

**PERANCANGAN *SOLAR ANGLE TRACKER* SEBAGAI PENENTU  
KEMIRINGAN *PHOTOVOLTAIC* MENGGUNAKAN SENSOR LDR  
BERBASIS *INTERNET of THINGS***

Gema Mahardiko

**1607220041**

**Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara**

**Abstrak**

Indonesia merupakan Negara tropis yang memiliki 2 musim yakni, musim hujan dan kemarau. Hal ini membuat Indonesia menjadi negara yang memiliki potensi besar dalam pemanfaatan energi matahari seperti pengeringan dalam bidang sumber pangan dan menjadi sumber energi cadangan dalam bidang kelistrikan. Untuk mendapatkan output photovoltaic yang maksimal, salah satu caranya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Pemasangan posisi panel photovoltaic sangat berpengaruh terhadap penyerapan radiasi matahari. Pengaturan posisi panel photovoltaic dilakukan dengan cara mengatur arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic. Cara yang paling efektif adalah dengan menggunakan solar tracking otomatis, dimana arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic dapat diatur secara otomatis mengikuti pergerakan matahari.

***Kata kunci: Azimut, photovoltaic, tracking.***

**Abstract**

Indonesia is a tropical country that has 2 seasons, namely, the rainy season and the dry season. This makes Indonesia a country that has great potential in the use of solar energy such as drying in the field of food sources and as a backup energy source in the electricity sector. To get the maximum photovoltaic output, one way can be done by optimizing the absorption of solar radiation. The installation of the photovoltaic panel position greatly affects the absorption of solar radiation. Setting the position of the photovoltaic panel is done by adjusting the azimuth direction and tilt angle of the photovoltaic panel. The most effective way is to use automatic solar tracking, where the azimuth direction and tilt angle of the photovoltaic panel can be adjusted automatically following the movement of the sun.

***Keywords: Azimut, photovoltaic, tracking***

## PENDAHULUAN

Pada bidang kelistrikan, energi matahari dapat digunakan menjadi penyuplai energi cadangan dengan mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik melalui alat yang disebut solar panel. Solar panel bekerja dengan prinsip p-n *junction* yaitu *junction* antara semikonduktor tipe-p dan tipe-n yang terdiri dari ikatan-ikatan atom di mana elektron sebagai penyusun dasarnya. Fungsi dari p-n *junction* ini adalah untuk membentuk medan listrik sehingga elektron bisa di ekstrak oleh material kontak untuk menghasilkan listrik.

Untuk mendapatkan output photovoltaic yang maksimal, salah satu caranya dapat dilakukan dengan cara mengoptimalkan penyerapan radiasi matahari. Pemasangan posisi panel photovoltaic sangat berpengaruh terhadap penyerapan radiasi matahari. Pengaturan posisi panel photovoltaic dilakukan dengan cara mengatur arah azimuth dan sudut tilt panel photovoltaic. Tetapi karena faktor finansial dan perawatan peralatan yang tinggi cara ini kurang banyak peminat. Sehingga user lebih memilih panel photovoltaic yang bisa diatur secara manual selama periode tertentu (Darussalam et al., 2016).

Dalam menentukan sudut panel, ada beberapa aspek yang perlu diperhatikan salah satunya ialah titik azimuth matahari (M. L. Murtadlo, 2017). Menentukan titik azimuth ada beberapa cara, antara lain dengan melakukan pengamatan benda-benda langit, yang umum dilakukan ialah terhadap matahari dan bintang. Selain itu dengan kedua titik pengukuran yang sudah di ketahui koordinatnya. Dimana pengamatan koordinatnya diperoleh dengan melakukan pengukuran menggunakan pengamatan *Global Positioning System* (GPS) (M. Murtadlo & Yuwono, 2017).

Berdasarkan penjelasan tersebut, adapun tujuan penelitian ini yaitu, untuk

mengetahui bagaimana cara merancang solar angle tracking sebagai penentu kemiringan photovoltaic, bagaimana cara menentukan kemiringan sudut panel pada PLTS Pematang Johar dan mengetahui nilai efektif sudut panel agar penyerapan energi matahari dapat diserap maksimal.

## TINJAUAN PUSTAKA

### Tinjauan Pustaka Relevan

Energi surya merupakan sumber energi terbarukan yang tersedia secara berlimpah di Indonesia. Salah satu cara memanfaatkan energi surya adalah dengan mengubahnya menjadi energi listrik menggunakan modul fotovoltaik atau modul surya yang disebut pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) (Sianipar, 2014). Untuk itu, banyak sekali penelitian dilakukan untuk dapat menciptakan standarisasi terkait perancangan dan pembangunan PLTS. Dilakukan oleh saudara (M. L. Murtadlo, 2017), dengan melakukan penelitian mengamati sudut azimuth dengan menggunakan metode *Global Positioning System* (GPS), ia mengemukakan bahwa bahwa semakin kecil nilai ketelitian azimuth dari sebuah pengamatan terhadap azimuth BM referensi, semakin kecil juga jarak penyimpangannya. Sedangkan semakin besar nilai ketelitian azimuth dari sebuah pengamatan, semakin besar juga jarak penyimpangannya dari azimuth BM referensi.

Penggunaan metode GPS tidak hanya terpaku pada satu sistem saja, ada beberapa referensi tambahan untuk mendapatkan hasil akhir yang maksimal seperti penambahan *antenna tracker*. Penggunaan *antenna tracker* ialah agar pengamatan dapat mengikuti pergerakan sumber sinyal yang dilacak pada penelitian adalah matahari (Elektro et al., 2017). Seperti diketahui, azimuth merupakan hal yang tidak dapat diabaikan dalam menentukan posisi sudut panel PLTS. Ada beberapa metode dalam melakukan

penelitian azimuth seperti yang dilakukan pada penelitian (M. Murtadlo & Yuwono, 2017), menyimpulkan bahwa nilai azimuth pengamatan GPS lebih teliti daripada pengamatan tinggi matahari yang dibandingkan terhadap nilai azimuth dari 2 titik BM referensi. Ketelitian nilai azimuth pengamatan tinggi memiliki rata-rata sebesar 4 menit 48,5 detik. Sedangkan ketelitian nilai azimuth pengamatan GPS memiliki rata-rata sebesar 7,24 detik.

Selain menggunakan metode GPS dan tinggi matahari, pengamatan azimuth juga dapat dilakukan menggunakan alat ukur theodolite. Didapatkan azimuth sebesar N 120026' 13" terhadap utara geografis (UG). Setelah dikorelasikan antara azimuth yang dihasilkan dari pengamatan matahari dengan azimuth magnet kompas yang diperoleh dari alat ukur theodolit Wild T.1 didapatkan koreksi pembacaan sebesar 00 26' 13" (Azimut et al., 2000). Dengan arus keluaran panel sel surya tertinggi yakni, pada sudut 30°, sudut 35°, dan sudut 40°, sedangkan dengan menggunakan metode regresi kuadratik sudut optimum peletakan panel sel surya dalam menerima paparan radian sinar matahari pada sudut 36.7°.

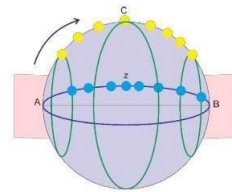
### Landasan Teori

#### 1. Photovoltaic

Photovoltaic merupakan sebuah lempengan logam yang menghasilkan sejumlah arus listrik jika dikenai cahaya (foton). Arus yang dihasilkan oleh photovoltaic tersebut dipengaruhi oleh beberapa besaran fisis yaitu intensitas cahaya (iradiansi) dan temperatur dari modul photovoltaic itu sendiri. Semakin besar intensitas cahaya yang mengenai photovoltaic tersebut, maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Namun, kekurangan yang dimiliki oleh PV dan di buoy weather station khususnya adalah masih belum dapat menghasilkan daya maksimal sebagaimana spesifikasi dari PV itu sendiri (Putra et al., 2013).

#### 2. Titik Azimut

Sudut azimuth atau juga sering disebut bearing merupakan sudut yang dibentuk oleh dua garis lurus, garis pertama menuju utara peta/grid atau utara kompas dan garis ke dua menuju suatu titik sasaran yang dihitung searah jarum jam, Atau dengan kata lain bahwa sudut azimuth adalah sudut yang dibentuk dari pengamat menuju objek dengan arah utara sebagai acuannya.



Gambar 2.2 Ilustrasi sudut azimuth matahari

Ada beberapa cara untuk mendapatkan azimuth antara lain:

1) Azimut dengan kompas, dengan membaca sudut yang dibentuk oleh jarum magnet dengan arah utara kompas. Namun, pengukuran azimuth ini dipengaruhi oleh logam-logam (besi, nikel) yang berada di dekat pengukuran.

2) Azimut dengan dua titik pengukuran yang sudah diketahui koordinatnya atau XB-XA triangulasi misalnya titik A dan B, menggunakan rumus

$$a = \frac{XB - XA YB}{-YA}$$

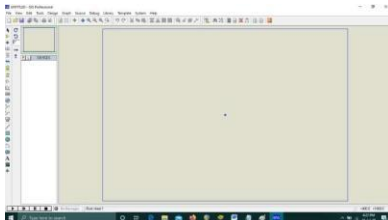
#### 3. Sensor MPU6050

Sensor adalah jenis transduser yang digunakan untuk mengubah variasi mekanis, magnetis, panas, dan sinar menjadi tegangan dan arus listrik. Pada saat ini, sensor telah dibuat dengan ukuran sangat kecil dengan orde nanometer. Ukuran yang sangat kecil ini sangat memudahkan pemakaian dan menghemat energi.

Sensor Gyro merupakan sensor yang berfungsi menentukan orientasi gerak dengan bertumpu pada roda yang berotasi dengan cepat pada sumbu yang berdasarkan momentum sudut. IMU

(*Inertial Measurement Unit*) sensor MPU6050 merupakan alat yang memanfaatkan sistem pengukuran seperti gyroscope dan accelerometer untuk memperkirakan posisi relatif, kecepatan, dan akselerasi dari gerakan motor.

MPU 6050 adalah chip IC inverse yang didalamnya terdapat sensor accelerometer dan gyroscope yang sudah terintegrasi. accelerometer digunakan untuk mengukur percepatan, percepatan gerakan dan juga percepatan gravitasi. Berikut adalah tampak fisik dari sensor MPU6050 yang terdapat pada Gambar 2.3 berikut ini:



(Sumber: [www.electrooobs.com/images/Robotica/tut\\_6/mpu6050.jpg](http://www.electrooobs.com/images/Robotica/tut_6/mpu6050.jpg))  
Gambar 2.3 Sensor MPU 6050

#### 4. Thingier.io Platform

Thingier.io adalah platform Internet of Things (IoT) yang menyediakan fitur cloud untuk menghubungkan berbagai perangkat yang terkoneksi dengan internet. Thingier.io juga dapat memvisualisasikan hasil pembacaan sensor dalam bentuk nilai atau grafik..

#### 5. Software Proteus

*Software* Proteus adalah sebuah *software* yang digunakan untuk mendesain PCB yang juga dilengkapi dengan simulasi *PSPICE* pada level skematik sebelum rangkaian skematik di-*upgrade* ke PCB untuk memastikan sistem rangkaian dapat berfungsi dengan semestinya. *Proteus* mengkombinasikan program ISIS untuk membuat skematik desain rangkaian dengan program ARES atau disebut juga *Advanced Routing and Editing Software*

yang digunakan untuk membuat modul layout PCB.

Gambar 2.5 Tampilan *Software* Proteus



## METELOGI PENELITIAN

### 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Wisata Sawah Pematang Johar, Kec. Labuhan Deli, Kab. Deli Serdang pada tanggal 9 Juli 2020 sampai selesai.

### 2. Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian merupakan serangkaian proses – proses yang terjadi selama penelitian yang disusun secara urut dari tahap yang pertama sekali dilakukan sampai dengan tahap yang terakhir. Dengan alur penelitian, dapat ditentukan tujuan dan arah penelitian tugas akhir ini akan dilakukan.

### 3. Perancangan Sistem

Perancangan sistem merupakan langkah awal untuk menentukan bentuk alat yang akan dibuat. Tahap perancangan dilakukan agar pada saat pembuatan alat dapat terealisasi secara terstruktur, sistematis, efektif dan efisien. Berikut beberapa tahapan dalam perancangan sistem pada penelitian ini antara lain:

### 3. Perancangan Skema Alat Menggunakan Software Proteus

Setelah mengetahui cara kerja alat, perancangan software pun dilakukan dengan tujuan merancang skema yang akan digunakan sebagai acuan rangkaian sistem yang dirancang nanti. Perancangan software dalam penelitian ini dibuat menggunakan software Proteus yang dibuat sesuai dengan kebutuhan yang diperlukan dalam penelitian tugas akhir ini.

Berikut merupakan tampilan dari skema rangkaian yang akan digunakan pada penelitian tugas akhir ini yang dijelaskan pada gambar dibawah ini:

**Gambar 3.4. Skema rangkaian menggunakan software Proteus**

#### 4. Perancangan Program

Sistem mikrokontroler seperti arduino tidak dapat berfungsi sebelum intruksi program diberikan. Program tersebut nantinya yang akan mengubah sistem kerja pada Arduino sesuai dengan kebutuhan penelitian. Adapun program yang akan di- *upload* nanti dibuat menggunakan *software* Arduino IDE dengan eksistensi jenis Bahasa C. Bentuk program tersebut dapat dilihat pada gambar di bawah ini:



```

1 #include <Servo.h>
2 #include <SPI.h>
3 #include <SD.h>
4
5 Servo myServo;
6 File myFile;
7
8 #define LDR_1 A0
9 #define LDR_2 A0
10 #define limitSwitch 2
11 #define PV A0
12
13
14 int pos = 0;
15 int error;
16 int selisih = 5;
17 int geser;
18 int var_1 = 0;
19 int var_2 = 0;
20 int state = 0;
21 int limew;
22 int sensorLdr_1;
23 int sensorLdr_2;
24 #define A 0; // Pin 10
25 #define B 13; // Pin 9
26
27
28 void setup() {
29   Serial.begin(9600);
30   myServo.attach(15);
31
32 }
33 void loop() {
34   // if (state == 0)
  
```

**Gambar 3. 7. Bentuk program Wemos D1**

### HASIL DAN ANALISA

#### 1. Hasil Pengamatan Tegangan, Temperatur, Intensitas Cahaya, dan Sudut

Data tegangan, temperatur, intensitas cahaya, dan sudut diperoleh melalui data rata-rata pembacaan sensor yang dikirimkan melalui platform *thinger.io*. Pengujian dilakukan dimulai dari jam 10.00 hingga jam 17.00. Pada hari pertama dan ke ketujuh data rata-rata yang diperoleh ditunjukkan pada tabel berikut ini:

Tabel 4.1. Data pengamatan hari pertama

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.7	34	61.786	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17.1	37	85.547	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.0	39	86.944	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.2	39	89.476	150 s/d 180
5	14.00-15.00	16.6	38	72.894	180 s/d 210
6	15.00-16.00	14.6	35	54.765	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.4	32	50.875	240

Tabel 4.7. Data pengamatan hari ke-7

No.	Waktu	Tegangan (V)	Temperatur (°C)	Intensitas Cahaya (lux)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	16.7	36	75.786	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17.3	38	89.547	90 s/d 120
3	12.00-13.00	17.0	38	86.944	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.1	38	87.476	150 s/d 180
5	14.00-15.00	16.7	37	72.894	180 s/d 210
6	15.00-16.00	15.3	35	54.765	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.4	32	40.875	240

#### 2. Hasil Rata-rata Pengamatan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari pengujian sebelumnya, maka dapat dihitung nilai rata-rata tegangan, temperature, intensitas cahaya, dan sudut dalam 1 minggu adalah sebagai berikut:

Tabel 4.8. Nilai rata-rata tegangan berdasarkan besar sudut

No.	Waktu	Tegangan (V)	Sudut (°)
1	10.00-11.00	15.2	60 s/d 90
2	11.00-12.00	17	90 s/d 120
3	12.00-13.00	16.6	120 s/d 150
4	13.00-14.00	17.2	150 s/d 180
5	14.00-15.00	15.9	180 s/d 210
6	15.00-16.00	14	210 s/d 240
7	16.00-17.00	12.7	240

Dari tabel di atas, diperoleh bahwa nilai tegangan tertinggi berada pada sudut 90° s/d 120° yaitu saat jam 11.00-12.00 dan sudut 150° s/d 180° yaitu saat jam 13.00- 4.00 dimana radiasi sinar matahari paling besar.

## KESIMPULAN DAN SARAN

### Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang dilakukan, diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Tegangan tertinggi yang dihasilkan panel PV berada pada jam 11.00-12.00 dan jam 13.00-14.00.
2. Penyerapan radiasi matahari terbesar berada pada sudut  $-30^{\circ}$  s/d  $0^{\circ}$  dan sudut  $330^{\circ}$  s/d  $60^{\circ}$ .
3. Temperatur mempengaruhi penyerapan radiasi matahari pada panel PV.

### Saran

Adapun saran dari penulis sebagai pengembangan dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut :

1. Penulis berharap agar penelitian selanjutnya dapat mencari pelacak lain yang dapat mengoptimasi daya dengan memanfaatkan selisih daya yang dihasilkan *photovoltaic*.
2. Agar dilakukan perbandingan algoritma dengan menggunakan metode penghitungan sudut azimut yang berbeda.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ali, S., Pandria, T. M. A., Teknik, D., Universitas, M., & Umar, T. (2019). *Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh*. 5(1), 21–29.
- Andriansyah, F. (2020). *Rancang Bangun Alat Ukur Sudut Punggung untuk Mempermudah Perhitungan Rula Menggunakan MPU-6050*. <http://repositorio.unan.edu.ni/2986/1/5624.pdf>
- Azimut, P., Dalam, M., Topografi, P., & Rirang, D. I. (2000). *N 120° sehingga diperoleh koreksi selisih pembacaan azimut sebesar 00° 26' 13"*. 57–71.
- Bahari, S., & Laka, A. (2017). *Pengaruh Perubahan Arah Sudut Sel Surya Terhadap Tegangan*. November, 1–2.
- Darussalam, R., Rajani, A., & Atmaja, T. D. (2016). *Pengaturan Arah Azimuth dan Sudut Tilt Panel Photovoltaic untuk optimalisasi Radiasi Matahari*. V, 31–36.
- Ekaputri, C., Teknik, F., Telkom, U., & Clock, R. (2018). *Desain Optimal Dan Implementasi Penggerak Panel Surya Menggunakan Metode Perhitungan Sudut Azimuth Matahari Optimal Design And Implementation Of Solar Panel Drive Using Azimuth Solar Angle Calculation Methods*. *E-Proceeding of Engineering*, 5(3), 3887–3894.
- Elektro, S. T., Teknik, F., Surabaya, U. N., Elektro, D. T., Teknik, F., & Surabaya, U. (2017). *Pengendalian Posisi Azimut Antena Tracker Berbasis Global Positioning System ( Gps ) Dengan Kendali Pd Fuzzy*.
- Energi, J. (2018). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Terhadap Arus Keluaran Pada Photovoltaic Dengan Menggunakan*. 10(2), 137–144.
- Hafid, A., Abidin, Z., Husain, S., Umar, R., & Pendahuluan, I. (2017). *Analisa Pembangkit Listrik Tenaga Surya Pulau Balang Lompo*. *Jurnal*

- Listrik Telekomunikasi Elektronika*, 14(1), 6–12.
- Kusuma, A. (2020). Rancang Bangun Alat Pelipat Baju Otomatis Menggunakan Arduino Uno. In *Orphanet Journal of Rare Diseases* (Vol. 21, Issue 1). <https://doi.org/10.1155/2010/706872>
- Murtadlo, M. L. (2017). Analisis Ketelitian Azimut Pengamatan Matahari Dan Global Positioning System ( GPS ) ( Studi Kasus : Kampus ITS Sukolilo , Surabaya ) menyangkut kemampuan disiplin ilmu geodesi membutuhkan suatu penentuan azimut ( Yoel, 2009 ). Prinsip benda-benda langit. *GEOID*, 13(1), 69–76.
- Murtadlo, M., & Yuwono. (2017). Studi Perbandingan Ketelitian Nilai Azimut Melalui Pengamatan Matahari dan. *Jurnal Teknik ITS*, 6(1), 4–8.
- Optimalisasi, J., Issn, P., Issn, E., Pandria, T. M. A., Studi, P., Industri, T., Teknik, F., & Umar, U. T. (2017). *Penentuan Kemiringan Sudut Optimal*. 3, 123–131.
- Pakpahan, R., Ramadan, D. N., & Hadiyoso, S. (2017). Rancang Bangun Dan Implementasi Automatic Transfer Switch (Ats) Menggunakan Arduino Uno Dan Relai. *Jurnal Elektro Dan Telekomunikasi Terapan*, 3(2), 332–341. <https://doi.org/10.25124/jett.v3i2.302>
- Pangestuningtyas, D. L. (n.d.). *Analisis Pengaruh Sudut Kemiringan Panel Surya Terhadap Radiasi Matahari Yang Diterima Oleh Panel Surya Tipe Larik Tetap Metode*. 0–7.
- Qodir, F., & Putra, J. A. (n.d.). *Tranduser ultrasonik sebagai pendeteksi gerak pada sistem keamanan rumah*. 61–71.
- Rimbawati, Setiadi, H., Ananda, R., & Ardiansyah, M. (2019). Perancangan Alat Pendeteksi Kebocoran Tabung Gas LPG Dengan Menggunakan Sensor MQ-6 Untuk Mengatasi Bahaya Kebakaran. *Journal of Electrical Technology*, 4(2), 2502–3624.
- Sianipar, R. (2014). *Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. 11(2), 61–78.
- Tamimi, S., Indrasari, W., & Iswanto, B. H. (2016). *Optimasi Sudut Kemiringan Panel Surya Pada Prototipe Sistem Penjejak Matahari Aktif*. V, SNF2016- CIP-53-SNF2016-CIP-56. <https://doi.org/10.21009/0305020111>
- Tawurisi, F., Mangindaan, G. M. C., Silimang, S., Elektro, T., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2019). *Rancang Bangun Sistem Kendali Automatic Transfer Switch Perusahaan Listrik Negara – Generator Set*. 8(3), 143–152.