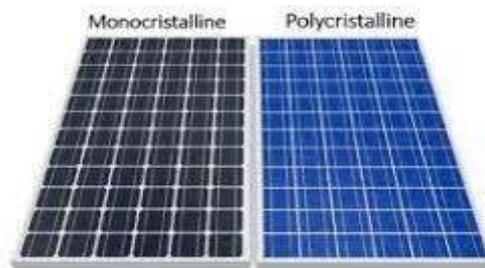
2.3. Panel Surya

Panel surya merupakan salah satu alat konversi energi dari energi surya menjadi energi listrik. Keluaran dari panel surya menghasilkan tegangan DC. Pada umumnya setiap sel dapat menghasilkan tegangan keluaran 0,5 – 0,6 V. dari hasil surya yang terdiri dari 32-36 solar sel dihubungkan secara seri, maka akan menghasilkan kurang lebih 16 V. tegangan ini cukup untuk mengisi accu 12 V. Prinsip dasar dari pembuatan sel surya adalah efek photovoltaic.

Panel surya (solar cell atau solar panel) adalah komponen semikonduktor yang merubah iradiasi matahari menjadi energi listrik menggunakan efek photovoltaic dimana merupakan suatu kondisi material menghasilkan tegangan dan arus apabila terkena cahaya. Perkembangan teknologi panel surya berkembang dengan pesat. Saat ini sudah ada tiga tingkatan teknologi panel surya yang dikembangkan, meskipun secara komersial hanya panel surya jenis monocrystalline dan polycrystalline yang sering ditemui dipasaran. [13]

Panel surya generasi pertama terdiri dari potongan silikon murni dimana terdapat dua jenis produk yang dihasilkan yaitu mono dan polycrystalline. Panel monocrystalline terbuat dari potongan leburan silikon murni yang identik dengan warna biru kehitaman menghasilkan efisiensi hingga 17,4%. Sedangkan polycrystalline terbuat dari campuran leburan silikon yang identik dengan biru terang namun hanya menghasilkan efisiensi maksimal 14,4%. [14] Panel surya generasi kedua adalah pengembangan

dari panel surya generasi pertama dengan fleksibilitas kelenturan dan tebal silikon yang lebih tipis sehingga penempatan panel surya bisa dilakukan ditempat yang sebelumnya tidak bisa dijangkau pada panel generasi pertama. Panel surya generasi kedua umum disebut *thin film photovoltaic*. Ada tiga jenis panel surya berbasis *thin film* yaitu *amorphous silicon* (a-Si), *Copper Indium Gallium Selenide* (CIGS) and *Cadmium Telluride* (CdTe) solar cells. Ketikanya memiliki masing – masing efisiensi sebesar 9.8%, 13.5% and 14.5%. Panel surya generasi tiga masih dalam penelitian dan belum tersedia secara komersil. [15]



Gambar 2.3 Panel surya *monocrystalline* (kiri) dan *polycrystalline* (kanan)



Gambar 2.4 Panel Surya *Thin Film*



Gambar 2.5 Panel surya *monocrystalline* 100WP

Tabel 2.1 Spesifikasi Panel Surya 100 WP

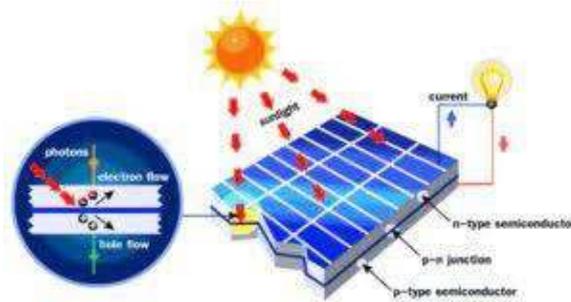
Spesifikasi	keterangan
<i>Max. Power Voltage (Pmax)</i>	100 W
<i>Power Tolerance Range</i>	±3%
<i>Open Circuit Voltage (Voc)</i>	22 V
<i>Rated Voltage (Vmp)</i>	18,29 V
<i>Short Circuit Current (Isc)</i>	5,82 A
<i>Rated Current (Imp)</i>	5,47 A
<i>Max. System Voltage</i>	600 V
<i>Dimension</i>	1005 x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

2.4. Photovoltaic

Kata *photovoltaic* terdiri dari dua kata yaitu *photo* dan *volta*. *Photo* berarti cahaya (dari bahasa Yunani yaitu *phos*, *photos*:cahaya) dan *volta* (berasal dari nama Alessandro volta seorang fisikawan italia yang hidup antara tahun 1745-1827) yang berarti tegangan listrik. Kata *photovoltaic* biasa disingkat dengan PV. *Photovoltaic* adalah teknologi yang menghasilkan tenaga listrik DC (*directcurrent*) dari bahan semikonduktor Ketika terpapar oleh foton. Selama cahaya menyinari *solar cell* (nama untuk individual elemen *photovoltaic*), maka akan menghasilkan tenaga listrik. Ketika tidak ada cahaya, energi listrik juga berhenti dihasilkan.

Sinar matahari memancarkan gelombang dengan panjang gelombang berbeda-beda dari 250 nm sampai dengan 2500 nm berupa ultraviolet, infrared sampai cahaya tampak. Tidak semua sinar langsung cahaya matahari pada atmosfer sampai kepermukaan bumi. Atmosfer

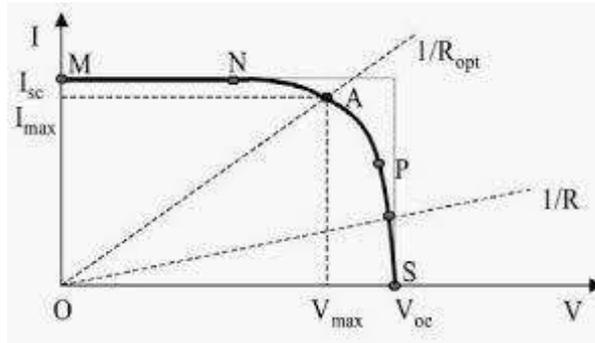
melemahkan banyak bagian spektrum cahaya. Misalnya x-ray hampir semuanya diserap sebelum mencapai tanah. Beberapa persen radiasi ultraviolet juga disaring oleh atmosfer, beberapa dipantulkan kembali keangkasa dan beberapa bagian lagi tersebar diatmosfer yang membuat langit terlihat biru. [16]



Gambar 2.6 Prinsip Kerja Sel Surya

Gambar 6 menunjukkan proses penyerapan cahaya matahari oleh sel surya. Dimana sinar matahari (foton) mengenai permukaan sel surya kemudian sinar matahari ada yang dipantulkan dan dilewatkan dimana ctual dibebaskan dari ikatannya oleh foton dengan tingkatan energi tertentu. Pergerakan panel tersebut menghasilkan arus listrik yang mengalir.

Photovoltaic merupakan alat yang bersifat non-linear. Untuk memahami karakteristiknya diunakan suatu grafik. Berdasarkan kurva arus (I) dan tegangan (V) yang dihasilkan dapat diketahui sifat elektrik dari sel photovoltaic tersebut. Gambar 7 menunjukkan ctual sel dihubungkan dengan beban I. Beban memberi hambatan sebagai garis linear dengan gari $I/V = I/R.$, sehingga menunjukkan daya yang dihasilkan bergantung pada nilai resistansi. Jika R kecil maka sel beroperasi di daerah kurva MN, dimana sel beroperasi sebagai sumber arus yang konstan atau arus short circuit. Jika R besar maka sel beroperasi di daerah kurva PS, dimana sel beroperasi sebagai sumber tegangan yang konstan atau tegangan open-circuit. Jika dihubungkan dengan hambatan optimal (R_{opt}) maka sel surya akan menghasilkan daya maksimal dengan tegangan dan arus yang maksimal. [9]



Gambar 2.7 Kurva I-V *photovoltaic*

2.5. 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 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 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).

Software open source ini digunakan untuk menulis kode pemrograman, *debug error*, dan *upload* program pada *mikrokontroller*

board Arduino. Arduino mendukung perangkat mikrokontroler yang dapat dihubungkan dengan computer menggunakan kabel USB sebagai loader dan port komunikasi serial.



Gambar 2.8 *Arduino Uno*

2.6. Power Suplay

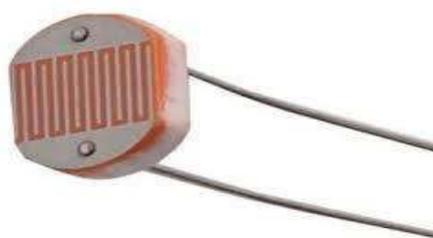
Power supplay sebagai alat atau perangkat keras yang mampu menyuplai tenaga atau tegangan listrik secara langsung dari sumber tegangan listrik ke tegangan listrik yang lainnya. *Power supply* biasanya digunakan untuk komputer sebagai penghantar tegangan listrik secara langsung kepada komponen-komponen atau perangkat keras lainnya yang ada dikomputer tersebut, seperti *hardisk*, kipas, *motherboard* dan lain sebagainya. *Power supply* memiliki input dari tegangan yang berarus *alternating current* (AC) dan mengubahnya menjadi arus *direct current* (DC) lalu menyalurkannya ke berbagai perangkat keras yang ada dikomputer kita. Karena memang arus *direct current* (DC) – lah yang dibutuhkan untuk perangkat keras agar dapat beroperasi, *direct current* biasa disebut juga sebagai arus yang searah sedangkan *alternating current* merupakan arus yang berlawanan. (Tampubolon, 2010).



Gambar 2.9 Power Suplay

2.7. *Light Dependent Resistor (LDR)*

Sensor LDR merupakan jenis resistor yang mengalami perubahan nilai resistansi terhadap besar intensitas cahaya yang diterimanya. Kondisi gelap atau cahaya kurang menyebabkan nilai resistansi dari LDR semakin besar, sedangkan dalam kondisi cahaya terang nilai resistansinya menjadi semakin kecil. Penggunaan sensor LDR terdapat pada aktif solar tracker, dimana menggunakan empat buah LDR yang diletakkan di empat titik acuan berbeda-beda dan diantara keempat LDR tersebut terdapat pemisah yang biasa disebut balancer. Tujuannya adalah untuk mendeteksi perubahan gerak matahari.



Gambar 2.10 Sensor LDR

2.8. **Sensor CMPS10**

Sensor CMPS10 merupakan suatu modul sensor yang terdiri dari magnetometer 3-axis, dan accelerometer 3-axis. Pada solar tracker ini modul sensor CMPS10 digunakan sebagai pengindera posisi aktual dari photovoltaic pada sudut yaw dan pitch. Output pengukuran sudut pitch memiliki nilai rentang sebesar -90° sampai 90° dengan resolusi pengukuran hingga 1° . Sedangkan sudut yaw memiliki range pengukuran sebesar 0° sampai $359,9^{\circ}$ dengan resolusi pengukuran hingga $0,1^{\circ}$. Sensor ini juga dilengkapi dengan fitur auto calibration untuk mereset ulang standar kalibrasinya. Hal ini perlu dikalibrasi karena untuk menghilangkan offset yang diakibatkan oleh sumber elektromagnetik disekitar objek pengukuran. [17]



Gambar 2.11 Modul Sensor CMPS10

2.9. Motor Servo

Motor Servo merupakan perangkat atau *actuator* putar (motor) yang mampu bekerja dua arah (*Clockwise dan Counter Clockwise*) dan dilengkapi rangkaian kendali dengan sistem *closed feedback* yang terintegrasi pada motor tersebut. Pada motor servo posisi putaran sumbu (*axis*) dari motor akan diinformasikan kembali ke rangkaian kontrol yang ada didalam motor servo. Motor ini sangat kompleks karena disusun dari *gearbox*, motor dc, variable resistor dan sistem kendali, sehingga nilai ekonomis dari motor ini juga sangat tinggi dibandingkan motor dc yang lain yg ukurannya sama. Potensiometer sebagai penentu batas maksimal dari putaran sumbu motor servo sedangkan arah putaran dan sudut dari sumbu motor servo dapat diatur berdasarkan pengaturan *duty cycle* sinyal PWM(*Pulse Width Modulation*) pada pin kendali motor servo (Maulana, 2014).



Gambar 2.12 Motor Servo

2.10. Lampu

Lampu adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai penerang, lampu memiliki bentuk seperti botol dengan rongga yang berisi kawat kecil yang akan menyala apabila disambungkan ke aliran listrik. Lampu yang digunakan sebagai daya keluaran adalah bola lampu 35 Watt dan 12 volt.



Gambar 2.13. lampu

BAB III

METODOLOGI PERCOBAAN

3.1. Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif yaitu melakukan penyelidikan yang difokuskan pada pemecahan masalah yang ada saat ini yaitu melakukan observasi pengumpulan data dan pengukuran pada panel surya. Metode deskriptif bertujuan untuk menggambarkan sifat sesuatu yang sedang berlangsung pada saat penelitian dilakukan dan mengkaji sebab-sebab timbulnya gejala atau gejala tertentu. Hal itu dilakukan dengan mengumpulkan data dan fakta (fact finding) sesuai dengan keadaan yang sebenarnya (Thabroni, 2021).

3.2. Lokasi Penelitian

Lokasi penelitian pengujian Statis Solar Tracker berlangsung pada tanggal 22-26 Juli 2023 dilakukan di lantai 2 gedung Work Shop dan Pengembangan Universitas HKBP Nommensen Medan. Posisi koordinat lokasi penelitian terletak pada 3035'49.5"LU 980 40'52.5" BT.

3.3. Cara Kerja Alat

Prinsip kerja panel surya single axis dan double axis solar tracker atau dalam keadaan dinamis dengan cara membuat solar cell mengikuti arah cahaya matahari dari pukul 08:00-17:00. Langkah pertama yang dilakukan yaitu dengan memeriksa sambungan kabel dan memasang semua peralatan. Pasang sensor di bagian depan solar cell. Sambungkan kabel linier motor ke controller yang berfungsi untuk menggerakkan axis. Kemudian sensor yang sudah terpasang berfungsi untuk mendapatkan radiasi matahari yang kemudian di transfer ke controller. Kemudian controller mengukur seberapa besar daya yang masuk dan di lanjutkan ke laptop yang sudah terinstal GUI

Solar tracker V2.1.exe melalui kabel output yang sudah tersambung antara controller dan laptop. Pada saat di GUI Solar tracker V2.1.exe hasil daya yang datang dari Controller diolah ke microsoft excel untuk mendapatkan hasil record data.

3.4. Peralatan yang Digunakan

3.4.1. Kabel output

Kabel output berfungsi untuk menyambungkan controller dengan laptop pada saat pengambilan data / record data.

3.4.2. Controller

Controller berfungsi mengendalikan kinerja alat yang dapat di kendalikan secara otomatis dan secara manual. Dan juga dapat mentransfer data hasil record data ke laptop.

3.4.3. Power Controller

Power controller berfungsi untuk menghidupkan atau mematikan controller dan kinerja alat.

3.4.4. Laptop atau PC

Laptop atau PC berfungsi untuk mengoperasikan SoftwareGUI Solar Tracker V2.1.exe untuk me-record data dan juga untuk mengolah hasil record yang telah langsung otomatis ke excel.

3.4.5. Anemometer

Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin dan temperatur yang banyak dipakai dalam bidang metrologi dan geofisika atau stasiun prakiraan cuaca. Nama alat ini berasal dari kata Yunani *anemos* yang berarti angin.



Gambar 3.1. *Anemometer*

Tabel 3.1 Spesifikasi Anemometer

<i>Merk</i>	<i>Digital Anemometer GM818 Benetech</i>
<i>Measure</i>	<i>Wind Speed & Temperature</i>
<i>Wind speed range</i>	<i>0-30 m\</i> s
<i>Wind temperature range</i>	<i>-10-45 °C (14-113 °F)</i>
<i>Wind speed unit</i>	<i>m/s, Km/h, ft/min, Knost, mph</i>
<i>Temperature display</i>	<i>°C, °F</i>
<i>Power supplay</i>	<i>3V Cr2032 Battery</i>

3.5. Metode Analisa Data

Data yang telah diperoleh dari pengamatan langsung, pengamatan dan pengukuran kemudian dianalisis. Adapun teknik pengolahan datanya adalah sebagai berikut:

1. Data intensitas cahaya matahari diambil rata-ratanya setelah beberapa kali pengukuran.
2. Data dari tegangan yang dihasilkan panel surya 100 WP diambil rata-ratanya setelah dilakukan beberapa kali pengukuran, kemudian diperoleh kesimpulan besarnya tegangan yang dihasilkan oleh panel surya tersebut.
3. Memberikan gambaran hasil pengukuran arus, tegangan dan intensitas cahaya matahari dalam bentuk grafik

3.6. Diagram Alir Statis Solar Tracker

