

OPTIMASI SUDUT KEMIRINGAN PANEL SURYA SEBAGAI SUMBER ENERGI BERSIH PADA GEDUNG NZEB

KHALILULLAH, SEPANNUR BANDRI, ANDI MUHAMMAD NUR PUTRA*

Fakultas Teknik, Institut Teknologi Padang

2018310018.khalilullah@itp.ac.id, penulis_sepannurb@yahoo.com, andimnurputra@itp.ac.id*

Abstrak: Beberapa tahun terakhir Pembangkit Listrik Tenaga Surya mulai dilirik masyarakat Indonesia sebagai sumber energi alternatif Berdasarkan data dari (Kementerian Energi Sumber Daya Mineral, 2021) potensi pengembangan PLTS atap telah menyentuh 4.399 pelanggan dengan kapasitas 42,39. Kemiringan sudut merupakan faktor penting yang mempengaruhi jumlah penerimaan radiasi matahari pada permukaan panel surya. Panel surya yang dipasang tetap tidak dapat menerima jumlah radiasi matahari dengan maksimal. Cara mendapatkan radiasi matahari maksimal dengan memposisikan permukaan panel surya pada kemiringan tertentu agar tepat menghadap matahari. Penelitian ini bertujuan menentukan sudut kemiringan optimum panel surya di kampus Institut Teknologi Padang $0^{\circ}53'58.5$ (-0.899571) Lintang Selatan dan $100^{\circ}21'49.5$ Bujur Timur. Metode perhitungan nilai total radiasi matahari pada permukaan miring yang disimulasikan dengan Software Pvsyst digunakan untuk menentukan sudut kemiringan optimum tahunan. Data radiasi matahari BMKG Maritim Teluk Bayur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sudut miring yang dapat menghasilkan energi keluaran maksimal di Kampus Institut Teknologi Padang $0^{\circ}53'58.5$ (-0.899571) Lintang Selatan dan $100^{\circ}21'49.5$ Bujur Timur. Maka untuk sudut konstan sepanjang tahun berada pada sudut 14° dengan orientasi tepat menghadap selatan.

Kata Kunci: PLTS, Sudut Kemiringan, NZEB, PVSyst, Titik Koordinat.

A. Pendahuluan

Institut Teknologi Padang merupakan kampus teknik yang terdiri dari gedung-gedung, Setiap bangunan memiliki konsumsi energi listrik tersendiri, Di antara gedung-gedung Ada banyak bangunan dengan konsumsi energi yang tinggi Salah satunya adalah Gedung E. Dikarenakan pada gedung E memiliki laboratorium teknik elektro, laboratorium komputer, ruang kelas dan ruang dosen sehingga penggunaan energi listriknya yang digunakan besar mengingat banyaknya penggunaan listrik di Gedung E, sehingga membutuhkan energi yang paling besar Beberapa tahun terakhir Pembangkit Listrik Tenaga Surya mulai dilirik masyarakat Indonesia sebagai sumber energi alternatif Berdasarkan data dari (Kementerian Energi Sumber Daya Mineral, 2021) potensi pengembangan PLTS atap telah menyentuh 4.399 pelanggan dengan kapasitas 42,39 Megawatt *peak*, potensi energi matahari harian rata-rata mencapai 4.8 KWh/m^2 karena sinar matahari tersedia hampir dari pagi sampai sore (Satria, 2018).

Untuk harapan kedepan kemiringan panel surya dapat di Optimalkan agar efisiensi konversi energi menjadi lebih besar menjadi (35%) mungkin bisa diganti dengan sudut kemiringan lebih kecil bahkan lebih besar, dengan merubah sudut kemiringannya supaya tercapai nya energi yang optimal, sehingga kalau optimal energi yang dihasilkan, maka energi yang dihasilkan lebih banyak supaya bisa dipakai lebih maksimal. Identifikasi masalah dalam penelitian ini mencari mana yang lebih optimal dari sekian banyak standar yang telah di digunakan sebelumnya dan karena PLTS yang tetap masalahnya tidak bisa mengikuti arah azimuth penyinaran matahari, ketika sudah di tentukan derajatnya maka menghasilkan energi yang telah di tetapkan Sehingga dampak efisiensi energinya turun, jika efisiensi naik biasanya memakai alat otomatis sehingga dampak biaya juga naik.

Pada penelitian yang sudah ada tentang mencari sudut kemiringan panel surya (Bayu Sutanto, 2021) mengidentifikasi sudut kemiringan dan orientasi arah azimuth angle 7° Lintang Selatan dan 110° Bujur Timur, (Darussalam, 2016) pengaturan arah panel dan sudut kemiringan untuk mengoptimalkan radiasi matahari yang jatuh, divariasikan sudut kemiringan 5, 10, 20, 30., (Pandria Dkk., 2021) Kemiringan sudut merupakan faktor penting yang mempengaruhi jumlah penerimaan radiasi matahari pada permukaan panel surya. menentukan

sudut kemiringan optimum panel surya di kota Meulaboh (4,152 LU, 96,131 BT). (Muhamad Faisal, 2021) penelitian yang telah dilakukan sebagai berikut Perubahan hari dan tanggal pengujian akan berpengaruh terhadap orientasi dan sudut kemiringan panel surya pada atap gedung CDAST. Dari hasil pengujian diketahui pada tanggal 20 April 2017 orientasi dan sudut kemiringan berada pada arah utara dengan sudut 30° sedangkan pada tanggal 15 Juli 2017 orientasi dan sudut kemiringan berada pada arah utara dengan sudut 40°.

Dalam penelitian ini akan dilakukan perhitungan untuk mendapatkan sudut kemiringan panel surya yang lebih optimal pada PLTS yang dipasang digedung permanen. Pencarian posisi ini dilakukan dengan metode optimasi dengan demikian posisi kemiringan yang optimal diperoleh akan menghasilkan keluaran listrik yang maksimal sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi pada gedung NZEB

B. Metodologi Penelitian

Dilakukan observasi dimana dilakukan untuk memperoleh data yang diperoleh dalam penelitian langsung kelokasi tempat penelitian pada Panel surya dan pemantauan secara langsung, terutama pada keadaan yang dapat mendukung keterangan bahan penyusun penelitian: 1) Penentuan titik koordinat lokasi; 2) Penentuan sudut panel surya; dan 3) Metode Menentukan Sudut Kemiringa. Perhitungan sudut tilt/slope dan azimuth. Pengaturan kemiringan dan arah bidang hanya didasarkan pada koordinat garis lintang wilayah tersebut atau sudut latitude (ϕ) dan sudut deklinasi (δ) matahari pada saat itu. Meskipun sudut deklinasi (δ) namun pengaturan sudut tilt/slope (β) dapat dilakukan dengan hanya mengambil nilai hari pada pertengahan bulan (misalnya pada tanggal 15).

$$\beta = \phi - \delta$$

$$\gamma = \begin{cases} 0^\circ & \text{jika } \phi - \delta > 0 \\ 180^\circ & \text{jika } \phi - \delta \leq 0 \end{cases}$$

$$\beta =$$

Menghitung daya pemakaian beban

Tabel 1. Data Beban.

No	Jenis	Jumlah	Daya	Lama pemakaian
1	Ac 1 Pk	12	840	5-11
2	Lampu TL LED	10	16	11
3	Lampu TL	22	18	5-11
4	Lampu Pijar	4	20	5
5	Power suplay	4	330	5
6	Osiloskop	2	40	2
7	PC	17	660	5-11
8	Kipas angin 1	1	30	11
9	Kipas angin 2	1	20	11
10	Mesin listrik	1	1.119	0.5
11	Modul instalasi listrik	12	25	12

C. Hasil dan Pembahasan

Data yang digunakan dalam penelitian ini bersumber dari Badan Meteorologi Klimatologi dan Geofisika (BMKG) Maritim Teluk Bayur. Data yang dibutuhkan dalam penelitian ini yaitu Data Penyinaran Matahari, Radiasi matahari, Posisi Kemiringan Sudut Atap. Secara rinci data-data tersebut akan dijelaskan pada bagian selanjutnya

Data Rata-Rata Dan Penyinaran Matahari Di Kota Padang .

Tabel 1 Data rata-rata temperature dari penyinaran matahari

Tahun	Bulan ($^{\circ}C$)	Temperature	Penyinaran matahari (%)	Lama penyinaran matahari (jam)	PSH (Kw/m ²)
	Jan	22.9	5.1	8	40.8

	Feb	22.2	5.0	8	40
	Maret	21.9	6.6	8	52.8
	April	23.2	6.6	8	52.8
	Mai	22.5	6.4	8	51.2
	Juni	21.5	5.3	8	42.4
	July	21.8	6.5	8	52
	Agust	21.8	4.9	8	39.2
2022	Sept	22.0	4.3	8	34.4
	Okt	21.6	3.3	8	26.4
	Nov	23.0	2.6	8	20.8
	Des	23.6	2.6	8	20.8

Nilai Radiasi Matahari terhadap bidang yang tegak lurus dari radiasi (G_{on})

$$G_{on} = G_{sc} \left(1 + 0,033 \cos \frac{360n}{365} \right)$$

Tabel 1 Nilai radiasi matahari terhadap bidang yang tegak lurus dari radiasi

Bulan	G_{on}
Januari	1410,19
Februari	1398.12
Maret	1379.45
April	1356.33
Mei	1367.77
Juni	1325.44
Juli	1324.47
Agustus	1403.36
September	1354.83
Oktober	1377.93
November	1394.96
Desember	1409.18

Dari hasil tabel 2 didapatkan nilai radiasi matahari terhadap bidang yang tegak lurus dari radiasi dimana radiasi matahari nilai paling tertinggi terjadi pada bulan januari yaitu 1410.19 dan yang terendah pada bulan juli 1324.47

$$G_n = k_T \times G_{on}$$

Tabel 2 Nilai radiasi aktual yang diterima oleh suatu wilayah permukaan bumi

Bulan	G_n
Januari	1410.19
Februari	1398.12
Maret	1379.45
April	1356.33
Mei	1367.77
Juni	1325.44
Juli	1323.47
Agustus	1403.36
September	1354.83
Oktober	1377.93
November	139.493
Desember	1045.58

Penentuan Sudut Kemiringan

Sudut Latitud

Lokasi Sudut Latitud di Institut Teknologi Padang
 0°53'58.5", -0899571 Selatan
 100°21'49.6", 100.363744 Timur

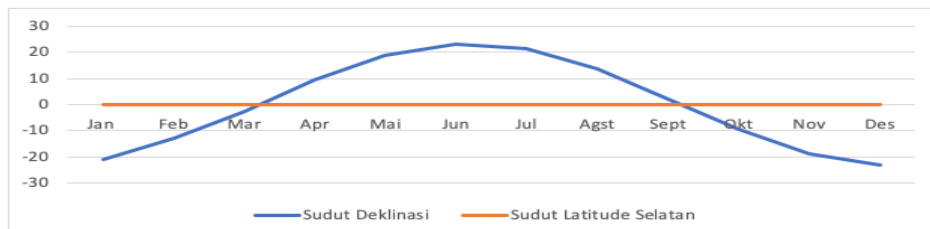
Sudut Deklinasi

Untuk mrnghitung sudut deklinasi maka digunakan persamaan menggunakan persamaan sebagai berikut: dimana untuk nilai n pada bulan January adalah 17

Tabel 4 Bulan Beserta Jumlah Hari dan Deklinasi

Bulan	Hari pada bulan	Untuk rata rata harian dalam sebulan		
		Hari	n	δ
Januari	i	17	17	-20.9
Februari	31+i	16	47	-13.0
Maret	59+i	16	75	-2.4
April	90+i	15	105	9.4
Mai	120+i	15	135	18.8
Juni	151+i	11	162	23.1
July	181+i	17	198	21.2
Agustus	212+i	16	228	13.5
September	243+i	15	258	2.2
Oktober	273+i	15	288	-9.6
November	304+i	14	318	-18.9
Desember	334+i	10	344	-23.0

Dari tabel 4 dapat dilihat hasil perhitungan sudut deklinasi setiap bulan dari bulan januari hingga desember, Dimana pada bulan januari hingga maret kemiringan matahari berada sisi selatan bumi sehingga sudut deklinasinya bernilai negatif, sedangkan pada bulan april hingga september telah berada disisi utara bumi sehingga nilai deklinasinya bernilai positif dan dibulan oktober hingga desember kemiringan matahari berada kembali disisi selatan bumi sehingga sudut deklinasinya bernilai negatif. Berdasarkan persamaan 2.2 sudut deklinasi matahari, terlihat bahwa matahari akan bergerak secara sinusoidal terhadap garis ekuator/khatulistiwa. Pada tanggal 21 Maret sampai 23 September, posisi matahari berada di sudut positif yang artinya akan berada di sisi utara dari garis ekuator bumi. Sedangkan pada 23 September hingga 21 Maret, terjadi hal sebaliknya yang menyebabkan posisi matahari di sisi selatan dari garis ekuator.



Gambar 1 sudut deklinasi matahari dan sudut latitude di institut teknologi padang

Posisi koordinat di Institut Teknologi Padang yang digunakan sebagai lokasi titik uji, berada di sudut latitude (ϕ) 0°53'58.5" (-0.899571) Lintang Selatan menjadikan posisi matahari lebih banyak di sisi utara. Seperti yang ditunjukkan di gambar 1 pada tanggal 4 Maret sampai 8 Oktober, posisi matahari akan berada di sisi utara dari titik uji dan pada tanggal sebaliknya akan berada di sisi selatan dari titik uji. Hal ini menunjukkan bahwa matahari akan berada Optimalisasi Arah Sudut Tilt dan Sudut Azimuth.

Hasil perhitungan sudut kemiringan sudut panel surya

$$\beta = \phi - \delta$$

$$\gamma = \begin{cases} 0^\circ & \text{jika } \phi - \delta > 0 \\ 180^\circ & \text{jika } \phi - \delta \leq 0 \end{cases}$$

$$\beta =$$

Tabel 5 Hasil Perhitungan Sudut Kemiringan Panel Surya

Bulan	Tilt β
Januari	20
Februari	12.1
Maret	1.5
April	8.5
Mei	17.9
Juni	23.0
Juli	20
Agustus	12
September	1.3
Oktober	8.7
November	18.0
Desember	22.1

Dari tabel 5 panel surya hasil perhitungan kemiringan panel surya di institut teknologi padang. Nilai ini hanya berlaku di lokasi ITP didalam tabel 4.6 nilai terendah terjadi pada bulan september dan nilai yang tertinggi terjadi pada bulan juni perhitungan sudut ini berhubungan dengan sudut latitud di kurangi dengan nilai deklinasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat ditentukan sudut kemiringan optimal untuk permukaan panel surya di gedung E institut teknologi padang dengan sudut latitudnya adalah -0.899571° perubahan sudut kemiringan panel surya berdasarkan nilai bulan dengan nilai yang bervariasi. Dari beberapa sudut setiap bulanya maka di cari nilai yang paling optimum dimana untuk mendapatkan nilai tilt/slop yaitu dengan persamaan rata-rata yaitu 14°

D. Penutup

Hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan untuk optimalisasi pembangkit listrik PV di Institut teknologi padang. Dimana untuk orientasi dan sudut kemiringan berpengaruh terhadap performa panel surya dimana yang optimumnya adalah 14° dengan hasil energi listrik pada sudut kemiringan tersebut sebesar 56.21 MW/yr. Maka hasil dari daya yang disimulasikan pada PVsyst tersebut dapat di aplikasikan pada gedung NZEB dimana energi yang di hasikan dengan sudut 14° di dapatkan energi sebesar 56.21mw/yr, jadi untuk gedung NZEB bisa digunakan kemiringan Panel Surya dengan sudut konstan 14° sepanjang tahun. Untuk saran kedepan dimana penelitian ini masih belum keseluruhan beban energi listrik yang dimasukan di harapkan untuk kedepannya beban-beban energi pada gedung NZEB dapat di perbarui untuk setiap tahunnya.

Daftar Pustaka

- Ali, M. F. Optimasi Orientasi Dan Sudut Kemiringan Panel Surya Di Gedung Cdad Universitas Jember.
- Ali, S., & Pandria, T. A. (2019). Penentuan Sudut Kemiringan Optimal Panel Surya Untuk Wilayah Meulaboh. *Jurnal Mekanova: Mekanikal, Inovasi dan Teknologi*, 5(1).
- Bidasaradi, R. (2021). *Perancangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Terpusat Off-Grid System (studi kasus: Desa Air Hitam Kabupaten Rokan Hilir, Riau)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Darussalam, R., Rajani, A., Kusnadi, K., & Atmaja, T. D. (2016, October). Pengaturan Arah Azimuth Dan Sudut Tilt Panel Photovoltaic Untuk Optimalisasi Radiasi Matahari, Studi Kasus: Bandung - Jawa Barat. In *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-*

- Journal*) (Vol. 5, pp. SNF2016-ERE).
- Duffie, J. A., & Beckman, W. A. (2013). *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley & Sons.
- Kim, G. Y., Han, D. S., & Lee, Z. (2020). Solar panel tilt angle optimization using machine learning model: a case study of Daegu City, South Korea. *Energies*, 13(3), 529.
- Koesalamwardi, A. B., Eldrian, A., & Tjahyadi, W. (2020). Kelayakan Finansial Near Zero Energy Building Dengan Peraturan Kementerian Energi Dan Sumber Daya Mineral No. 49 Tahun 2018 Mengenai Insentif Energi Terbarukan. *Jurnal Infrastruktur*, 6(1), 69-75.
- Mansour, R. B., Khan, M. A. M., Alsulaiman, F. A., & Mansour, R. B. (2021). Optimizing the solar PV tilt angle to maximize the power output: A case study for Saudi Arabia. *IEEE Access*, 9, 15914-15928.
- Muslim, H. N. (2019). Solar tilt angle optimization of PV systems for different case studies. *EAI Endorsed Transactions on Energy Web*, 6(23), e7-e7.
- Nugroho, A. (2020). *Perancangan Pembangkit Listrik Building Integrated Photovoltaic (BIPV) On-Grid System (Studi Kasus: Gedung Rektorat UIN SUSKA Riau)* (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau).
- Pandria, T. A., Muzakir, M., Mawardi, E., Samsuddin, S., Munawir, M., & Mukhlizar, M. (2021). Penentuan Sudut Kemiringan Optimum Berdasarkan Energi Keluaran Panel Surya. *Jurnal Serambi Engineering*, 6(1).
- Setiawan, A., & Setiawan, E. A. (2017). Optimization of a photovoltaic power Plant in Indonesia with proper tilt angle and photovoltaic type using a system advisor model. *International Journal of Technology*, 8(3), 539-548.
- Sulistiyowati, R., & Fadholi, A. (2022, April). Optimalisasi Panel Surya Untuk Skala Rumah Tangga. In *Prosiding Seminar Nasional Teknik Elektro, Sistem Informasi, dan Teknik Informatika (SNESTIK)* (Vol. 1, No. 1, pp. 11-20).
- Sutanto, B., Herlambang, Y. D., Bono, B., Alfauzi, A. S., & Munawwaroh, D. A. (2021). Optimalisasi Arah Sudut Tilt Dan Sudut Azimuth Dari Alat Pemanen Energi Radiasi Matahari Di Semarang, Jawa Tengah. *Eksergi*, 17(2), 145-154.
- Vokony, I., Hartmann, B., Talamon, A., & Papp, R. V. (2018). On selecting optimum tilt angle for solar photovoltaic farms. *International Journal of Renewable Energy Research (IJRER)*, 8(4), 1926-1935.