JURNAL FLYWHEEL, Februari 2023, Vol 14 (1), 7-12
E-ISSN: 2745-7435
P-ISSN: 1979-5858

Analisis Kinerja Sel Surya *Monocrystalline* dan *Polycrystalline* di Kabupaten Sumbawa NTB

Mietra Anggara[1], Widi Saputra[2],*
[1),2)] Teknik Mesin Universitas Teknologi Sumbawa
Email: [1]*mietra.anggara@uts.ac.id.* [2]*saputrawidi@gmail.com.*

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara dengan potensi energi matahari yang cukup baik, letak geografis yang berada pada garis khatulistiwa membuat Indonesia mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional, potensi energi matahari di Indonesia mencapai 4,8 KWh/m^2/hari, jumlah itu setara dengan 112.000 GWp jika dibandingkan dengan luas lahan di Indonesia. Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sering disebut *solar photovoltaic system* merupakan salah satu aplikasi pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik. PLTS memanfaatkan sel surya untuk mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic.* Secara umum terdapat dua jenis material yang digunakan dalam pembuatan sel surya, yaitu *Crystalline Silicon*, dan *Thin Film*. Tipe *Crystalline* merupakan generasi pertama dari sel surya dan merupakan tipe yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. kedua panel ini memiliki karakteriistik yang berbeda, *monocrystalline* memiliki efisiensi rata-rata sebesar 19% sedangkan *polycrystalline* hanya 18%. Pengaruh intensitas cahaya terhadap efisiensi panel surya jenis *monocrystalline* dan *polycrystalline* terhadap kondisi radiaasi di suatu daerah sangat berpengaruh sehingga perlu dilakukan penelitian pengembangan didaerah sumbawa. Tujuan dari penelitian ini menganalisis kinerja sel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* di Sumbawa. Variabel yang akan diteliti dalam penelitian ini ada sel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline 50 wp.* Hasil penelitian menunjukkan Panel surya tipe monokristalin memproduksi daya listrik lebih besar dibanding panel surya polikristalin pada intensitas yang rendah maupun intensitas yang tinggi, dengan selisih rata-rata 4.91 Watt. Panel surya tipe monokristalin menunjukan efisiensi sebesar 14% sedangkan panel surya polikristalin sebesar 12%.

Keywords Panel surya, kinerja, monocrystaline , Polycrystaline, Sumbawa
Paper type Research paper

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara dengan potensi energi matahari yang cukup baik, letak geografis yang berada pada garis khatulistiwa membuat Indonesia mendapat sinar matahari sepanjang tahun. Berdasarkan data dari Dewan Energi Nasional, potensi energi matahari di Indonesia mencapai 4,8 KWh/m^2/hari, jumlah itu setara dengan 112.000 GWp jika dibandingkan dengan luas lahan di Indonesia ("Ketahanan Energi Indonesia 2015",)[1]. Potensi energi yang melimpah ini belum dikembangkan secara maksimal oleh pemerintah Indonesia, tercatat Indonesia baru memanfaatkan energi matahari sekitar 48 MWp [2]. Nilai ini masih sangat kecil jika dibandingkan dengan pemanfaatan energi fosil. Berdasarkan data dari Handbook of Energy and Economics Statistics of Indonesia 2016 (HEESI 2016) minyak bumi memasok 30,2 % dari penggunaan energi fosil nasional, disusul batu bara 24,8 % dan 19,03% oleh gas alam, total penggunaan energi fosil sebesar 74,14 %. Salah satu cara untuk memanfaatkan energi matahari ini adalah dengan membangun Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS).

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) atau sering disebut *solar photovoltaic system* merupakan salah satu aplikasi pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi listrik. PLTS memanfaatkan sel surya untuk mengubah energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan prinsip efek *photovoltaic.* Efek *photovoltaic* didefinisikan sebagai suatu fenomena munculnya voltase listrik akibat kontak dua elektroda yang dihubungkan dengan sistem padatan atau cairan saat di*expose* dibawah energi cahaya [3]. Efek *photovoltaic* ini pertama kali ditemukan oleh Henry Becquerel pada tahun 1839. Secara umum terdapat dua jenis material yang digunakan dalam pembuatan sel surya, yaitu *Crystalline Silicon*, dan *Thin Film*. Tipe *Crystalline* merupakan generasi pertama dari sel surya dan merupakan tipe yang paling banyak digunakan oleh masyarakat. *Crystalline* silicon memiliki dua jenis panel utama, yaitu *Monocrystalline Silicon (*m-Si), dan *Polycrystalline Silicon* (p-Si), kedua panel ini memiliki karakteriistik yang berbeda, monocrystalline memiliki efisiensi rata-rata sebesar 19% sedangkan polycrystalline hanya 18% [4]. Hal inilah yang membuat *monocrystalline* memiliki harga lebih mahal. Selain itu warna absorber dari kedua panel juga berpengaruh terhadap kinerja panel tersebut, *polycrystalline* memiliki sel berwarna biru yang menyerap panas lebih rendah dibandingkan sel berwarna gelap pada *monocrystalline.* Panas berlebih yang diterima *monocrystalline* dapat mengurangi performa dan efisiensi dari panel tersebut [5].

Dalam penelitiannya tentang pengaruh intensitas cahaya terhadap efisiensi panel surya jenis *monocrystalline*, melakukan penelitian dengan memvariasikan intensitas cahaya pada rentang 200 – 550 W/m2 pada temperatur ruang 25 ^{0}C, didapatkan hasil bahwa intensitas cahaya yang terlalu rendah atau terlalu tinggi menyebabkan efisiensi panel surya

menurun, hal ini disebabkan karena elektron dalam sel surya memiliki ambang batas untuk menyerap foton pada tingkat energi tertentu[6]. Penelitian selanjutnya tentang perbandingan performa panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* pada kondisi iklim di Bursa, Turki. Hasil analisis menunjukan panel surya *monocrystalline* memiliki efisiensi lebih besar dari panel *polycrystalline* pada radiasi rata-rata sebesar 541.34 W/m^2 dan rata-rata suhu lingkungan sebesar 27.75 ^{0}C dengan nilai efisiensi 6.65% dan 5.38% [7].

Dalam studi lainnya, meneliti tentang performa tiga jenis panel surya, yakni *monocrystalline, polycrystalline,* dan *amorphous silicon* pada kondisi iklim Pulau Pinang, Malaysia menggunakan *solar tracking.* Dari hasil pengujian panel surya *polycrystalline* menunjukan performa yang lebih baik dari panel *monocrystalline* dan *amorphous silicon* dengan nilai efisiensi berturut - turut 7.52%, 6.64%, dan 1.43% pada intensitas cahaya 807.49 W/m2 [8]. Pada penelitian ini akan dilakukan pengujian terhadap performa panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* pada kondisi iklim di kabupaten sumbawa dalam menganalisis performa dari panel surya.

METODE

Pendekatan Penelitian

Metode penelitian yang menjadi dasar dalam penulisan ini adalah mealui eksperimen yang berarti bahwa data-data yang diperoleh di lapangan baik (berupa pengamatan langsung di lapangan atau lisan) dokumen maupun dalam bentuk lainnya yang berhubungan dengan judul penelitian, dianalisis kemudian diinterpretasikan guna mendapatkan penyelesaian dari permasalahan yang diangkat dalam penelitian ini.

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan perumahan Baiti Jannati Kabupaten Sumbawa dengan titik koordinat 8^{o}31'27.6"LS 117^{o}26'52.7"BT.

Alat dan Bahan

Alat ukur dan bahan yang digunakan dalam pengujian ini adalah sebagai berikut:

1. Pyranometer
   Alat ini berfungsi untuk mengukur intensitas radiasi matahari pada bidang datar. Pyranometer memiliki sensor yang dapat mengukur densitas fluks radiasi matahari dalam satuan W/m^2.
2. Multitester Digital / AVO Meter
   Multitester atau AVO Meter adalah alat pengukur listrik yang dapat mengukur tegangan listrik (volt), arus listrik *(current)*, dan hambatan listrik (resistansi).
3. *Temperature Data Logger*
   Temperature data logger digunakan untuk mengukur suhu lingkungan dalam interval waktu tertentu secara kontinyu.
4. Panel Surya
   Panel surya yang diuji adalah panel jenis *polycrystalline silicone* dan *monocrystalline silicone* dengan spesifikasi sebagai berikut:

Tabel 1. Spesifikasi panel surya *monocrystalline*

GREENTEK MODEL: MSP-50W	
Cell Type	Monocrystalline Silicone Solar Cell
Maximum Power (Pmax)	50W
Voltage at Pmax (Vmp)	18.1V
Current at Pmax (Imp)	2.78A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.2V
Short Circuit Current (Isc)	3.00A
Max System Voltage	700V
Temperature Range	-45^{o}C ~ +80 ^{o}C
Dimension	670x530x30 mm

Tabel 2. Spesifikasi panel surya *polycrystalline*

DEKADE MODEL: PD-50	
Cell Type	Polycrystalline Silicone Solar Cell
Maximum Power (Pmax)	50W
Voltage at Pmax (Vmp)	17.6V
Current at Pmax (Imp)	2.66A
Open Circuit Voltage (Voc)	22.0V
Short Circuit Current (Isc)	3.03A
Max System Voltage	700V
Temperature Range	-45^{o}C ~ +80 ^{o}C

Dimension	670x530x30 mm

Variabel Penelitian

Penelitian ini menggunakan 3 variabel yang menjadi acuan dalam pengambilan data, antara lain:

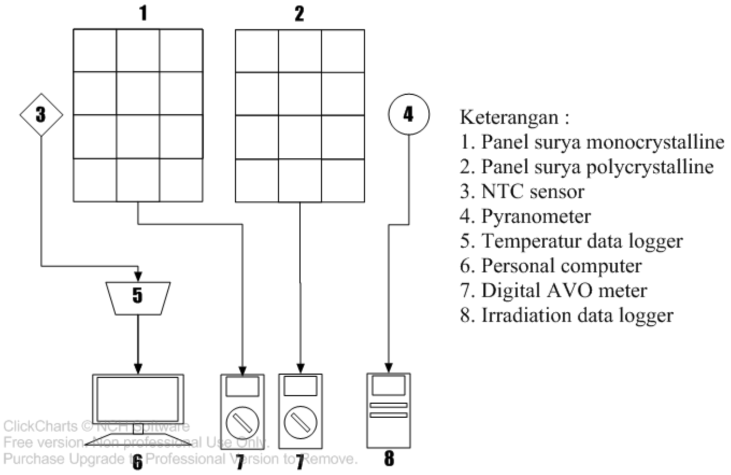
Tabel 3. Variabel penelitian

Variabel Bebas	Variabel Terikat	Variabel Kontrol
PV *monocrystalline* 50Wp PV *polycrystalline* 50Wp	Intensitas radiasi matahari Temperatur ambient Tegangan litrik Arus listrik Daya Listrik	Sudut kemiringan panel surya 20^o menghadap ekuator.

Pengambilan Data

Prosedur pengambilan data dalam penelitian ini antara lain :

1. Lokasi pengujian di laksanakan di kawasan perumahan Baiti Jannati Kabupaten Sumbawa dengan titik koordinat 8^{o}31'27.6"LS 117^{o}26'52.7"BT.
2. Sensor NTC diletakan di samping perangkat pengujian untuk mengukur suhu lingkungan.
3. *Pyranometer* diletakan di samping perangkat pengujian untuk mengukur intensitas cahaya matahari
4. Sudut kemiringan panel surya diatur pada 20^o mengahadap ekuator dengan sudut azimuth 0^o.
5. Pengambilan data dilakukan dalam interval 15 menit, pengujian dimulai dari pukul 08:00 – 16:00 WITA selama 4 hari pengujian



Gambar 1. Skema pengujian

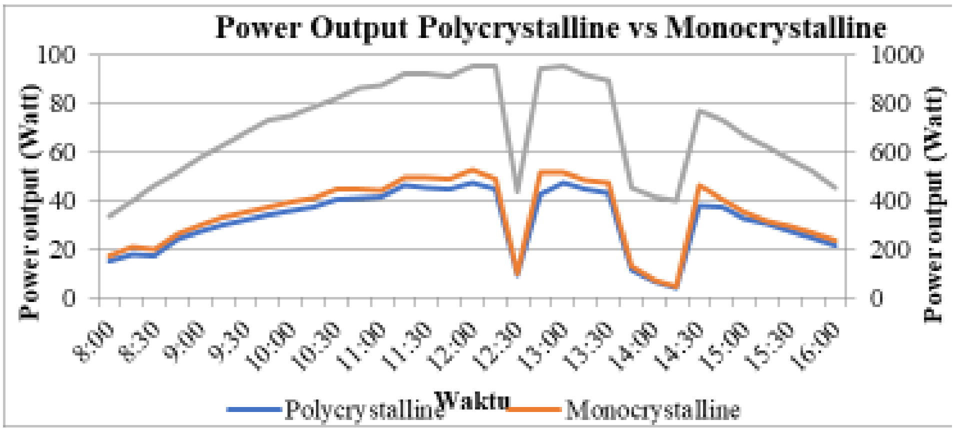
PEMBAHASAN

Perbandingan Daya Listrik Panel Surya

Pengujian ini dilakukan untuk melihat kinerja panel surya tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* dengan intensitas radiasi matahari dan suhu lingkungan yang sama. Pengujian dilakukan selama 4 hari dengan waktu penyinaran selama 8 jam dimulai pukul 08:00 WITA hingga pukul 16:00 WITA, pengambilan data dilakukan dalam interval 15 menit dan sudut kemiringan panel surya diatur pada 20^0 menghadap ekuator dan sudut azimuth 0^o.[9]

Gambar 2. *Set up* panel surya *polycrystalline* dan *monocrystalline*

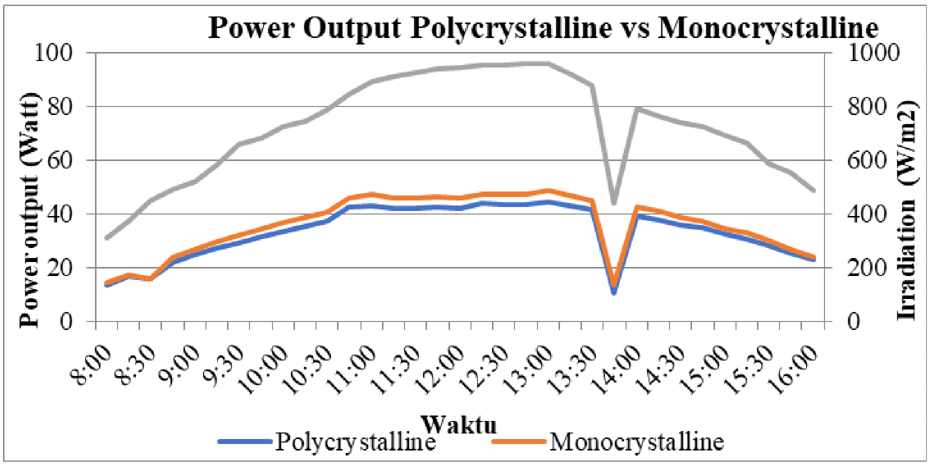
Berdasarkan hasil pengujian terhadap kedua jenis panel surya diperoleh hasil sebagai berikut:



Gambar 3. Grafik daya panel surya dan intensitas radiasi matahari hari ke-1

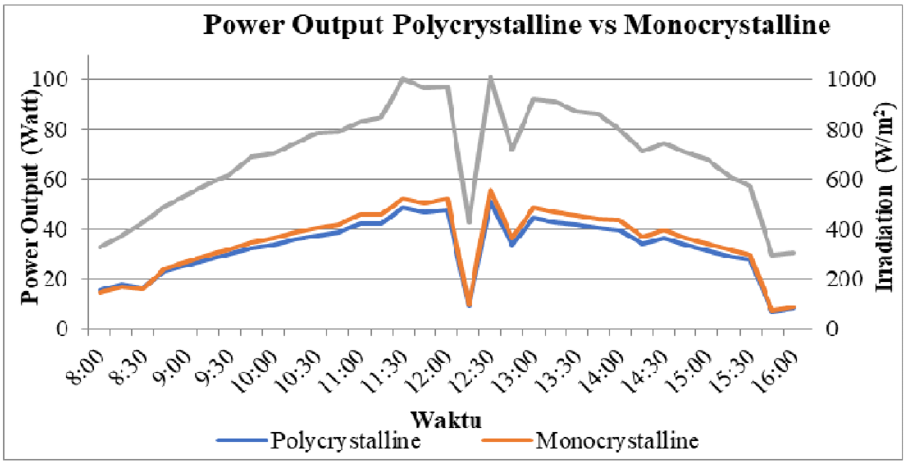
Gambar 3. menunjukan perbandingan daya listrik panel surya tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* terhadap intensitas radiasi matahari. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa fluktuasi radiasi matahari mempengaruhi daya listrik yang diproduksi kedua jenis panel surya. Hal ini dapat ditinjau pada grafik pukul 12:30 dan 13:30, intensitas radiasi matahari turun yang disebabkan oleh terhalangnya cahaya matahari oleh awan, akibatnya daya listrik yang dihasilkan panel surya berkurang.

Secara keseluruhan panel surya monokristalin menghasilkan daya listrik lebih besar dibanding panel surya polikristalin dengan selisih rata-rata sebesar 3.2 Watt. Akan tetapi pada intensitas radiasi matahari yang rendah panel surya polikristalin menghasilkan daya listrik yang hampir setara dengan panel surya monokristalin, hal ini ditunjukan pada pengukuran pukul 12:30 dengan radiasi matahari sebesar 437 W/m^2 panel polikristalin menghasilkan daya sebesar 9.3 Watt dan panel monokristalin sebesar 9.9 Watt, juga pada pukul 14:15 panel polikristalin menghasilkan daya sebesar 4.2 Watt dan panel monokristalin sebesar 4.6 Watt pada radiasi matahari 399 W/m^2. Dengan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 692 W/m^2 panel surya polikristalin dapat menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 29.623 Watt sedangkan panel surya tipe monokristalin menghasilkan daya listrik sebesar 34.941 Watt.



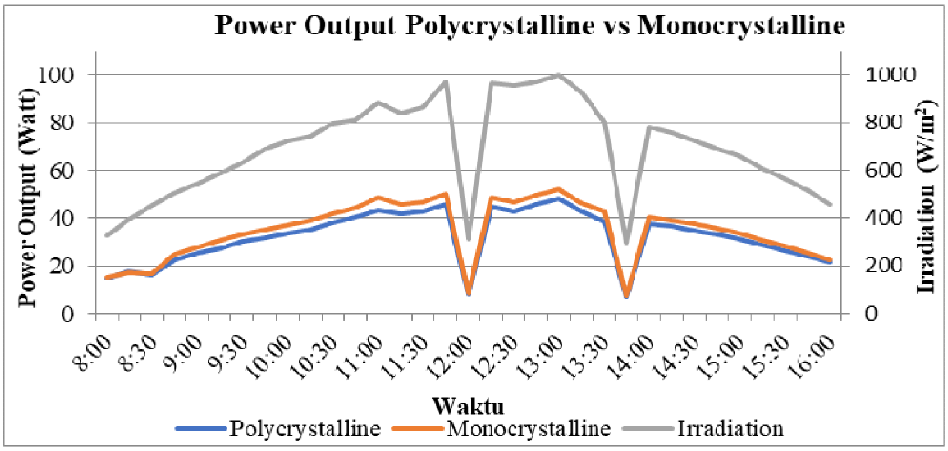
Gambar 4. Grafik daya panel surya dan intensitas radiasi matahari hari ke-2

Pada pengujian hari kedua intensitas radiasi matahari cenderung stabil, hal ini disebabkan cuaca yang cerah dengan sedikit awan, pada pukul 13:45 intensitas radiasi turun hingga mencapai 441 W/m^2 yang disebabkan terhalangnya cahaya matahari oleh awan. Rata-rata intensitas radiasi matahari pada hari kedua sebesar 724 W/m^2, peningkatan intensitas radiasi matahari ini mempengaruhi daya listrik yang dihasilkan panel surya, panel polikristalin menghasilkan daya listrik sebesar 31.189 Watt sedangkan panel monokristalin menghasilkan daya listrik lebih besar yakni 36.189 Watt.



Gambar 5. Grafik daya panel surya dan intensitas radiasi matahari hari ke-3

Mengacu pada grafik diatas dapat dilihat bahwa pada pukul 08:00 hingga pukul 08:30 WITA panel polikristalin memproduksi daya listrik lebih besar dibanding panel monokristalin, kemudian pada pukul 08:45 hingga pukul 16:00 WITA seiring meningkatnya intensitas radiasi matahari panel monokristalin menghasilkan daya listrik yang lebih besar. Intensitas radiasi matahari mengalami fluktuasi pada pukul 11:30 hingga 13:00 yang disebabkan oleh kondisi cuaca yang berawan, penurunan dan peningkatan intensitas radiasi matahari sangat berpengaruh pada daya listrik yang dihasilkan kedua panel surya. Pada pengujian hari ke-3 rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 692 W/m^2, panel surya monokristalin menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 34.96 W sedangkan panel surya polikristalin menghasilkan daya listrik rata-rata sebesar 30.31 W.



Gambar 6. Grafik daya panel surya dan intensitas radiasi matahari hari ke-4

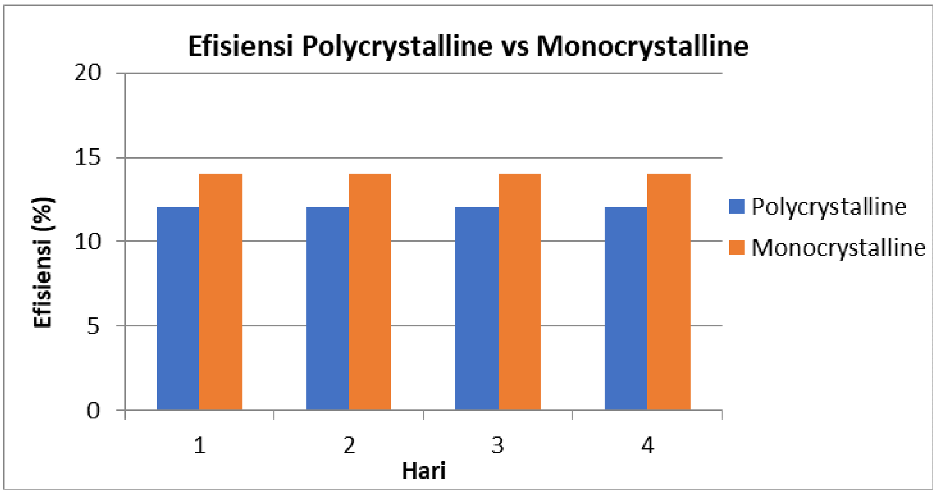
Pada pengujian hari ke-4 hasil yang didapat tidak jauh berbeda dengan hari sebelumnya, dimana dengan rata-rata intensitas radiasi matahari sebesar 690 W/m^2 panel monokristalin menghasilkan daya listrik sebesar 29.95 Watt sedangkan panel polikristalin menghasilkan daya listrik sebesar 32.09 Watt.

Perbandingan Efisiensi Panel Surya

Tabel 4. Tabulasi data pengujian

Hari	Intensitas Radiasi Rata-Rata (W/m^2)	Daya Rata-Rata (Watt)		Efisiensi Rata-Rata (%)	
		Polikristalin	Monokristalin	Polikristalin	Monokristalin
1	692	29.62	34.9	12	14
2	724	31.18	36.1	12	14
3	692	30.31	34.9	12	14
4	690	29.95	34.8	12	14
	699.5	30.27	35.18	12	14

Tabel 4 menunjukan tabulasi data pengujian panel surya selama 4 hari, dari data diatas dapat dilihat bahwa intensitas radiasi matahari relatif konstan selama 4 hari pengujian, dengan rata-rata intensitas radiasi matahari >600 W/m^2 dapat diklasifikasikan bahwa cuaca cerah.



Gambar 7. Perbandingan efisiensi panel surya

Efisiensi panel surya adalah kemampuan panel surya untuk mengkonversi cahaya matahari menjadi energi berguna. Gambar 4.6 menunjukan grafik efisiensi harian dari kedua jenis panel surya, dari grafik diatas dapat dilihat bahwa panel surya monokristalin memiliki efisiensi yang lebih baik dibanding panel surya polikristalin dengan selisih rata-rata sebesar 2%. Efisiensi rata-rata dari panel monokristalin sebesar 14% sedangkan panel polikristalin 12%. Dari pengujian ini dapat ditarik kesimpulan bahwa panel surya tipe monokristalin adalah tipe yang paling baik untuk diaplikasikan di Kabupaten Sumbawa, NTB.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian, dapat ditarik kesimpulan bahwa panel surya tipe monokristalin adalah tipe yang paling ideal untuk diaplikasikan di Kabupaten Sumbawa, NTB, hal ini dapat dilihat dari parameter berikut:

1. Panel surya tipe monokristalin memproduksi daya listrik lebih besar dibanding panel surya polikristalin pada intensitas yang rendah maupun intensitas yang tinggi, dengan selisih rata-rata 4.91 Watt.
2. Panel surya tipe monokristalin menunjukan efisiensi sebesar 14% sedangkan panel surya polikristalin sebesar 12%.

REFERENCES

[1] Pahlevi, Reza. (2014). *Pengujian Karakteristik Panel Surya Berdasarkan Intensitas Tenaga Surya*. SKRIPSI. Surakarta. Universitas Muhammadiyah Surakarta.

[2] Rif'an M. et al. (2012). *Optimasi Pemanfaatan Energi Listrik Tenaga Matahari di Jurusan Teknik Elektro Universitas Brawijaya.* Malang. Jurnal EECCIS Vol. 6, No. 1, Juni 2012.

[3] Handini, Wulandari. (2008). *Performa Sel Surya Tersensitasi Zat Pewarna (DSSC) Berbasis ZnO Dengan Variasi Tingkat Pengisian dan Besar Kristalit* TiO_2. SKRIPSI. Depok. Universitas Indonesia.

[4] Ponnusamy L, Desappan D. An investigation of temperature effects on solar photovoltaic cells and modules. International Journal of Engineering. 2014 Nov 1;27(11):1713-22.

[5] Sarya, Gede et al. (2015). *Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya.* Surabaya. Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember 2015, Vol. 01, No. 02.

[6] Magrissa, Rifani. (2016). *Pengaruh Intensitas Cahaya Terhadap Efisiensi Sel Solar pada Monocrystalline Silikon Sel Solar.* Padang. Universitas Negeri Padang.

[7] Taşçıoğlü, Ayşegül et al. (2014). *A Power Case Study for Monocrystalline and Polycrystalline Solar Panels in Bursa City, Turkey*. Turki. International Journal of Photoenergy, Volume 2016.

[8] Azhar Ghazali, M. dan Abdul Malek Abdul Rahman. (2012). *The Performance of Three Different Solar Panels for Solar Electricity Applying Solar Tracking Device under The Malaysian Climate Condition.* Malaysia. Energy and Environment Research, Vol. 2, No. 1; 2012.

[9] Yohana, Eflita dan Darmanto. (2012). *Uji Eksperimental Pengaruh Sudut Kemiringan Modul Surya 50 Watt Peak Dengan Posisi Mengikuti Pergerakan Arah Matahari.* Semarang. MEKANIKA, Vol. 11, No.1, September 2012.