

ID: 31

Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film

Comparison Analysis Of PLTS Monocrystalline And Polycrystalline To Sun Abortion Using Glass Film

Partaonan Harahap^{1*}, Riki Handoko², Benny Oktrialdi³, Rahmat Fauzi Siregar⁴

^{1,2,3,4}Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara
Jl. Mukhtar Basri No. 3 Medan Telp. 061-6622400

partaonharahap@umsu.ac.id^{1*}, rikihandokoumsu@gmail.com², bennyoktrialdi@umsu.ac.id³,
rahmatfauzisiregar@umsu.ac.id⁴

Abstraks- Temperatur kerja optimal pada panel surya pada kisaran 30⁰C, setiap kenaikan temperatur penurunan daya output pada panel surya. Kaca film merupakan suatu bahan material yang banyak digunakan untuk ngeblok panas namun tetap mampu melewati cahaya matahari. Karakteristik utama kaca film yang dapat memblok panas dikenal dengan istilah IRR (Infra Red Rejected) dan kemampuan melewati cahaya dikenal dengan istilah VLT (Visible Light Transmittance). Semakin besar VLT maka semakin kecil kemampuan memblok, demikian juga sebaliknya. Dalam penulisan ini diuraikan hasil pengujian 2 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda yaitu: 45% dan 60%, kedua kaca film tersebut diaplikasikan dengan cara di tempelkan pada permukaan panel surya monocrystalline dan polycrystalline serta membandingkan keadaan standart (tanpa kaca film) dengan di lapis kaca film. Pada cuaca cerah pada pukul: 09:00 sampai dengan pukul 16:00 Wib. Pada panel surya polycrystalline menghasilkan daya rata-rata 6,9 watt dan menggunakan kaca film 45% daya yang dihasilkan sebesar 4,7 watt. Daya yang dihasilkan rata-rata pada panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 7,7 watt sedangkan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,8 watt pada jenis polycrystalline tanpa kaca film menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,6 watt dan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,6 watt.

Kata kunci: Panel Surya, Kaca Film, Tegangan, Arus, Daya

Abstract The optimal working temperature on solar panels is in the range of 30⁰C, every increase in temperature decreases the output power of the solar panels. Window film is a material that is widely used to block heat but is still able to pass through sunlight. The main characteristics of window films that can block heat are known as IRR (Infra Red Rejected) and the ability to pass light that can be seen with the term VLT (Visible Light Transmittance). The bigger the VLT, the smaller the blocking ability, and vice versa. In this paper, the results of testing 2 types of window films with different VLTs are described, namely: 45% and 60%, the two window films are applied by attaching them to the surface of monocrystalline and polycrystalline solar panels and comparing standard conditions (without window film) with coated glass film. In sunny weather at: 09:00 to 16:00 WIB. Polycrystalline solar panels produce an average power of 6.9 watts and use 45% window film, the power generated is 4.7 watts. The average power generated on monocrystalline solar panels without window film is 7.7 watts while using 60% window film is 4.8 watts on polycrystalline types without window films produces an average power of 6.6 watts and uses 60% of 4.6 watts.

Keywords: Solar Panel, Window Film, Voltage, Current, Power

1. Pendahuluan

Matahari merupakan sumber energi yang potensial bagi kebutuhan manusia, dimana energi tersebut bisa didapat dari panas yang merambat sampai permukaan bumi, atau cahaya yang jatuh sampai permukaan bumi. Dengan mengubah cahaya matahari terutama intensitas matahari

SENTER 2022, 17 November 2022, pp. 159-167

ISSN (p): 2985-4903

ISSN (e): 2986-2477

dengan solar sel dapat dibuat sumber energi listrik untuk konsumsi manusia. Di Indonesia melimpahnya cahaya matahari yang merata dan dapat di tangkap di seluruh kepulauan Indonesia hampir sepanjang tahun merupakan sumber energi listrik yang sangat berpotensi. Energi yang bersifat terbarukan mempunyai peran yang sangat penting dalam memenuhi kebutuhan energi mengingat sumber tersebut sangat melimpah. Hal ini disebabkan pengaruh bahan bakar untuk pembangkit-pembangkit listrik konvensional dalam jangka waktu yang panjang akan menguras sumber minyak bumi, gas dan batu bara yang mungkin menipis dan juga dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan, salah satu upaya yang telah dikembangkan adalah pembangkit tenaga surya (PLTS).

Pada kondisi sekarang kebutuhan listrik untuk warung PKL dan penerangan lampu di Pantai Labu khususnya pada malam hari masih dirasa sangat kurang, karena keterbatasan pasokan listrik PLN di daerah tersebut. Untuk membantu mengatasi hal tersebut perlu dimanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi dengan melakukan Studi Kelayakan Pemasangan Pembangkit Listrik Tenaga Surya[1]. Pesisir pantai labu yang merupakan daerah jika di lihat secara kasap mata merupakan daerah dengan intensitas matahari yang cukup tinggi dengan suhu maksimum mencapai 34°C dan minimum 23°C serta hebusan angin yang cukup kuat menjadi daerah yang potensial untuk di kembangkan sebagai alternatif pembangkit listrik. Selain dari potensi energi terbarukannya pantai labu juga merupakan daerah dengan perputaran ekonomi yang cukup bagus baik dari segi pariwisata maupun industri kecil menengah[2].

Dalam penelitian ini menggunakan dua jenis panel surya yaitu monocrystalline dan polycrystalline untuk melakukan perbandingan pada panel surya yang tidak di lapis kaca film dan di lapis kaca film, Jenis panel surya silikon polycrystalline merupakan jenis piranti panel surya yang banyak di temukan di pasaran, karena ekonomis dan memiliki tingkat kestabilan yang baik dalam menghasilkan energy listrik. Riset-riset yang menggunakan panel surya juga banyak dilakukan bertujuan untuk menghasilkan suatu pengukuran yang sangat efisien dan bermanfaat terhadap memenuhi kebutuhan listrik bagi masyarakat. Salah satu upaya yang dilakukan untuk memaksimalkan penggunaan panel surya sehingga memiliki daya keluaran yang lebih tinggi adalah menggunakan reflektorcermin datar. Sedangkan dalam penelitian ini menggunakan panel surya yang dilapisi kaca film berbahan dasar polyester, pada kaca film itu sendiri berfungsi melindungi lapisan panel surya dari debu dan korosi pada panel surya. Walaupun di lapis kaca film tidak terpengaruh pada energi listrik yang dikeluarkan pada panel surya maka dari itu penelitian ini akan menguji coba panel surya di lapis kaca film dengan berbeda-beda kegelapannya (VLT) yaitu dengan kegelapan 45%, 60% dan 75%. sehingga dengan menggunakan panel surya diharapkan kebutuhan listrik di berbagai daerah di indonesia dapat terpenuhi[3].

VLT atau penerusan cahaya (tampak) merupakan besaran yang menunjukkan besarnya cahaya yang diteruskan. Semakin kecil nilai VLT maka kaca film semakin terlihat gelap. Di pasaran, konsumen kaca film mengelompokkan kaca film berdasarkan tingkat kegelapannya, yang sebenarnya angkanya berkebalikan dengan data spesifikasi kaca film yang menggunakan VLT. Berikut ini beberapa tingkat VLT

1. VLT 61% - 75% : Kegelapan kaca film 20%
2. VLT 50% - 60% : Kegelapan kaca film 30%
3. VLT 30% - 49% : Kegelapan kaca film 40%
4. VLT 11% - 29% : Kegelapan kaca film 60%
5. VLT 2% - 10% : Kegelapan kaca film 80%

Seperti misalnya VKOOL75 mempunyai VLT sebesar 75 % yang berarti 75% dari cahaya tampak yang dapat menembus kaca film. Di pasaran, kaca film ini dikatakan mempunyai kegelapan 20%. Semakin besar angka VLT ini, berarti semakin bening kaca film tersebut. Panel surya di lapis kaca film memiliki pengaruh pada serapan panel surya, yang dimana kaca film menghambat cahaya matahari menyentuh langsung pada panel surya dan mengakibatkan daya serapan pada panel surya berbeda tanpa menggunakan kaca film.



Gambar 1. Panel Surya yang dilapis kaca film

Dalam mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik, PLTS menggunakan panel surya. Panel surya merupakan piranti semikonduktor yang dapat merubah cahaya secara langsung menjadi arus listrik searah (DC) dengan menggunakan kristal silikon (Si) yang tipis. Untuk melihat performa panel surya dengan panel surya yang lain umumnya dengan melihat efisiensinya. Efisiensi panel surya yang semakin baik maka akan membuat daya keluaran panel yang semakin besar. Jika daya keluaran panel rendah, salah satu penyebabnya adalah tingginya temperatur pada panel. Untuk bekerja maksimal, panel membutuhkan jumlah cahaya yang masuk banyak dan suhu panel yang optimum. Dalam realisasinya, intensitas cahaya yang semakin tinggi juga akan menyebabkan temperatur yang semakin tinggi pula. Salah satu alternatif untuk mengurangi temperatur panel adalah dengan cara melapisi permukaan panel dengan penggunaan kaca film.

Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya menghasilkan pengujian 3 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda, dipilih kaca film dengan VLT tertinggi, sedang dan rendah sesuai yang ada di pasaran, yaitu VLT: 90%, 72% dan 60%. Ketiga kaca film tersebut diaplikasikan dengan cara ditempelkan pada permukaan photovoltaik. Pengujian dilakukan dengan membandingkannya dengan photovoltaik standar (tanpa kaca film) pada cuaca cerah dari jam 10.00 hingga jam 14.00 masing-masing selama 3 hari. Hasilnya menunjukkan photovoltaik dilapisi kaca film dengan VLT 90% mampu meningkatkan daya output rata-rata 49,36%, sementara yang dilapisi kaca film dengan VLT 72% dan 60 % mengalami penurunan daya berturut-turut -6,53 % dan -26,20% [4].

Perhitungan daya keluaran dari panel surya jenis silikon polikristal juga dilakukan memakai pelapis kaca film dengan tingkat kegelapan yang berbeda yaitu, 40%, 60%, dan 80%. Pengukuran menggunakan susunan *array* paralel selama 3 (tiga) hari untuk masing masing kaca film, Produksi daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film mengalami peningkatan sebesar 23,53% sampai 24,39 % dibandingkan dengan produksi daya keluaran tanpa pelapis. Perhitungan peningkatan daya keluaran panel surya menggunakan persamaan dimana P_k dan P_{nk} adalah daya keluaran rata-rata menggunakan kaca film dan tanpa kaca film. Pola daya keluaran panel surya yang dilapisi kaca film terhadap waktu pengamatan memiliki pola yang sama dengan pola daya keluaran panel surya tanpa lapisan kaca film. Daya maksimum terjadi pada waktu pengamatan jam 10.00 WIB dan menurun seiring dengan bertambahnya waktu pengamatan.[3].

Indonesia yang merupakan daerah tropis mempunyai potensi energi matahari sangat besar dengan isolasi harian rata-rata 4,5- 4,8 KWh/m² / hari. Akan tetapi energi listrik yang dihasilkan sel surya sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari yang diterima oleh sistem. Saat tengah hari yang cerah radiasi sinar matahari mampu mencapai 1000 watt permeterpersegi. Jika sebuah piranti semikonduktor seluas satu meter persegi memiliki efisiensi 10%, maka modul sel surya ini mampu memberikan tenaga listrik sebesar 100 watt. Modul sel surya komersial memiliki efisiensi berkisar antara 5% hingga 15% tergantung material penyusunnya. Tipe silikon kristal merupakan jenis piranti sel surya yang memiliki efisiensi tinggi meskipun biaya pembuatannya relatif lebih mahal dibandingkan jenis sel surya lainnya. Masalah yang paling penting untuk merealisasikan sel surya sebagai sumber energi alternatif adalah efisiensi piranti

sel surya dan harga pembuatannya. Efisiensi didefinisikan sebagai perbandingan antara tenaga listrik yang dihasilkan oleh piranti sel surya dibandingkan dengan jumlah energi cahaya yang diterima dari pancaran sinar matahari[5].

Perbandingan 2 merk panel sel surya dilakukan pengukuran berdasarkan intensitas 1225 dan temperatur 41,1°C. Pengukuran yang dimaksud adalah melihat besarnya tegangan Merk A 20,3 Volt dan B 3,5 volt , arus Merk A 1,17 Amper dan B 1,68 Amper, daya output Merk A 19,21 Watt dan B 16,94 Watt, daya input Merk A 183 Watt dan B 226 Watt antara tiap panel sel surya. Pada pengukuran dua panel surya jenis merk A dan B, dapat disimpulkan bahwa dari kinerja pada panel sel surya dari merk A dan B yang lebih bagus adalah B dikarenakan nilai penyerapan pada B lebih besar dibandingkan dengan surya dikarenakan nilai Imp penyerapan yang berbeda tiap jenis dan tipe. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi peningkatan daya yang dihasilkan yaitu temperatur permukaan panel sel surya sangat berpengaruh terhadap efisiensi yang dihasilkan dari panel surya yang artinya semangkin rendah suhu permukaan maka efisiensi Pv akan semangkin meningkat begitupun sebaliknya.[6]

2. Metode Penelitian

Pemilihan Kaca film Pemilihan kaca film dilakukan dengan mengacu pada nilai VLT dan IRR dari kaca film yang ada di pasaran. Untuk penerapan sebagai pendingin photovoltaik diperlukan kaca film dengan nilai VLT dan IRR yang tinggi keduanya. Kaca film yang ada di pasaran dengan nilai VLT tinggi memiliki IRR yang rendah, begitu juga sebaliknya, oleh karena itu dalam penelitian ini dipilih 3 jenis kaca film yang berbeda dengan tingkat VLT yang berbeda yaitu menggunakan VLT 45%, 60% dan 75%.

Dalam Pengujian yang dilakukan dengan cara membandingkan daya keluaran panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film (Standart) dan menggunakan kaca film, pengukuran Pengambilan data 1 jam dari pukul 09:00 sampai dengan pukul 16:00 data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data tegangan, arus dan daya dari panel surya 50wp tanpa kaca film dan dilapis kaca film. Analisa yang dilakukan dengan cara menghitung hasil pengukuran untuk mencari daya pada panel serya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan dilapis kaca film dengan menggunakan persamaan 1.

$$P = V.I \tag{1}$$

Perhitungan dilakukan setiap 1 jam, selanjutnya nilai rata-rata dihitung setiap per 2 hari percobaan, analisa yang sama dilakukan terhadap data dari ke 3 jenis kaca film yang digunakan. Untuk mencari rata-rata menggunakan persamaan 2.

$$P_{(rata - rata)} = (P_{(1)} + P_{2} + P_{3} + P_{4} + \dots + P_{n})/n \tag{2}$$

Dengan :

- P rata rata = Daya rata rata (Watt)
- P_1 = Daya pada titik pengujian ke satu (Watt)
- P_2 = Daya pada titik pengujian ke dua (Watt)
- P_3 = Daya pada titik pengujian ke tiga (Watt)
- p_n = Daya pada titik pengujian ke n

Efisiensi dapat kita cari melalui perbandingan antara daya listrik yang keluar (output) dengan daya listrik yang masuk (input) oleh karena itu bisa kita menggunakan persamaan 2.3.[15].

$$n = \frac{P_{in}}{P_{out}} \times 100\% \quad (3)$$

Dengan:

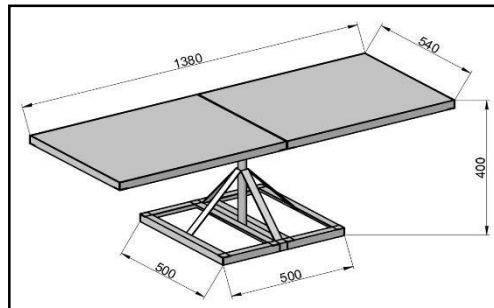
n = efisiensi

P_{in} = Daya input (Watt)

P_{out} = Daya output (Watt)

Dalam pelaksanaan penelitian ada beberapa langkah dalam melaksanakan penelitian sebagai berikut:

1. Perancangan peralatan monocrystalline dan polycrystalline untuk media penelitian
 - a. Desain Alat Penelitian



Gambar 2. Desain alat penelitian

Desain pada alat penelitian adalah untuk mengetahui ukuran dudukan panel surya dan panjang panel surya monocrystalline dan polycrystalline bisa kita lihat pada gambar 2.



Gambar 3. Pengujian PLTS Monocrystalline dan polycrystalline dengan kaca film

Rangkaian alat penelitian adalah untuk mengetahui cara atau proses pengukuran pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film, pengukuran di lakukan secara bergantian menggunakan multimeter digital dengan cara positif pada panel surya di letakan di positif multimeter digital dan begitu juga pada negatif panel surya.

- b. Diagram Blok Alat

Diagram blok dari pembangkit listrik tenaga surya dapat di lihat pada gambar berikut:

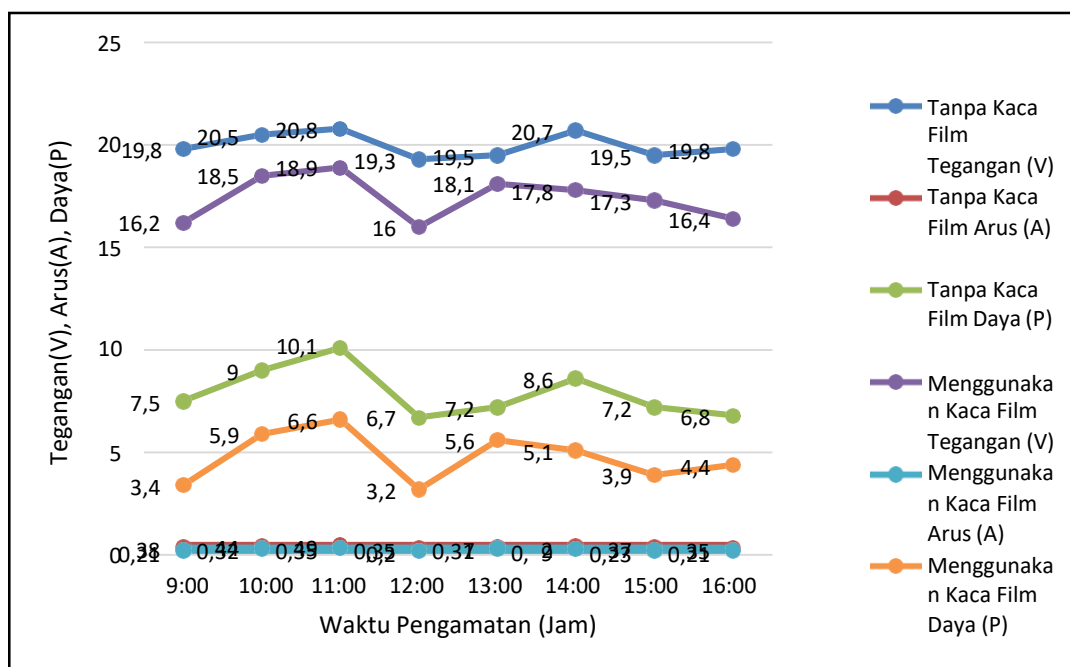


Gambar 4. Diagram blok PLTS

Pada diagram blok di atas panel surya yang di gunakan ialah jenis monocrystalline dan polycrystalline yang kapasitas 50 wp yang dimana sebagai sumber pembangkit energi listrik, kemudian kaca film sebagai alat pelapis pada permukaan panel surya yang dimana sebagai penghambat sinar matahari menyentu langsung mengenai permukaan panel surya, dan alat ukur yang digunakan ialah multimeter digital yang dimana berfungsi sebagai mengukur tegangan dan arus yang di keluarkan panel surya.

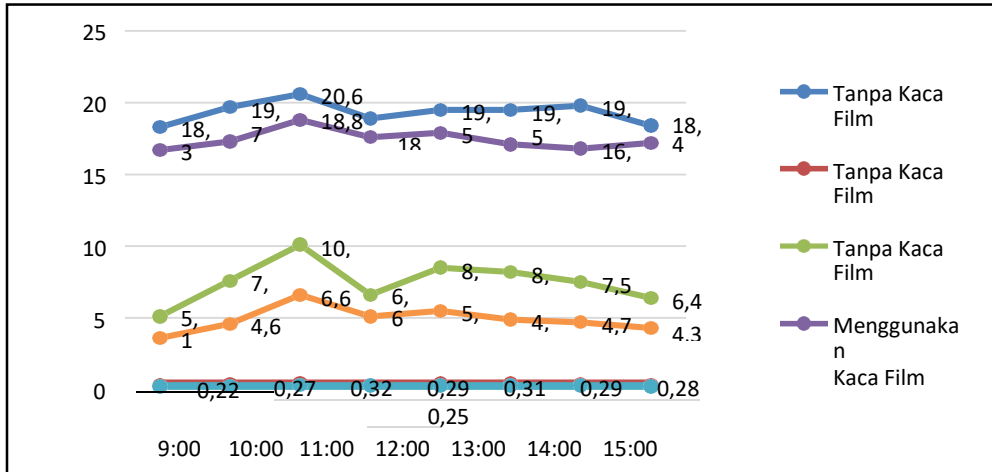
3. Hasil dan Pembahasan

Pengambilan data 1 jam sekali data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data tegangan, arus dan daya dari panel surya 50 Wp tanpa kaca film dan dilapis kaca film. Data tanpa kaca film sebagai data dasar dan sebagai pembandingan dengan data yang diperoleh dari panel surya yang dilapis kaca film. Adapun hasil pengujian tegangan, arus dan daya adalah sebagai berikut:



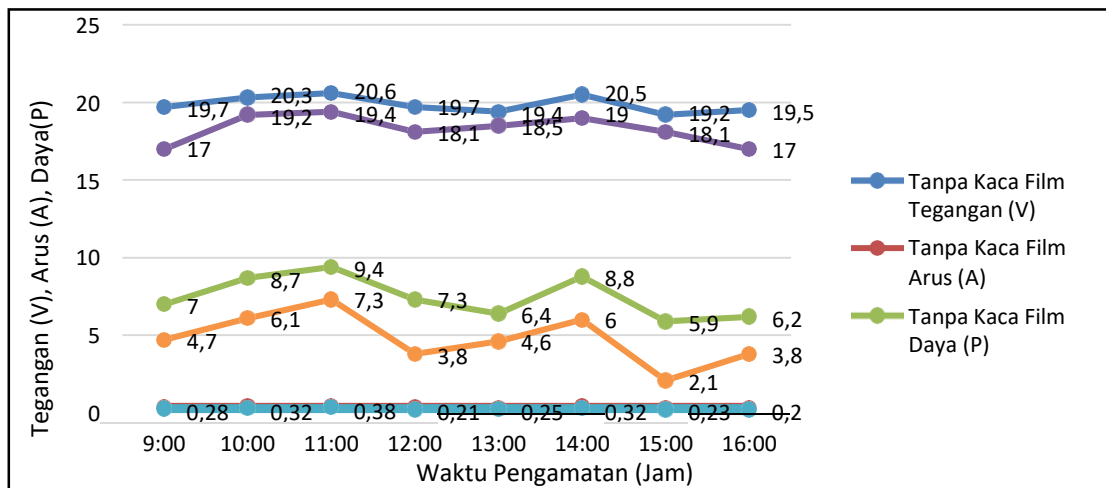
Gambar 5. Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%.

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada jenis monocrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 20,0 Volt, arus sebesar 0,40 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,9 Watt, tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,4 Volt, Arus sebesar 0,24 Ampere, dan daya sebesar 4,7 Watt, keadaan cuaca cerah



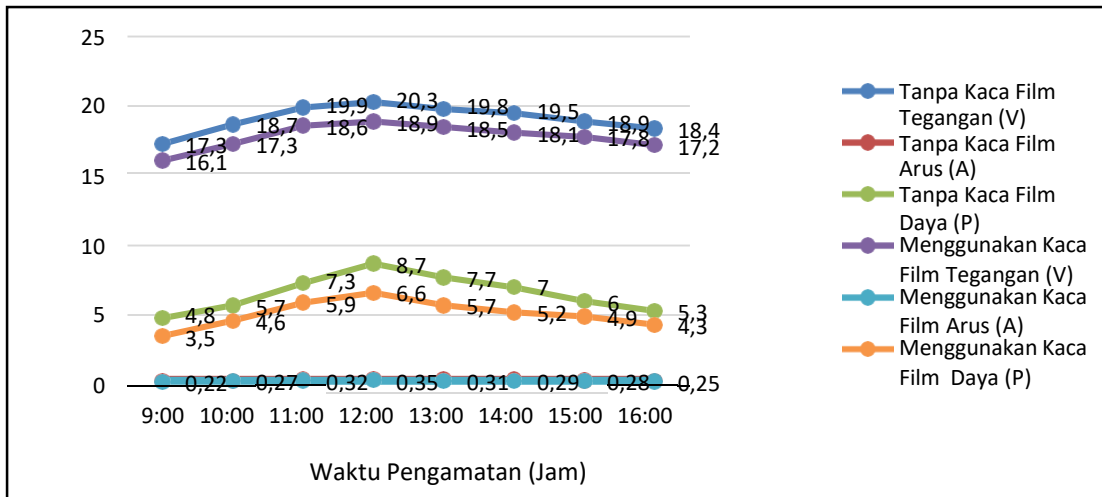
Gambar 6. Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

Dari hasil pengujian yang dilakukan pada jenis polycrystalline tanpa kaca film rata-rata tegangan sebesar 19,3 Volt, arus sebesar 0,34 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 6,7 Watt. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,4 Volt, Arus sebesar 0,29, dan daya sebesar 5,1 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 7. Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Dari hasil pengujian pada jenis monocrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 21,0 Volt, arus sebesar 0,39 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,8 Watt, tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 18,1 Volt, Arus sebesar 0,31, dan daya sebesar 4,7 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 8. Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Dari hasil pengujian pada jenis polycrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 19,1 Volt, arus sebesar 0,34 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 6,6 Watt tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,8 Volt, Arus sebesar 0,29 Ampere, dan daya sebesar 4,1 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.

4. Kesimpulan

Dalam Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya menghasilkan 2 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda, dipilih kaca film dengan VLT tertinggi, sedang dan rendah sesuai yang ada di pasaran. Setelah melakukan penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil pengukuran perubahan daya panel surya berpengaruh pada suhu yang di terima oleh panel surya, yang dimana pada suhu 29°C sampai 30°C panel surya mampu menghasilkan daya rata-rata 10 watt dan pada suhu 31°C sampai 32°C menghasilkan daya rata-rata 6,4 watt.
2. Perbandingan daya yang dihasilkan kaca film dengan VLT 60% dan VLT 45%, yang di mana daya yang dihasilkan semakin kecil.
3. Hasil Pengukuran pada masing-masing kaca film daya output panel surya jenis monocrystalline dan polycrystalline yang telah dilakukan menghasilkan daya rata-rata panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 8,4 watt dan menggunakan kaca film 45% sebesar 4,9 watt. Pada panel surya polycrystalline menghasilkan daya rata-rata 6,9 watt dan menggunakan kaca film 45% daya yang dihasilkan sebesar 4,7 watt. Daya yang dihasilkan rata-rata pada panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 7,7 watt sedangkan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,8 watt pada jenis polycrystalline tanpa kaca film menghasilkan daya rata-rata sebesar 6,6 watt dan menggunakan kaca film 60% sebesar 4,6 watt.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih kepada Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara, Fakultas Teknik dan LP2M UMSU yang sudah memfasilitasi penelitian ini.

Referensi

- [1] Konsultan Basel, “Studi Kelayakan Pembangkit Listrik Tenaga,” vol. 21, no. 021, pp. 155–162, 2010.
- [2] Knbs, “Analisis Potensi Pembangkit Listrik Tenaga Hibrida Pada Pesisir Pantai Labu

- Menggunakan Software Homer,” *Anal. Potensi Pembangkit List. Tenaga Hibrida Pada Pesisir Pantai Labu Menggunakan Softw. Homer*, p. 6, 2021
- [3] U. M. Ricko Mahindra*, Awitdrus, J. Fisika, F. M. dan I. P. A. U. Riau, I. Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, and *ricomahendra17@gmail.com, “Pengaruh Serapan Sinar Matahari Oleh Kaca Film Terhadap Daya Keluaran Plat Sel Surya,” *Jom Fmipa Vol. 2 No.1 Februari 2015*
- [4] A. Pawawoi and V. A. Pranata, “Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya,” *J. Nas. Tek. Elektro*, vol. 9, no. 3, 2020, doi: 10.25077/jnte.v9n3.712.2020
- [5] S. Yuliananda, G. Sarya, and R. Retno Hastijanti, “Pengaruh Perubahan Intensitas Matahari Terhadap Daya Keluaran Panel Surya,” *J. Pengabd. LPPM Untag Surabaya Nop.*, vol. 01, no. 02, pp. 193–202, 2015
- [6] P. Harahap, “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, 2020, doi: 10.30596/rele.v2i2.4420.
- [7] A. H. Andriawan and P. Slamet, “Tegangan Keluaran Solar Cell Type Monocrystalline Sebagai Dasar Pertimbangan Pembangkit Tenaga Surya,” *J. Penelit. LPPM Untag Surabaya*, vol. 2, no. 1, pp. 39–45, 2017.
- [8] G. Ngurah *et al.*, “Kajian Energi Surya Untuk Pembangkit Tenaga Listrik,” vol. 4, no. 1, pp. 29–33, 2005
- [9] Danny Santoso Mintorogo, “Strategi Aplikasi Sel Surya (Photovoltaic Cells) Pada Perumahan Dan Bangunan Komersial,” *Dimens. (Jurnal Tek. Arsitektur)*, vol. 28, no. 2, pp. 129–141, 2000, [Online]. Available: <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/view/15736>
- [10] S. Sibarani, “Skripsi Teknik Mesin - Panel Surya”.
- [11] B. L. Sater, “Solar cell,” *Phys. Today*, vol. 33, no. 3, pp. 116–117, 1980, doi: 10.1063/1.2913977
- [12] B. H. Purwoto, “Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif,” *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 01, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251
- [13] Y. Randa, “kaca film vcool,” *kaca Film*, vol. 13, no. May, pp. 31–48, 2016.
- [14] A. Nur, S. Budi, I. Qiram, and D. Sartika, “Pengaruh Prosentase Kepekatan Kaca Film Terhadap Distribusi Termal dan Pencahayaan Kabin Kendaraan-2021,” vol. 6, no. 1, pp. 4–7, 2021.
- [15] S. D. Kapasitas, “Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga,” *J. CRANKSHAFT*, vol. 4, no. 2, pp. 9–18, 2021.