

## Pemanfaatan Stasiun Cuaca Otomatis dalam Solar Energy Assessment di Wilayah Sulawesi Selatan

<sup>1</sup>Iman Hadi Santoso, <sup>2</sup>Jasruddin, <sup>3</sup>Subaer.

Universitas Negeri Makassar  
Email: iman.hadi.santoso@gmail.com

**Abstrak** – Kebutuhan akan energi semakin meningkat dari masa ke masa, mengingat juga penggunaan sumber daya energi yang tidak ramah lingkungan menyebabkan peralihan besar-besaran di sebagian negara maju sejak beberapa tahun lalu untuk mengurangi dampak emisi karbon yang berakibat perubahan cuaca ekstrim hingga pemanasan global. Indonesia yang merupakan salah satu negara tropis yang memiliki durasi dan intensitas penyinaran matahari yang selalu tersedia di sepanjang tahun, memiliki potensi besar sebagai penghasil sumber daya energi terbarukan, khususnya tenaga surya. Pengkajian lebih lanjut tentang seberapa besar potensi tenaga surya dikhususkan pada daerah Sulawesi Selatan dengan mengambil beberapa titik lokasi pengamatan yang sudah terinstal stasiun cuaca otomatis, data pengamatan cuaca yang telah terekam diolah dan dianalisa lebih mendalam, dengan harapan hasil dari penelitian tersebut didapatkan lokasi yang sesuai untuk menjadi pembangkit listrik tenaga surya ke depannya serta menjadi salah satu penggerak dalam pemanfaatan energi ramah lingkungan khususnya dalam pemerataan sumber energi di wilayah Sulawesi Selatan dan pengurangan ketergantungan sumber daya energi tidak ramah lingkungan secara umumnya.

**Kata kunci:** Sumber Daya Terbarukan, Stasiun Cuaca Otomatis, Solar Energy Assessment, Pengamatan Parameter Cuaca

**Abstract** – The energy necessities are increasing from time to time, considering the use of non eco-friendly energy resources caused a massive shift in some developed countries since a few years ago to reduce the impact of carbon emissions resulting in extreme weather changes to global warming. Indonesia, which is a tropical country that has the duration and intensity of solar radiation that is always available throughout the year, has great potential as a producer of renewable energy resources, especially solar power. Further studies on how much the potential of solar power is specific to the South Sulawesi area by taking several observation locations that have been installed with Automatic Weather Stations, weather observation data that has been recorded are processed and deeply analyzed, with the hope that the results of the research will find suitable locations for be a solar power plant in the future and become one of the pioneer in the utilization of environmentally friendly energy, especially in the distribution of energy sources in the South Sulawesi region and reducing the non-eco friendly energy resources in general.

**Keywords:** Renewable Resources, Automatic Weather Station, Solar Energy Assessment, Weather Parameter Observation

### I. PENDAHULUAN

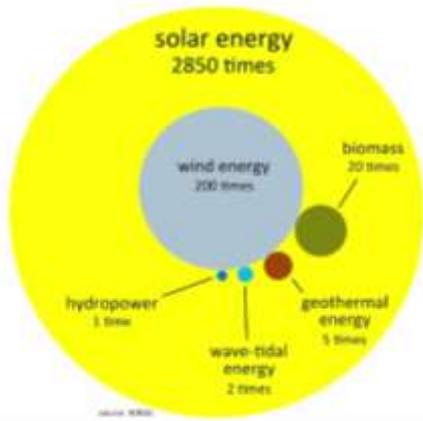
Indonesia merupakan negara dengan populasi penduduk di lebih dari 270 juta jiwa membutuhkan sumber daya energi dalam melangsungkan kehidupannya sehari-hari. Berdasarkan data yang dirilis oleh Dewan Energi Dunia, Indonesia berada pada peringkat ke-69 dari 129 negara dengan ketahanan energi yang meliputi ketersediaan energi, keterjangkauan pasokan energi dan kelanjutan pengembangan energi baru terbarukan. Tahun 2012 BPPT menghitung kebutuhan dasar juga sebesar 3 kali lipat yang berujung kebijakan impor energi dari luar.

Penggunaan energi berbahan dasar fosil mempunyai dampak yang sangat besar, salah satunya adalah emisi yang ditimbulkan dari penggunaan energi fosil dengan pelepasan jejak karbon yang berpengaruh pada pemanasan global serta perubahan cuaca ekstrim. Penggunaan sumber daya energi surya merupakan salah satu dari sekian alternatif pengganti sumber energi fosil. Ditentukan dari pemilihan teknologi dan desain proyek serta mengidentifikasi sumber utama penyebab ketidakpastian dalam estimasi output yang dihasilkan pembangkit energi tenaga surya tersebut.

### II. LANDASAN TEORI

#### A. Potensi Tenaga Surya

Pemanfaatan sumber energi dari alam adalah tentang bagaimana mengubah sumber energi tersebut menjadi seefisien dan seefektif mungkin. Rata-rata, energi yang dihasilkan oleh penyinaran matahari yang mencapai Bumi sebesar 1 kW per m<sup>2</sup> di seluruh dunia. Menurut Asosiasi Penelitian Tenaga Surya, daya memancar dari sumber energi terbarukan pada tingkat 2.850 kali lebih banyak energi daripada yang dibutuhkan di dunia. Penyinaran matahari adalah salah satu parameter input terpenting dari output daya *photovoltaic* (PV). Menurut Lorenz, Hurka, Heinemann dan Beyer [1], pendekatan prakiraan penyinaran matahari adalah salah satu dasar utama prediksi kekuatan PV. Duffie dan Beckman [2] mendefinisikan penyinaran matahari sebagai satuan energi per satuan luas di permukaan yang dapat diperoleh dengan mengintegrasikan lamanya penyinaran matahari waktu tertentu mulai dari satu jam hingga satu hari.

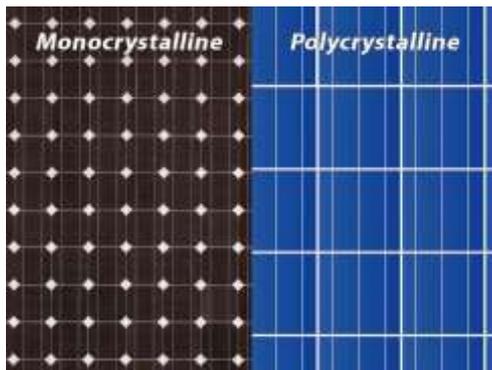


**Gambar 1.** Potensi Energi Surya sebagai Sumber Daya Terbarukan (sumber : WBGU)

Dalam satu hari saja, sinar matahari yang mencapai Bumi menghasilkan energi yang cukup untuk memenuhi kebutuhan daya dunia saat ini selama delapan tahun. Meskipun hanya sebagian dari potensi itu yang dapat diakses secara teknis, ini masih cukup untuk menyediakan daya sekitar enam kali lebih banyak dari yang dibutuhkan dunia saat ini.

**B. Karakteristik Panel Surya**

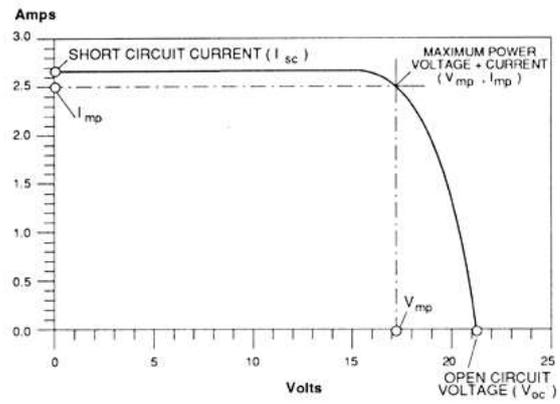
Pada umumnya jenis panel surya yang ada di pasaran adalah jenis *monocrystalline silicon* (m-Si) dan *polycrystalline silicon* (p-Si). Dimana perbedaan kedua jenis panel surya tersebut terletak pada kemurnian bahan yang digunakan.



**Gambar 2.** Jenis panel surya yang umum di pasaran. (Sumber : Google)

Kemurnian bahan yang dipakai dalam panel surya berpengaruh pada efisiensi yang dihasilkan, panel surya jenis m-Si mampu mencapai 15 – 20% dan panel surya jenis p-Si mampu mencapai 13 – 16% dari kondisi STC (*Standard Condition Test*) dengan suhu sel surya 25°C dan intensitas penyinaran 1kW/m<sup>2</sup>.

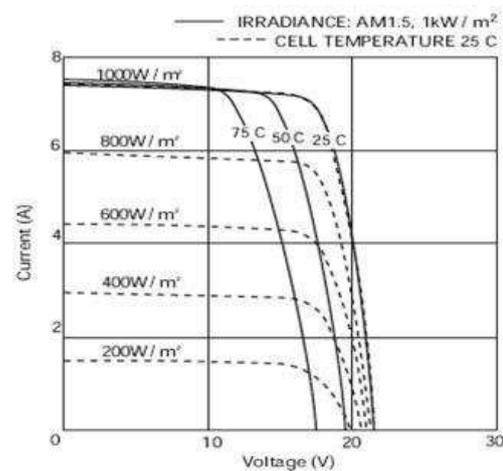
Daya yang dihasilkan dari seperangkat sel surya yang biasa disebut dengan panel surya, merupakan produk arus dan tegangan dinyatakan dalam watts. Dimana  $P_{mp}$  (daya puncak maksimum) didapatkan dari  $V_{mp}$  (tegangan pada saat puncak maksimum) dan  $I_{mp}$  (arus pada saat puncak maksimum).



**Gambar 3.** Kurva I-V yang dihasilkan panel surya saat  $P_{mp}$

Efisiensi dari panel surya yang digunakan pada sistem fotovoltaik merupakan kombinasi dari posisi lintang dan iklim, yang menentukan energi keluaran dari sebuah sistem. Sebagai contoh, sebuah solar panel dengan efisiensi sebesar 20% dan luas 1 m<sup>2</sup> dengan intensitas radiasi 1kW akan menghasilkan  $P_{in}$  (daya masukan) 200 W pada kondisi STC.

Seperti halnya sifat perangkat semikonduktor, panel surya fotovoltaik bersifat sensitif terhadap suhu. Peningkatan suhu mereduksi *band gap* pada semikonduktor yang berpengaruh pada daya keluaran yang dihasilkan panel surya.



**Gambar 4.** Hubungan Antara Tegangan dan Arus pada kondisi STC. (Sumber : Google)

Terlihat bahwa suhu sel surya mempengaruhi daya keluaran yang dihasilkan oleh panel surya. Kenaikan suhu panel surya menyebabkan tegangan yang dihasilkan akan semakin berkurang, yang nantinya sangat mempengaruhi  $P_{mp}$  yang dihasilkan.

**III. METODE PENELITIAN/EKSPERIMEN**

Untuk memperoleh data dukung penelitian, penulis menggunakan sebuah stasiun cuaca otomatis, AWS (*automatic weather station*) milik BMKG yang dikhususkan untuk mengamati parameter cuaca seperti intensitas penyinaran matahari global dan suhu udara dan data yang diperoleh dari pengamatan AWS direkam otomatis ke perangkat penyimpanan serta server tiap 10 menit. Data

AWS yang akan dipergunakan memiliki durasi selama 1 bulan (awal – akhir Pebruari 2019) dari pukul 06.00 WITA hingga 18.00 WITA dari 2 lokasi yang tersebar di wilayah Sulawesi Selatan.

Berikut rincian lokasi stasiun cuaca otomatis yang dipergunakan :

- AWS Salomekko – Kantor Dinas Balai Penyuluhan Pertanian Salomekko, Pancaitana, Salomekko, Bone Sulsel (-4.981873, 120.267244).
- AWS Takkalalla – Kantor Dinas Balai Penyuluhan Pertanian Manyili, Manyilli, Takkalalla, Wajo Sulsel (-4.178729, 120.284746).



Gambar 5. Automatic Weather Station

Suhu panel surya dipengaruhi oleh intensitas penyinaran matahari dan suhu udara di sekitarnya. Persamaan umum yang biasa dipergunakan untuk menentukan suhu sel surya pada modul PV secara umum dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut :

$$T_c = T_a + ((T_{NOCT} - 20)/800 \cdot G_T) \tag{1}$$

Setelah didapatkan nilai suhu sel surya, dapat digunakan persamaan berikut untuk mendapatkan nilai keluaran panel surya sebagai berikut :

$$P_{out} = G_T \cdot \eta ( 1 - (T_c - T_a) \alpha ) \tag{2}$$

Dimana  $T_c$  adalah suhu sel surya ( $^{\circ}C$ ),  $T_a$  suhu udara sekitar ( $^{\circ}C$ ),  $T_{NOCT}$  adalah suhu Normal Operating Cell Temperature pada intensitas radiasi  $800W/m^2$  ( $^{\circ}C$ ) dan  $G_T$  adalah intensitas penyinaran matahari ( $W/m^2$ ),  $\eta$  adalah efisiensi dalam %,  $\alpha$  yang merupakan koefisien suhu dari  $P_{out}$  yang didapat dari *data sheet* panel surya sendiri ( $-0,4 \% / ^{\circ}C$ ).

Pada proses simulasi, penulis perlu mengambil sampel panel surya yang ada di pasaran sebagai penentu besaran yang akan digunakan dalam pengolahan data. Penulis mengambil sampel panel surya sebagai berikut :

- Merk : Hanhwa QCELLS
- Model : Q.Power L-G5 315
- Dimensi : 1960 mm x 991 mm x 35 mm (*frame inc*)
- Tipe : Polycrystalline
- Suhu Kerja :  $-40 \sim 85^{\circ}C$

STC		NOCT	
Pmp	: 315 W	Pmp	: 232 W
Imp	: 8.5 A	Imp	: 6.79 A
Vmp	: 37.1 V	Vmp	: 34.1 V
Isc	: 9.11 A	Isc	: 7.37 A
Voc	: 45.7 V	Vsc	: 42.9 V

$$\eta : \geq 16.2 \%$$

- Koefisien Suhu dari Pmp :  $-0.40\% / ^{\circ}C$
- TNOCT =  $45^{\circ}C$

Data pengamatan selanjutnya akan dihitung dengan memasukkan variabel yang tersedia, untuk memperoleh variabel lain sebagai data dukung. Kami menggunakan metode statistika sederhana yakni, perhitungan rata-rata (3) yang berguna untuk merepresentasikan nilai dari banyak bilangan dan standar deviasi (4) untuk mengetahui variasi data dan penyimpanan di dalamnya.

$$\bar{x} = \frac{\sum_{i=1}^n x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n} \tag{3}$$

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}{N - 1}} \tag{4}$$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan pengamatan parameter cuaca yang dilakukan oleh AWS dan direkam secara langsung pada bulan Pebruari 2019. Data yang ditampilkan berupa data harian penyinaran matahari secara global horizontal dan suhu udara dari pengamatan secara langsung, suhu panel surya dan keluaran panel surya didapatkan dari perhitungan dengan menggunakan persamaan (1) dan (2) adalah sebagai berikut :

Tabel 1. Data pengamatan & perhitungan harian AWS Salomekko

Tanggal	Penyinaran Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Suhu Udara (°C)	Suhu Panel (°C)	Daya Keluaran Panel (W/m <sup>2</sup> )
2/1/2019	492.19	29.05	44.43	73.54
2/2/2019	457.14	29.90	44.18	68.37
2/3/2019	525.49	30.38	46.80	77.71
2/4/2019	484.45	30.71	45.85	71.94
2/5/2019	452.68	29.64	43.78	67.82
2/6/2019	462.32	29.94	44.38	69.09
2/7/2019	395.25	29.11	41.46	59.81
2/8/2019	552.85	30.18	47.46	81.52
2/9/2019	318.74	28.44	38.40	48.87
2/10/2019	479.49	28.22	43.20	72.02
2/11/2019	538.38	29.17	45.99	79.89
2/12/2019	310.01	28.24	37.93	47.63
2/13/2019	335.40	28.26	38.74	51.35
2/14/2019	493.21	28.97	44.39	73.70
2/15/2019	655.75	30.20	50.69	95.31
2/16/2019	278.00	28.01	36.69	42.93
2/17/2019	429.47	27.87	41.29	65.04
2/18/2019	463.27	29.67	44.15	69.30
2/19/2019	562.33	29.99	47.56	82.87
2/20/2019	334.45	28.57	39.02	51.14
2/21/2019	387.78	28.67	40.79	58.85
2/22/2019	561.23	29.21	46.75	83.01
2/23/2019	611.07	30.27	49.37	89.34
2/24/2019	663.42	30.78	51.51	96.08
2/25/2019	543.47	30.00	46.98	80.30
2/26/2019	584.12	30.05	48.30	85.81
2/27/2019	644.04	31.07	51.19	93.40
2/28/2019	615.62	30.41	49.65	89.90
Rata-rata	486.84	29.46	44.68	72.38
Standar Deviasi	109.37	0.92	4.19	15.08

Dari hasil pengamatan dan perhitungan pada Tabel 1. dapat kita ketahui bahwa rata-rata penyinaran matahari



sebesar 486,84 W/m<sup>2</sup> dengan suhu udara rata-rata 29,46°C. Suhu panel surya diperoleh sebesar 44,68 °C dengan daya keluaran rata-rata yang dihasilkan sebesar 72,38 W/m<sup>2</sup> dengan standar deviasi 15,08 W/m<sup>2</sup>.

**Tabel 2.** Data pengamatan & perhitungan harian AWS Takkalalla

Tanggal	Penyinaran Matahari (W/m <sup>2</sup> )	Suhu Udara (°C)	Suhu Panel (°C)	Daya Keluaran Panel (W/m <sup>2</sup> )
2/1/2019	553.56	32.06	49.36	80.94
2/2/2019	409.52	31.16	43.95	61.31
2/3/2019	481.71	31.68	46.73	71.25
2/4/2019	426.39	30.43	43.76	63.89
2/5/2019	512.37	31.48	47.49	75.54
2/6/2019	281.63	29.45	38.25	43.21
2/7/2019	510.88	31.64	47.60	75.28
2/8/2019	532.95	31.54	48.19	78.33
2/9/2019	488.01	31.25	46.50	72.26
2/10/2019	399.19	29.57	42.05	60.26
2/11/2019	402.63	29.87	42.46	60.67
2/12/2019	435.42	29.41	43.02	65.45
2/13/2019	389.12	28.69	40.85	59.04
2/14/2019	395.27	28.68	41.03	59.93
2/15/2019	508.00	30.46	46.33	75.27
2/16/2019	252.25	27.71	35.59	39.13
2/17/2019	385.59	27.89	39.94	58.73
2/18/2019	574.92	31.10	49.06	84.17
2/19/2019	596.69	30.51	49.16	87.32
2/20/2019	351.45	29.27	40.25	53.46
2/21/2019	367.66	28.52	40.01	55.98
2/22/2019	478.15	28.92	43.86	71.62
2/23/2019	541.47	29.95	46.87	80.04
2/24/2019	541.17	30.84	47.75	79.69
2/25/2019	499.25	30.82	46.42	73.95
2/26/2019	368.78	29.23	40.76	55.98
2/27/2019	547.42	31.20	48.30	80.42
2/28/2019	515.35	31.20	47.31	76.04
Rata-rata	455.24	30.16	44.39	67.83
Standar Deviasi	88.12	1.23	3.77	12.19

Sedangkan pada pengamatan dan perhitungan AWS Takkalalla, rata-rata penyinaran matahari sebesar 455,24 W/m<sup>2</sup> dengan suhu udara rata-rata sebesar 30,16°C, suhu panel rata-rata sebesar 44,39°C dengan daya keluaran panel rata-rata sama dengan 67,83 W/m<sup>2</sup> dengan standar deviasi sebesar 12,19 W/m<sup>2</sup>.

**V. KESIMPULAN**

Dari hasil pengamatan serta perhitungan disimpulkan dari kedua lokasi *Solar Energy Assessment*, yakni AWS Salomekko dan Takkalalla. Data pengamatan dan perhitungan pada bulan Pebruari menunjukkan bahwa AWS

Salomekko memiliki intensitas penyinaran matahari rata-rata sebesar 486,84 W/m<sup>2</sup> dan daya keluaran yang dihasilkan panel surya sebesar 72,38 W/m<sup>2</sup> (1,737 kWh/m<sup>2</sup>/hari), dibandingkan dengan AWS Takkalalla yang hanya memiliki intensitas penyinaran matahari sebesar 455,24 W/m<sup>2</sup> dan daya keluaran panel surya 67,83 W/m<sup>2</sup> (1,628 kWh/m<sup>2</sup>/hari).

**UCAPAN TERIMA KASIH**

Kami haturkan beribu terima kasih kepada instansi pemerintah, BMKG khususnya Balai Besar MKG Wilayah IV Makassar yang telah menyediakan data dukung pengamatan AWS Salomekko dan Takkalalla untuk penelitian kami.

**PUSTAKA**

- [1] M. Dhimish, V. Holmes, P. Mather and M. Sibley, Preliminary assessment of the solar resource in the United Kingdom, *Clean Energy*, vol.2, issue 2, 2018, pp. 112–125.
- [2] Lorenz, E., Hurka, J., Heinemann, D. Beyer, H.G., Irradiance forecasting for the power prediction of grid-connected photovoltaic systems, *IEEE Journal of selected topics in applied earth observations and remote sensing*, 2(1), 2009, pp. 2–10.
- [3] A. Gontean, S. Lica, S. Bularka, R. Szabo and D. Lascu, A Novel High Accuracy PV Cell Model Including Self Heating and Parameter Variation, *MDPI Journal of Energies*, 11(1), 36, 2018.
- [4] Duffie, J.A, and Beckman, W.A., *Solar engineering of thermal processes*. John Wiley & Sons. 2013.
- [5] Pradiko I., Nuzul Hijri Darlan dan Hasril Hasan Siregar, Penggunaan Automatic Weather Station (AWS) untuk informasi lama penyinaran (sunshine duration) di perkebunan kelapa sawit. *Prosiding Pertemuan Teknis Kelapa Sawit*, P-12, ISBN 978-602-7539-24-2, Penerbit PPKS. Yogyakarta, Mei 2015, Hal 346-354.
- [6] S. Kuchler, Solar Energy Assessment Based on Weather Station Data for Direct Site Monitoring in Indonesia, *Magister thesis*, Dalarna University Energy and Environmental Technology, 2013.
- [7] S. Teske, *Energy [r]evolution*, 2008. Website: <https://www.greenpeace.org/>, diakses tanggal 20 September 2019.