

PENENTUAN KEMIRINGAN PANEL SURYA MENGGUNAKAN METODE AZIMUT PADA PLTS RUMAH SUMBUL

Rimbawati¹⁾, Kris April Mas Sahlul²⁾, Juli Riandra³⁾, Budhi Santri Kusuma⁴⁾

^{1,2,3)} Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

⁴⁾ Universitas Medan Area

Jl. Kapten Muchtar Basri No. 3, Kota Medan, Sumatera Utara^{1,2,3)}

Jl. Kolam No. 1 Kota Medan, Sumatera Utara⁴⁾

rimbawati@umsu.ac.id

Abstrak

Teknologi photovoltaik sangat berpotensi untuk diterapkan di Indonesia khususnya pada wilayah-wilayah terpencil yang tidak terjangkau oleh fasilitas penyedia daya pemerintah. Namun permasalahan utama dalam aplikasinya adalah daya yang dihasilkan sangat tergantung pada suhu lingkungan serta intensitas radiasi matahari yang diterima di suatu wilayah. Intensitas radiasi matahari tersebut dipengaruhi oleh cara pemasangan panel surya serta sudut kemiringan yang tepat. Penelitian ini dilakukan untuk menentukan sudut kemiringan terhadap daya keluaran panel surya, berlokasi di Dusun Bintang Asih Desa Rumah Sumbul Kecamatan Tigajuhar Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. Wilayah tersebut berada pada ketinggian 380 mdpl dengan suhu pada cuaca cerah antara 27°-40°C yang merupakan salah satu desa tertinggal di Indonesia. Penelitian ini menggunakan panel surya tipe monocrystalline 100 Wp dengan sistem solat tracker dengan metode azimuth guna menentukan sudut terbaik. Berdasarkan analisa data diperoleh bahwa besar perbedaan sudut kemiringan untuk metode azimuth diperoleh sudut kemiringan cuaca cerah sebesar 43°. Selanjutnya besar perbedaan daya keluaran untuk metode azimuth daya output pengujian cuaca cerah dengan rata-rata suhu 38,34°C, tegangan 13,97 V, dan arus 2,94 A menghasilkan daya keluaran terbesar 70.11 W.

Kata Kunci : Kemiringan, Panel Surya, Azimuth, Daya

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara tropis yang akan selalu memperoleh sinar matahari sepanjang tahun. Kondisi alami ini tentunya harus dimanfaatkan secara maksimal sebagai sumber energi, seperti Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang terus dikembangkan di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Surya atau biasa disebut PLTS merupakan suatu bentuk cahaya yang dipantulkan melalui sinar matahari ke panel surya sebagai proses terjadi perubahan menjadi energi listrik yang dapat dimanfaatkan sedemikian rupa sebagai kebutuhan sehari-hari, pembangkit listrik tenaga surya juga merupakan pembangkit listrik yang ramah lingkungan, efisien dan mudah untuk diterapkan [1]. Dusun bintang asih merupakan salah satu dusun terpencil di Desa Rumah Sumbul Kecamatan Tigajuhar Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara yang tergolong desa tertinggal. Mayoritas masyarakat di Dusun ini mempunyai mata pencarian sebagai buruh tani di perkebunan sawit, salak dan karet. Di Dusun Bintang Asih juga terdapat 2 pembangkit listrik yaitu pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH). Pembangkit listrik tenaga mikro hidro di Dusun bintang asih digunakan untuk melayani kebutuhan beban listrik terus menerus pada desan tersebut, sudah banyak penelitian yang sudah mengembangkan pembangkit listrik tenaga mikro hidro (PLTMH) bintang asih antara lain sebagai berikut [2] penelitian ini bertujuan untuk menjadwalkan pengoperasian pembangkit listrik hybrid solar/photovoltaic/

microhydro di desa Rumah Sumbul dalam melayani kebutuhan beban di untuk memperoleh kombinasi sistem yang terbaik dan ekonomis yang mampu melayani kebutuhan beban listrik terus menerus. Menurut [3] Provinsi Sumatera Utara berpotensi untuk mengembangkan teknologi pembangkit listrik hibrida (mikrohidro, surya, angin dan baterai) untuk mendukung percepatan pembangunan desa. Untuk pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) di Dusun Bintang Asih digunakan untuk menerangi masjid dan memompa air di masjid untuk masyarakat mengambil wudhu pada saat melaksanakan sholat, pada pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengalami kendala dimana daya *output* yang dihasilkan panel surya kurang maksimal sehingga terkadang pompa air tidak bisa digunakan.

Untuk Mengatasi hal tersebut itu diperlukan suatu studi untuk dapat mengetahui posisi sudut kemiringan optimal panel surya terhadap posisi sinar surya yang datang terhadap permukaan panel surya [4]. Sudut kemiringan optimal panel surya merupakan salah satu faktor penentu terhadap penerimaan jumlah radiasi surya dalam jumlah maksimal, sehingga akan berdampak terhadap daya keluaran panel surya. Untuk memaksimalkan intensitas matahari yang diterima oleh panel surya maka perancangan sistem dibutuhkan menurut [5]. Sudut kemiringan panel surya yang paling tepat untuk menerima radiasi matahari yang paling tinggi sudut yang dipengaruhi pemasangan panel surya pada instalasi ada 2 macam yaitu sudut kemiringan panel surya terhadap bidang horizontal atau disebut juga dengan slope dan sudut yang diukur searah

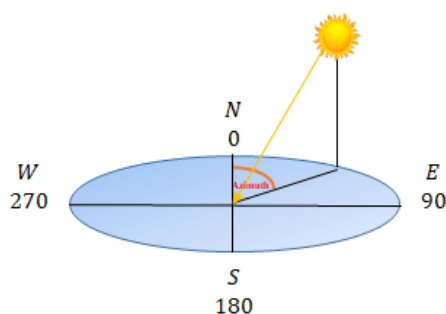
dengan acuan arah selatan yang disebut dengan sudut azimuth.

Penelitian ini membahas tentang pengaruh sudut kemiringan panel surya terhadap daya *output* yang dihasilkan panel surya. Dalam penelitian ini penulis menggunakan metode azimuth yang dimana tujuannya untuk mencari sudut kemiringan pada panel surya yang optimal dan juga untuk menghasilkan daya *output* yang maksimal pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) di Desa Tigajuhar.

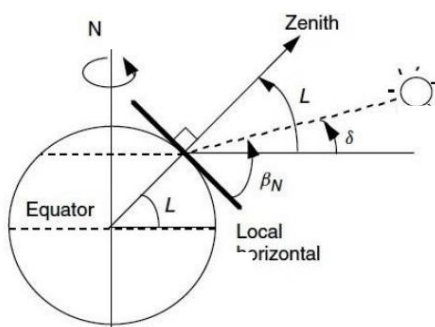
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sudut Azimuth

Sudut azimuth adalah arah mata angin dari mana cahaya matahari datang. Pada tengah hari, matahari selalu berada tepat di selatan di belahan bumi bagian utara dan tepat di utara di belahan bumi bagian selatan. Menurut [7] Sudut azimuth berubah sepanjang hari sebagaimana ditunjukkan pada animasi di bawah. Pada saat ekuinoks, matahari terbit tepat dari timur dan terbenam tepat di barat, terlepas dari derajat lintangnya, sehingga sudut azimuth adalah 90^0 pada matahari terbit dan 270^0 pada matahari terbenam.



Gambar 1. Sudut Azimuth



Gambar 2. Sudut azimuth saat matahari siang hari

Garis yang ditarik dari sistem bumi – matahari seperti pada gambar 2. Rata –rata panel surya di posisikan menghadap equator, bagi belahan utara bumi menghadap ke selatan, sedangkan bagi belahan selatan bumi menghadap ke utara. Konfigurasi lainnya adalah memiringkan panel surya pada sudut

kemiringan tertentu yang sama dengan latitude lokasi, merupakan cara terbaik untuk mendapatkan jumlah radiasi maksimal yang terpapar ke permukaan panel surya. Saat siang hari matahari mencapai titik tertinggi dan merupakan titik referensi penting untuk hampir semua perhitungan matahari. Sudut azimuth dihitung dari parameter di atas:

$$\text{Azimuth} = \cos^{-1} \left[\frac{\sin \delta \cos \phi - \cos \delta \sin \phi \cos(HRA)}{\cos \alpha} \right] \dots (2.1)$$

Dengan α sebagai elevasi, ϕ adalah derajat lintang, dan δ adalah deklinasi.

Persamaan di atas hanya memberikan sudut azimuth yang benar di pagi hari sehingga:

$$\text{Azimuth} = A_{zi}, \text{ for LST} < 12 \text{ or HRA} < 0$$

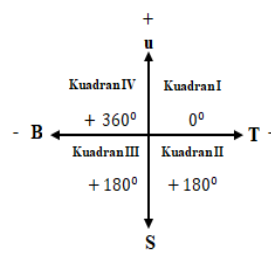
$$\text{Azimuth} = 360^0 - A_{zi}, \text{ for LST} > 12 \text{ or HRA} > 0$$

Ada beberapa cara untuk mendapatkan azimuth:

1. Azimuth dengan kompas, dengan membaca sudut yang dibentuk oleh jarum magnet dengan arah utara kompas. Pengukuran azimuth ini dipengaruhi oleh logam – logam (besi, nikel) yang berada di dekat pengukuran.
2. Azimuth dengan dua titik pengukuran yang sudah diketahui koordinatnya (X,Y) atau triangulasi, misalnya titik A dan B, menggunakan rumus: $\alpha_{AB} = \tan^{-1} \frac{XB - XAYB - YA}{YA}$ Dimana : XA, XB = koordinat easting (dalam meter) YA, YB = koordinat northing (dalam meter) α_{AB} = azimuth titik A ke titik B.

2.2 Penentuan Sudut Azimuth Dari 2 Titik Koordinat

Untuk mengetahui azimuth dari koordinat, kita juga harus tahu pembagian dari Kuadran azimuth yang terbagi menjadi 4 kuadran. Untuk lebih jelas tentang kuadran azimuth dalam Ilmu Ukur Tanah bisa lihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 3. Sistem Kuadran Ilmu Ukur Tanah

1. Rumus Perhitungan Cara Menghitung Azimuth Antara Dua Titik Koordinat Yaitu :

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{xb - xa}{yb - ya} \right) \dots (2.2)$$

2.3 Daya

Daya adalah laju energi yang disalurkan selama melakukan suatu usaha dalam periode waktu tertentu. Satuan Internasional (SI) untuk daya yaitu Joule / Sekon (J/s) = Watt (W). Satuan Watt digunakan sebagai tanda kehormatan untuk seorang ilmuwan bernama James Watt yaitu penemu mesin uap. Satuan daya lainnya yang sering digunakan adalah Daya Kuda atau Horse Power (Hp), dimana 1 hp = 746 Watt.

Rumus Daya Listrik

$$P = V \times I \dots \dots \dots (2.3)$$

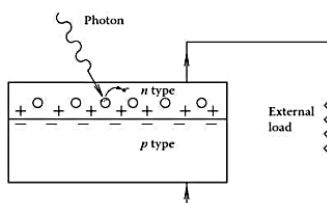
Daya merupakan besaran Skalar, hal ini dikarenakan Dayanya memiliki Nilai dan tidak memiliki arah. Besarnya daya listrik dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu:

- Keberadaan tegangan listrik
- Kuat arus listrik
- Hambatan listrik di dalam rangkaian listrik yang tertutup
- Keadaan daya listrik terhadap waktu
- Beberapa kondisi tersebut dapat menjadi penentu dari besarnya daya listrik

yang diperlukan oleh peralatan listrik untuk bekerja secara optimal. Namun, pada umumnya peralatan listrik sudah mencantumkan nilai daya pada label produk.

2.4 Cara Kerja Panel Surya

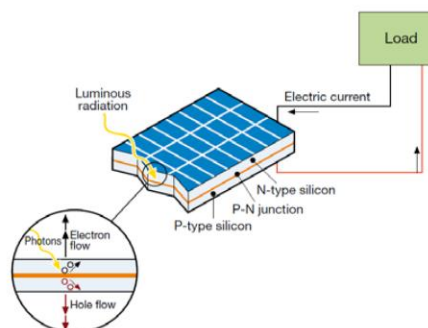
Pembangkit listrik tenaga surya konsepnya sederhana, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Menurut [6] Ada beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan daya yang dihasilkan yaitu temperature permukaan panel sel surya sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan dari panel surya yang artinya semakin rendah suhu permukaan maka efisiensi panel surya akan semakin meningkat begitupun sebaliknya.



Gambar 4. Ilustrasi Poton Menuju Panel

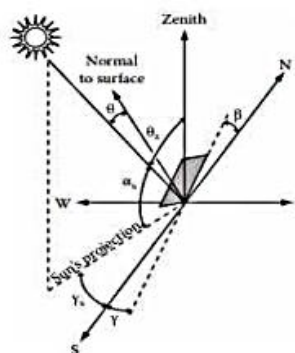
Efek Photovoltaic Ketika foton dari cahaya diserap oleh elektron valensi sebuah atom, energi elektron meningkat sesuai dengan jumlah energi dari foton [7]. Perpindahan elektron dikarenakan foton ditunjukkan oleh Gambar 4. Jumlah radiasi langsung dengan posisi datang tegak lurus terhadap panel atau membentuk sudut 90°. Saat jalur pergerakan matahari berada di sebelah utara bumi, maka panel

harus diarahkan ke timur, dan saat itu bernilai positif [8]. Saat jalur pergerakan matahari berada di belahan barat bumi, maka panel harus diarahkan ke selatan, saat itu bernilai negatif seperti tampak pada gambar. Dengan memahami jalur pergerakan matahari kita juga dapat menentukan pola bayangan yang akan terjadi pada benda, sehingga dalam perencanaan instalasi panel surya, hal ini juga harus diperhatikan [9]. Bila bayangan yang akan terjadi menghalangi permukaan panel, maka posisi permukaan panel dapat dipindahkan dari sumber bayangan didepannya.



Gambar 5. Pergerakan Cahaya Menghasilkan Daya

Jumlah energi yang dihasilkan oleh panel surya bergantung kepada energi matahari yang tersedia, yang pada khususnya bergantung pada arah modul surya terhadap matahari [10]. Ketika panel surya mendapat masukan berupa intensitas cahaya matahari maka akan dapat menghasilkan arus. Besar arus yang dihasilkan oleh panel surya berbanding lurus dengan besar intensitas cahaya matahari yang masuk.



Gambar 6. Pancaran Arah Sinar Matahari

Untuk periode ketika ketinggian matahari maksimum matahari pada posisinya rendah, akan lebih aman untuk memasang kolektor dengan kemiringan yang lebih besar untuk meminimalkan sudut antara sinar matahari dan permukaan normal kolektor [11]. Untuk periode ketika matahari berada di jalur yang lebih tinggi di langit, sudut kemiringan harus kecil. Untuk pemanenan yang lebih maksimal beberapa sudut kemiringan dapat digunakan untuk beberapa kondisi dalam satu tahun.

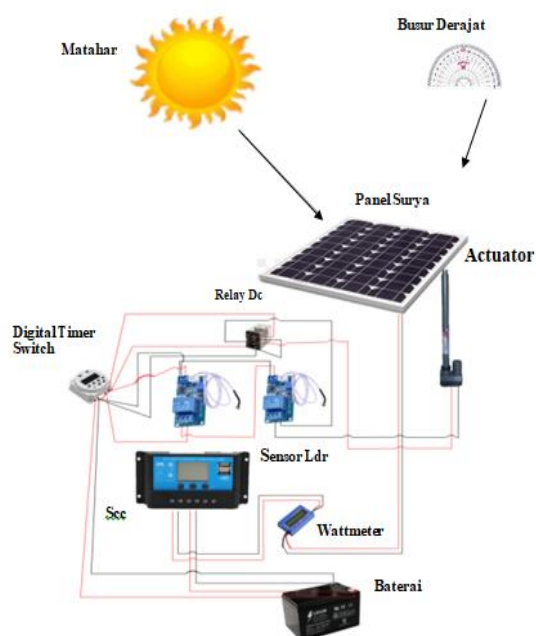
III. METODE

3.1. Lokasi Penelitian

Dalam pelaksanaan penelitian ini dilakukan di Desa Rumah Sumbul Kecamatan Tigajuhar, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara.

3.2. Metode Penelitian

Penelitian dan pengambilan data sudah dilakukan pada bulan Agustus sampai September 2022 bertempat di Desa Rumah Sumbul, Kec.TigaJuhar, Kab.Deli Serdang. Adapun prosedur percobaan yang harus dilakukan dan diketahui dalam pelaksanaan ini antara lain sebagai berikut:



Gambar 7. Kemiringan Sudut Azimut

Intensitas radiasi matahari yang diterima oleh panel surya sangat mempengaruhi daya yang dihasilkan oleh system panel surya. Semakin besar intensitas radiasi yang diterima maka daya yang dapat dihasilkan oleh sistem juga semakin besar karena energi matahari merupakan sumber utama dari pembangkitan menggunakan teknologi PLTS. Daya keluaran sistem photovoltaic dapat dimaksimalkan dengan menggunakan peralatan kontrol tambahan seperti PWM atau MPPT dan juga dapat dilakukan dengan memaksimalkan besar intensitas matahari yang dapat diterima oleh panel surya.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Pengujian Metode Azimuth 100 Wp Dari Timur dan barat Terbit Matahari

Tabel 1. Pengujian Metode Azimuth 100 Wp Dari Timur Terbit Matahari

Kdsi Cuaca	Pkl (Wib)	Suhu (°C)	Sdt	Tgn (V)	Arus (A)	Daya (W)
Cerah	08.00	32.4	40 ⁰	17,82	0,45	8,01
	09.00	38.4	35 ⁰	14,80	3,75	55,50
	10.00	39.6	30 ⁰	14,12	3,96	55,91
	11.00	41.9	25 ⁰	14,47	4,16	60,19
	12.00	42.9	20 ⁰	14,45	4,45	64,30

Dalam pengujian metode azimuth yang menghasilkan daya output tertinggi seperti table 2 adalah pada sudut 20⁰ yang menghasilkan daya sekitar = 64,30W.

Berdasarkan persamaan diperoleh nilai :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 14,45 \times 4,45 \\
 &= 64,30 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Hal ini disebabkan kondisi matahari yang terbit dengan maksimal pada pukul 12.00 wib setelah itu mengalami kemiringan sudut karena panel surya bergeser kearah barat.

Tabel 2. Pengujian Metode Azimuth 100 Wp Dari Barat Terbenam Matahari

Kdsi Cuaca	Pkl (Wib)	Suhu (°C)	Sdt	Tgn (V)	Arus (A)	Daya (W)
Cerah	13.00	42.5	15 ⁰	14,25	4,60	65,55
	14.00	44.7	20 ⁰	14,25	4,92	70,11
	15.00	42.9	25 ⁰	14,09	3,53	49,73
	16.00	38.8	30 ⁰	13,72	2,60	35,67
	17.00	29.9	35 ⁰	12,93	0,24	3,10

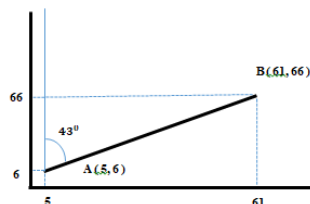
Dalam pengujian metode azimuth yang menghasilkan daya output tertinggi seperti table 3. adalah pada sudut 20⁰ yang menghasilkan daya sekitar = 70,11 W dengan rata-rata suhu = 38,34°C, tegangan = 13,97 V, dan arus = 2,94 A.

Berdasarkan persamaan diperoleh nilai :

$$\begin{aligned}
 P &= V \times I \\
 &= 14,25 \times 4,92 \\
 &= 70,11 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Hal ini disebabkan karena kondisi matahari pada saat sore atau pada saat matahari berada disisi barat menghadap ke timur kondisi matahari sengat cerah dan tidak tertutup awan.

Untuk mengetahui berapa sudut azimuthnya menggunakan persamaan sebagai berikut :



Berdasarkan persamaan 2.2 diperoleh nilai :

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{xb - xa}{ya - ya} \right)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{61 - 5}{66 - 6} \right)$$

$$\alpha = \tan^{-1} \left(\frac{56}{60} \right)$$

$$\tan^{-1} = 0.93$$

$$\alpha = \arctan (0.93)$$

$$\alpha = 43^{\circ}$$

Sehingga di dapatkan sudut azimuthnya adalah 43° dengan kemiringan panel suryanya adalah 20° .

Besar Daya Output Yang Dihasilkan dengan metode Azimuth

Tabel 3. Besar Perbedaan Daya Output Yang Dihasilkan Azimuth.

Kondisi Cuaca	Pukul (Wib)	Sudut Azimuth	Azimuth
Cerah	08.00	40° T	8,01 W
	09.00	35° T	55,50 W
	10.00	30° T	55,91 W
	11.00	25° T	60,19 W
	12.00	20° T	64,30 W
	13.00	15° B	65,55 W
	14.00	20° B	70,11 W
	15.00	25° B	49,73 W
	16.00	30° B	35,67 W
	17.00	35° B	3,10 W
	18.00	40° B	0

Berdasarkan Tabel 3 yang menghasilkan daya output tertinggi pada metode azimuth adalah saat pukul 14.00 wib adalah sebesar = 70,11W dengan kemiringan sudut 20° kearah barat menghadap ke timur.

V. KESIMPULAN

Adapun kesimpulan yang didapat berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Desa Rumah Sumbul yang ada di Kecamatan Tigajuhar, Kabupaten Deli Serdang, Provinsi Sumatera Utara sebagai berikut:

1. Berdasarkan analisa data yang di peroleh bahwa besar sudut kemiringan untuk metode azimuthnya diperoleh sudut kemiringan cuaca cerah sebesar = 43°
2. Dari ananlisa data yang dilakukan di peroleh bahwa daya output menggunakan metode azimuth daya output pengujian cuaca cerah dengan rata-rata suhu = $38,34^{\circ}\text{C}$, tegangan = 13,97 V, dan arus = 2,94 A yang menghasilkan daya output terbesar adalah = 70.11 W.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. Rimbawati, Z. Siregar, M. Yusri, and M. Al Qamari, 2021, *Penerapan Pembangkit Tenaga Surya Pada Objek Wisata Kampung Sawah Guna Mengurangi Biaya Pembelian Energi Listrik*, Martabe J. Pengabd. Kpd. Masy., vol. 4, no. 1, p. 145, doi: 10.31604/jpm.v4i1.145-151.
- [2] A. A. Hutasuhut, Rimbawati, J. Riandra, and M. Irwanto, 2022, *Analysis Of Hybrid Power Plant Scheduling System Diesel/Photovoltaic/Microhydro In Remote Area*, J. Phys. Conf. Ser., vol. 2193, no. 1, doi: 10.1088/1742-6596/2193/1 /012024.
- [3] . R., A. Azis Hutasuhut1, and Y. Chaniago, 2018, *Analysis of Hybrid Power Plant Technology Using Data Weather in North Sumatera*, Int. J. Eng. Technol., vol. 7, no. 4.7, p. 481, doi: 10.14419/ijet.v7i4.7.27364.
- [4] S. Ali and T. . Aziz Pandria, 2019, *Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh*, J. Mekanova Mek. Inov. dan Teknol., vol. 5, no. 1, pp. 21–29, doi: 10.35308/jmkn.v5i1.1621.
- [5] and K. J. Pangestuningtyas D.L*), Hermawan, 2020, *Analisis Sudut Panel Solar Cell Terhadap Daya Output Dan Efisiensi Yang Dihasilkan*, Turbo J. Progr. Stud. Tek. Mesin, vol. 8, no. 2, pp. 0–7, doi: 10.24127/trb.v8i2.1051.
- [6] P. Harahap, 2020, *Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Daya Yang Dihasilkan Dari Berbagai Jenis Sel Surya*, RELE (Rekayasa Elektr. dan Energi) J. Tek. Elektro, vol. 2, no. 2, pp. 73–80, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.

- [7] A. N. Hidayat *et al.*, *Menerapkan Teknik Dasar Perhitungan Azimuth (Studi Kasus di Kelas X Konstruksi Gedung Sanitasi dan Properti di SMK Negeri 5 Surabaya)*.
- [8] F. S. Mukti and D. A. Sulistyono, 2018, *Analisis Penempatan Access Point Pada Jaringan Wireless Lan Stmik Asia Malang Menggunakan One Slope Model*, J. Ilm. Teknol. Inf. Asia, vol. 13, no. 1, p. 13, doi: 10.32815/jitika.v13i1.304.
- [9] S. Soulayman and W. Sabbagh, 2015, *Optimum Tilt Angle at Tropical Region*, Int. J. Renew. Energy Dev., vol. 4, no. 1, pp. 48–54, doi: 10.14710/ijred.4.1.48-54.
- [10] M. Božíková *et al.*, 2021, *The Effect of Azimuth and Tilt Angle Changes on the Energy Balance of Photovoltaic System Installed in the Southern Slovakia Region*, Appl. Sci., vol. 11, no. 19, pp. 1–21, doi: 10.3390/app11198998.
- [11] A. Setiawan and E. A. Setiawan, 2017, *Optimization Of A Photovoltaic Power Plant In Indonesia With Proper Tilt Angle And Photovoltaic Type Using A System Advisor Model*, pp. 539–548.