

TUGAS AKHIR
**ANALISA PERBANDINGAN PLTS MONOCRYSTALINE DAN
POLYCRYSTALINE TERHADAP SERAPAN CAHAYA
MATAHARI MENGGUNAKAN KACA FILM
DI PANTAI LABU**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh
Gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIKI HANDOKO

1807220056



UMSU

Unggul | Cerdas | Terpercaya

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2022**

HALAMAN PENGESAHAN

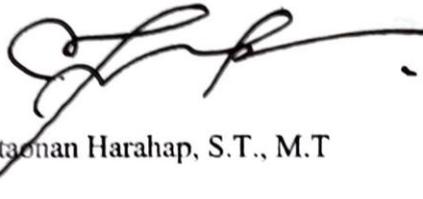
Tugas Akhir ini diajukan oleh:

Nama : Riki Handoko
NPM : 1807220056
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Scrapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Pantai Labu
Bidang ilmu : Energi Baru Terbarukan

Telah berhasil dipertahankan di hadapan Tim Penguji dan diterima sebagai salah satu syarat yang diperlukan untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik elektro , Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Oktober 2022

Mengetahui dan menyetujui:
Dosen Pembimbing



Partaonan Harahap, S.T., M.T

Dosen Pembanding I / Penguji



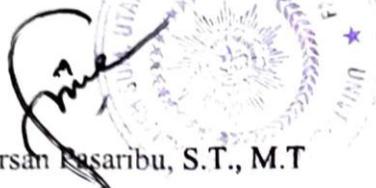
Rohana, S.T., M.T

Dosen Pembanding II / Peguji



Rimbawati , S.T., M.T

Program Studi Teknik Elektro
Ketua,



Faisal Irsan Kasaribu, S.T., M.T

**HALAMAN PENGESAHAN
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Riki Handoko
Tempat /Tanggal Lahir : Sumber Padi/ 08 Maret 2000
NPM : 1807220056
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

Menyatakan dengan sesungguhnya dan sejujurnya, bahwa laporan Tugas Akhir saya yang berjudul:

“Analisa perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Pantai Labu ”,

Bukan merupakan plagiarisme, pencurian hasil karya milik orang lain, hasil kerja orang lain untuk kepentingan saya karena hubungan material dan non-material, ataupun segala kemungkinan lain, yang pada hakekatnya bukan merupakan karya tulis Tugas Akhir saya secara orisinil dan otentik.

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/kesarjanaan saya.

Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 10 Oktober 2022
Saya yang menyatakan,



Riki Handoko

ABSTRAK

Salah satu yang mempengaruhi daya output panel surya adalah temperatur. Temperatur kerja optimal panel surya pada kisaran 30°C, 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 melewatkan 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 3 jenis kaca film dengan VLT yang berbeda yaitu: 45%, 60%, dan 75% ketiga 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 masing-masing selama 2 hari. Kaca film memberikan pengaruh yang signifikan terhadap daya output pada panel surya, daya rata-rata yang dihasilkan monocrystalline menggunakan kaca film VLT 75% sebesar 9,4 Watt Dan pada monocrystalline daya rata-rata yang dihasilkan menggunakan kaca film VLT 75% yang dihasilkan 8,5 Watt Daya yang dihasilkan lebih besar dari pada kaca film VLT 45% dan VLT 60%.

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

ABSTRAK

One that affects the output power of solar panels is temperature. The optimal working temperature of solar panels is in the range of 30°C, 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 sunlight. The main characteristic of window film that can block heat is known as IRR (Infra Red Rejected) and the ability to pass light is known as VLT (Visible Light Transmittance). The bigger the VLT, the smaller the blocking ability, and vice versa. In this paper, the results of testing 3 types of window films with different VLTs are described, namely: 45%, 60%, and 75% of the three window films applied by attaching them to the surface of monocrystalline and polycrystalline solar panels and comparing standard conditions (without window film). with a layer of window film. In sunny weather at: 09:00 to 16:00 each for 2 days. Window film has a significant effect on the output power of the solar panel, the average power produced by monocrystalline using 75% VLT window film is 9.4 Watts and on monocrystalline the average power using 75% VLT window film is 8.5 Watts The power produced is greater than the VLT 45% and VLT 60% window films.

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

KATA PENGANTAR

Dengan nama Allah Yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang. Segala puji dan syukur penulis ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan karunia dan nikmat yang tiada terkira. Salah satu dari nikmat tersebut adalah keberhasilan penulis dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini yang berjudul “Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Kecamatan Pantai Labu” sebagai syarat untuk meraih gelar akademik Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara (UMSU), Medan. Banyak pihak telah membantu dalam menyelesaikan laporan Tugas Akhir ini, untuk itu penulis menghaturkan rasa terimakasih yang tulus dan dalam kepada:

1. Orang tua saya yang telah mendukung saya dalam keadaan apapun untuk menuliskan studi tugas akhir ini.
2. Bapak Munawar Alfansury Siregarr, S.T., M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
3. Bapak Faisal Irsan Pasaribu S.T.,M.T. selaku ketua Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
4. Ibu Elvy Sahnur Nasution, S.T., M.Pd. selaku Sekretaris Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
5. Bapak Partaonan Harahap, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak/Ibu Dosen di Program Studi Teknik Elektro, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara yang telah banyak memberikan ilmu keteknik elektroan kepada penulis.
7. Bapak/Ibu Staf Administrasi di Biro Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

8. Teman-teman seperjuangan Teknik Elektro Stambuk 2018.

Tugas Akhir ini tentunya masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis berharap kritik dan masukan yang konstruktif untuk menjadi bahan pembelajaran berkesinambungan penulis di masa depan. Semoga Proposal Tugas Akhir ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu keteknik-elektroan.

Medan, 23 September 2022



RIKI HANDOKO

DAFTAR ISI

| | |
|-------------------------------------------------------|--------------|
| HALAMAN PENGESAHAN | ii |
| PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR | iv |
| ABSTRAK | v |
| DAFTAR ISI | ix |
| DAFTAR TABEL | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR LAMPIRAN | xiiiv |
| BAB 1 PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1 Latar Belakang | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 3 |
| 1.4 Batasan Masalah..... | 3 |
| 1.5 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.6 Sistematika Penulisan..... | 4 |
| BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA | 5 |
| 2.1 Tinjauan Relevan..... | 5 |
| 2.2 Teori Pendukung | 8 |
| 2.2.1 Energi Surya | 8 |
| 2.2.2 Sel Surya..... | 8 |
| 2.2.3 Prinsip Kerja Sel Surya..... | 9 |
| 2.2.4 Karakteristik sel Surya..... | 9 |
| 2.3 Panel Surya..... | 10 |
| 2.3.1 Cara Kerja Panel Surya..... | 11 |
| 2.3.2 Jenis-Jenis Panel Surya..... | 12 |
| 2.3.3 Faktor dari pengoperasian sel surya..... | 14 |
| 2.3.4 Struktur Panel Surya | 15 |
| 2.3.5 Kaca Film V-Kool | 16 |
| 2.3.5.1 Visible Light Transmittance (VLT) | 18 |
| 2.3.5.2 Fungsi Kaca Film | 16 |
| 2.3.5.3 Pengaruh Panel Surya Terhadap Kaca Film | 20 |
| 2.3.5.4 Manfaat Kaca Film | 20 |

| | |
|--------------------------------------------|-----------|
| 2.4 Arus dan Tegangan..... | 20 |
| BAB 3 METODE PENELITIAN..... | 21 |
| 3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian..... | 21 |
| 3.1.1 Tempat Penelitian | 21 |
| 3.1.2 Waktu Penelitian..... | 21 |
| 3.2 Alat dan Bahan | 21 |
| 3.2.1 Peralatan dan bahan penelitian | 21 |
| 3.3 Langkah-Langkah Penelitian..... | 24 |
| 3.4 Metode Penelitian..... | 25 |
| 3.5 Diagram Alir..... | 28 |
| BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 26 |
| 4.1 Hasil Dan Pembahasan | 26 |
| BAB 5 PENUTUP..... | 46 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 46 |
| 5.2 Saran | 47 |
| DAFTAR PUSTAKA | 48 |
| LAMPIRAN | 50 |

DAFTAR TABEL

| | | |
|------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.1 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 26 |
| Tabel 4.2 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 28 |
| Tabel 4.3 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 29 |
| Tabel 4.4 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 31 |
| Tabel 4.5 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60% | 33 |
| Tabel 4.6 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60% | 34 |
| Tabel 4.7 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60% | 36 |
| Tabel 4.8 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%..... | 37 |
| Tabel 4.9 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75% | 39 |
| Tabel 4.10 | Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75% | 40 |
| Tabel 4.11 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75% | 42 |
| Tabel 4.12 | Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75% | 43 |
| Tabel 4.13 | Rata-rata perbandingan tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 45 |
| Tabel 4.14 | Rata-rata perbandingan arus pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 46 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabel 4.15 Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline Dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 46 |
| Tabel 4.16 Rata-rata perbandingan tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 46 |
| Tabel 4.17 Rata-rata perbandingan arus pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 47 |
| Tabel 4.18 Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline Dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 47 |
| Tabel 4.19 Rata-rata perbandingan tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 48 |
| Tabel 4.20 Rata-rata perbandingan arus pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 48 |
| Tabel 4.21 Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 49 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 2.1 Diagram Dari Sebuah Potongan Sel Surya (PV sel) | 9 |
| Gambar 2.2 Panel Surya | 10 |
| Gambar 2.3 Sistem Instalasi Menggunakan Solar cell | 11 |
| Gambar 2.4 Solar Panel Monocrystalline | 12 |
| Gambar 2.5 Solar Panel Polycrystalline | 13 |
| Gambar 2.6 Solar Panel Thin-Film | 13 |
| Gambar 2.7 Panel Surya Yang Di Lapis Kaca Film | 19 |
| Gambar 3.1 Alat ukur multimeter digital | 21 |
| Gambar 3.2 Thermometer digital | 22 |
| Gambar 3.3 Kabel Penyambung Rangkaian | 22 |
| Gambar 3.4 Kaca Film | 23 |
| Gambar 3.5 Panel surya monocrystalline dan polycrystalline | 23 |
| Gambar 3.6 kerangka panel surya | 23 |
| Gambar 3.7 Desain Alat Penelitian | 24 |
| Gambar 3.8 Rangkaian Alat Penelitian | 24 |
| Gambar 3.9 Flowchart Penyusunan Tugas Akhir | 28 |
| Gambar 4.1 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 27 |
| Gambar 4.2 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% | 28 |
| Gambar 4.3 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 30 |
| Gambar 4.4 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%..... | 32 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gambar 4.5 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%..... | 33 |
| Gambar 4.6 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%..... | 35 |
| Gambar 4.7 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%..... | 36 |
| Gambar 4.8 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%..... | 38 |
| Gambar 4.9 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%..... | 39 |
| Gambar 4.10 Grafik perbandingan hari pertama tegangan, arus, dan daya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%..... | 41 |
| Gambar 4.11 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%..... | 42 |
| Gambar 4.12 Grafik perbandingan hari kedua tegangan, arus, dan daya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT75%..... | 44 |

DAFTAR LAMPIRAN

1. Lampiran 1: Asistensi Tugas Akhir 50
2. Lampiran 2: Dokumentasi Kegiatan 52

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

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 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 dilapisin 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 kegelapanya (VLT) yaitu dengan kegelapan 45%, 60% dan 75%. sehingga dengan menggunakan panel surya diharapkan kebutuhan listrik di berbagai daerah di indonesia dapat terpenuhi[3].

Berdasarkan permasalahan diatas maka penulis mengangkat judul “Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Kabupaten Pantai Labu” sebagai judul skripsi.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana Perubahan Daya Output Terhadap Waktu Pengukuran Tegangan Dan Arus?
2. Bagaimana perbandingan Daya output Dari Panel Surya monocrystalline dan polycrystalline Dilapiskan Kaca Film?
3. Berapakah Daya rata-rata daya output yang dihasilkan dari Panel Surya Monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan dilapis kaca film?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Menganalisa perubahan Daya pada waktu pengukuran Tegangan dan Arus.
2. Menganalisa perbandingan daya output Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline menggunakan kaca film.
3. Berapakah Daya output rata-rata dari panel surya Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan dilapis kaca film.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah penelitian ini yaitu:

1. Penulis hanya mengetahui perubahan daya Pada waktu Tegangan dan Arus.
2. Penulis hanya mengetahui perbandingan Daya output yang di dihasilkan PLTS Monocrystalline dan Polycrystalline menggunakan kaca film.
3. Penulis hanya mengetahui daya output rata-rata pada panel surya tanpa kaca film dan di lapis kaca film
4. Penelitian ini di lakukan sampai dengan selesai.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian yang diharapkan penulis adalah:

1. Memberikan manfaat terhadap mahasiswa/i dengan menciptakan inovasi dan mengaplikasikan ilmu yang telah diperoleh dari perkuliahan.
2. Untuk sebagai acuan pembangkit listrik tenaga surya di pesisir pantai yang bisa di aplikasikan pada industri.
3. Menambah ilmu pengetahuan saya memahami cara mengaplikasikan panel surya dengan kaca film dan mengetahui perbandingan output daya dan perbandingan monocrystalline dan polycrystalline menggunakan kaca film.

1.6 Sistematika Penulisan

Adapun sistematika penulisan tugas akhir ini diuraikan secara singkat sebagai berikut:

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada bab ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

Pada bab ini menjelaskan tentang tinjauan pustaka relevan, yang mana yang berisikan tentang teori-teori penunjang keberhasilan didalam masalah pembuatan tugas akhir ini. Ada juga teori dasar yang berisikan tentang penjelasan dari dasar teori dan penjelasan komponen utama dalam penelitian ini.

BAB 3 METODE PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang letak lokasi penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahap-tahap yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara pengujian hingga mendapatkan data-data yang digunakan.

BAB 4 ANALISA DAN HASIL PENELITIAN

Pada bab ini menjelaskan tentang analisa hasil dari penelitian, serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB 5 PENUTUP

Pada bab ini menjelaskan tentang kesimpulan dan saran dari penelitian dan penulisan tugas ini.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Relevan

Pada saat ini, pemanfaatan energi cahaya matahari untuk dikonversikan menjadi energi listrik sedang berkembang. Hampir di seluruh dunia sedang gencar mengembangkan teknologi Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Hal ini dikarenakan sumber energi PLTS ini merupakan energi baru yang dapat diperbaharui serta ramah lingkungan. Indonesia merupakan salah satu negara yang sedang gencar dalam pengembangan PLTS. 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 silicon (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, Adapun penelitian yang dilakukan oleh peneliti sebelumnya adalah sebagai berikut :

Andi Pawawoi dan Vegi Apria Pranata (2020) Jurnal Nasional Teknik Elektro, Vol. 9, No. 3, November 2020, Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Andalas, Padang, Sumatera Barat, Indonesia, Peningkatan Daya Output Photovoltaik Dengan Penambahan Lapisan Kaca Film Pada Permukaannya dlam penelitiannya menghasilkan Dalam tulisan ini diuraikan hasil 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]

Ricko Mahindra*, Awitdrus, Usman Malik (2015) JOM FMIPA Volume 2 No.1 Februari 2015 Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia. 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]

Subekti Yuliananda, Gede Sarya, RA Retno Hastijanti, (2015) Jurnal Pengabdian LPPM Untag Surabaya Nopember 2015, Vol. 01, No. 02, hal 193 – 202. 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 per meter persegi. 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]

Partaonan Harahap (2020), Jurnal Teknik Elektro Vol. 2, No. 2, Januari 2020 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 polycrystalline 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]

Aris Heri Andriawan, Puji Slamet, (2017) Jurnal Penelitian LPPM Untag Surabaya September 2017, Vol. 02, No. 01, hal 39– 45, Kinerja sel surya dapat diukur dengan melihat kekuatan tegangan keluaran yang dihasilkan dari sel surya tersebut. Kerja sel surya dipengaruhi oleh beberapa hal seperti bahannya, resistansi bahan, temperatur dan tingkat radiasi matahari. Dari kurva arustegangan (I-V) dapat diketahui parameter-parameter keluaran sel surya seperti arus hubunga singkat (Isc), tegangan terbuka (Voc), arus maksimum, dan tegangan maksimum serta daya maksimum, nergi surya di Indonesia sangat besar yakni sekitar 4.8 KWh/m² atau setara dengan 112.000 GWp,

namun yang sudah dimanfaatkan baru sekitar 10 MWp. Saat ini pemerintah telah mengeluarkan roadmap pemanfaatan energi surya yang menargetkan kapasitas PLTS terpasang hingga tahun 2025 adalah sebesar 0.87 GW atau sekitar 50 MWp/tahun. Jumlah ini merupakan gambaran potensi yang cukup besar dalam pengembangan energi surya di masa datang[7].

2.2 Teori Pendukung

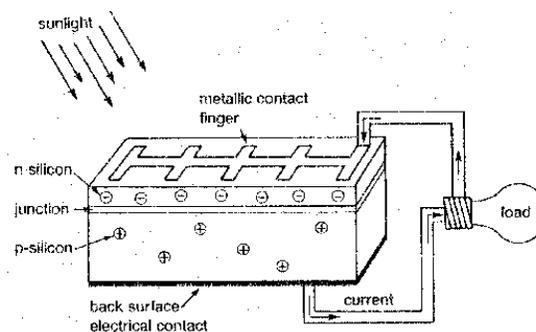
Teori pendukung adalah dasar teori yang menjadi acuan dan langkah-langkah penelitian, dengan adanya teori pendukung maka peneliti semakin terarah dalam melakukan penelitian.

2.2.1 Energi Surya

Energi surya merupakan sumber utama bagi kehidupan di bumi energi yang dihasilkan matahari, matahari adalah sumber energi yang berjumlah besar dan bersifat terus menerus (tidak habis) berupa energi panas dan energi cahaya yang di pergunakan makhluk hidup untuk memenuhi kebutuhan hidup, bumi menerima 175×10^5 watt radiasi surya pada atmosfer terluar. Energi surya yang memasuki atmosfer memiliki kerapatan daya rata-rata sebesar 1,2 kW/m, namun hanya sebesar 560 W/m^2 yang diserap bumi. Berdasarkan angka di atas, maka energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas ± 2 juta km^2 adalah sebesar 5.108 MW.[8]

2.2.2 Sel Surya

Sel Surya diproduksi dari bahan semikonduktor yaitu silikon berperan sebagai insulator pada temperatur rendah dan sebagai konduktor bila ada energi dan panas. Sebuah Silikon Sel Surya adalah sebuah diode yang terbentuk dari lapisan atas silikon tipe n (silicon doping of “phosphorous”), dan lapisan bawah silikon tipe p (silicon doping of “boron”).



Gambar 2.1 Diagram dari sebuah potongan Sel Surya (PV sel)

Elektron-elektron bebas terbentuk dari milion photon atau benturan atom pada lapisan penghubung (junction= 0.2-0.5 micron) menyebabkan terjadinya aliran listrik.[9]

2.2.3 Prinsip Kerja Sel Surya

Paramater paling penting dalam kinerja sebuah sel surya adalah intensitas radiasi matahari atau biasa disebut dengan iradiasi cahaya matahari, yaitu jumlah daya matahari yang datang kepada permukaan per luas area. Intensitas radiasi matahari diluar atmosfer bumi disebut konstanta surya, yaitu sebesar 1365 W/m_2 . Setelah disaring oleh atmosfer bumi, beberapa sepktrum cahaya hilang, dan intensitas puncak radiasi menjadi sekitar 1000 W/m_2 . Nilai ini adalah tipikal intensitas radiasi pada keadaan permukaan tegak lurus sinar matahari dan pada keadaan cerah. Besar dari nilai iradiansi matahari inilah yang akan menentukan besar daya yang dapat dihasilkan oleh sebuah panel surya.[10]

2.2.4 Karakteristik Sel Surya

Kapasitas daya dari sel atau modul surya dilambangkan dalam *watt peak* (W_p) dan diukur berdasarkan standar pengujian Internasional yaitu *Standard Test Condition* (STC). Standar ini mengacu pada intensitas radiasi sinar matahari sebesar 1000 W/m_2 yang tegak lurus sel surya pada suhu 25°C . Modul *photovoltaic* memiliki hubungan antara arus dan tegangan. Pada saat tahanan variabel bernilai tak terhingga (*open*

circuit) maka arus bernilai minimum (nol) dan tegangan pada sel berada pada nilai maksimum, yang dikenal sebagai tegangan *open circuit* (V_{oc}).[10]

2.3 Panel Surya

Solar cell (panel surya) merupakan salah satu sumber energi yang ramah lingkungan dan sangat menjanjikan pada masa yang akan datang, karena tidak ada polusi yang dihasilkan selama proses konversi energi, dan lagi sumber energinya banyak tersedia di alam, yaitu sinar matahari, terlebih di negeri tropis semacam Indonesia yang menerima sinar matahari sepanjang tahun. Menggunakan kombinasi dari papan surya (*potovoltaic panels*), pembangkit listrik tenaga angin, pembangkit listrik tenaga air, sistem penyimpanan energi, mesin untuk menghasilkan air, sistem energi cadangan dan produk-produk energi yang efisien.

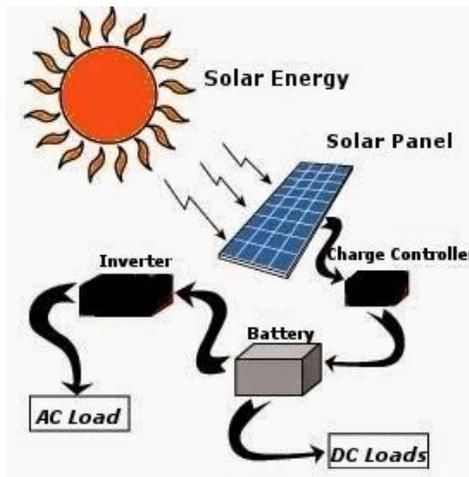


Gambar 2.2 Panel Surya

solar cell (panel surya) adalah alat yang merubah sinar matahari menjadi listrik melalui proses aliran-aliran elektron negatif dan positif didalam cell modul tersebut karena perbedaan electron. Hasil dari aliran elektron-elektron akan menjadi listrik DC yang dapat langsung dimanfaatkan untuk mengisi battery / aki sesuai tegangan dan ampere yang diperlukan. Komponen inti dari sistem PLTS ini meliputi peralatan : Modul *Solar Cell*, *Regulator / controller*, Battery / Aki, Inverter DC to AC, Beban / *Load*. [10]

2.3.1 Cara Kerja Panel Surya

Pembangkit listrik tenaga surya konsepnya sederhana, yaitu mengubah cahaya matahari menjadi energi listrik. Cahaya matahari merupakan salah satu bentuk energi dari sumber daya alam. Sumber daya alam matahari ini sudah banyak digunakan untuk memasok daya listrik di satelit komunikasi melalui sel surya. Sel surya ini dapat menghasilkan energi listrik dalam jumlah yang tidak terbatas langsung diambil dari matahari, tanpa ada bagian yang berputar dan tidak memerlukan bahan bakar. Sehingga Sistem sel surya sering dikatakan bersih dan ramah lingkungan. Bandingkan dengan sebuah generator listrik, ada bagian yang berputar dan memerlukan bahan bakar untuk dapat menghasilkan listrik. Suaranya bising, selain itu gas yang dihasilkan dapat menimbulkan efek gas rumahkaca (*greenhousegas*) yangp engaruhnya dapat merusak ekosistem planet bumi kita.



Gambar 2.3 Sistem Instalasi Menggunakan panel surya

Sistem panel surya yang dapat digunakan di permukaan bumi terdiri dari panel sel surya, rangkaian kontroler pengisian (*chargecontroller*), dan aki (baterai) 12 volt yang *maintenancefee*. Panel sel surya merupakan modul Yang terdiri dari beberapa sel surya yang dihubungkan seri dan paralel tergantung ukuran dari kapasitas yang diperlukan. Rangkainkontroler pengisian aki dalam sistem sel surya merupakan rangkaian elektronik yang Mengatur proses pengisian akinya. Kontroler ini dapat mengatur

tegangan aki dalam selang tegangan 12 volt. Bila tegangan turun sampai 10.8 volt berarti sisa tegangan pada aki 2.2 volt, maka kontroler akan mengisi aki dengan Panel surya sebagai sumber dayanya. Tentu saja proses pengisian itu akan Terjadi bila berlangsung pada saat ada cahaya matahari. Jika penurunan tegangan terjadi pada malam hari, maka kontroler akan memutus pemasokan energi listrik. Setelah proses pengisian itu berlangsung selama beberapa jam, tegangan aki itu akan naik bila tegangan aki itu mencapai 12 volt, maka kontroler akan menghentikan proses pengisian aki itu. Rangkaian kontroler pengisian aki, sebenarnya mudah untuk dirakit sendiri. Tapi, biasanya rangkaian kontroler ini sudah tersedia dipasaran. Memang harga kontroler itu cukup mahal kalau dibeli sebagai unit sendiri. Kebanyakan sistem sel surya itu hanya dijual dalam bentuk paket lengkap itu jelas lebih murah dibandingkan dengan bila merakit sendiri. Biasanya panel surya itu diletakkan dengan posisi lurus menghadap matahari. Padahal bumi itu bergerak mengelilingi matahari, agar dapat terserap secara maksimum sinar matahari itu harus diusahakan selalu jatuh tegak lurus pada permukaan panel surya.[11]

2.3.2 Jenis-Jenis Panel Surya

1. Monokristal (*Mono-crystalline*)



Gambar 2.4 Solar Panel *Monocrystalline*

Merupakan panel yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini & menghasilkan daya listrik persatuan luas yang paling tinggi. Monokristal dirancang untuk penggunaan yang memerlukan konsumsi listrik besar pada tempat-tempat yang beriklim ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya mataharianya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

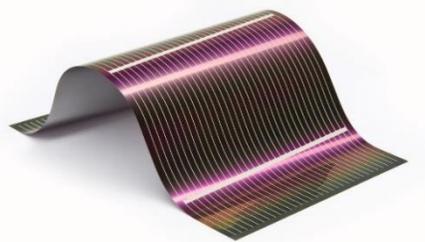
2. Polikristal (*Poly-Crystalline*)



Gambar 2.5 Solar Panel *Polycrystalline*

Merupakan Panel Surya yang memiliki susunan kristal acak karena dipabrikan dengan proses pengecoran. Tipe ini memerlukan luaspermukaan yang lebih besar dibandingkandengan jenis monokristal untuk menghasilkan daya listrik yang sama. Panel suraya jenis ini memiliki efisiensi lebih rendah dibandingkan tipe monokristal, sehingga memiliki hargayang cenderung lebih rendah.

3. *Thin Film Photovoltaic*



Gambar 2.6 Solar Panel *Thin-Film*

Merupakan Panel Surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokristal silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5% sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per watt daya yang dihasilkan lebih besar dari pada monokristal & polykristal. Inovasi terbaru adalah *Thin Film Triple Junction Photovoltaic* (dengan tiga lapisan) dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang setara.[12]

2.3.3 Faktor dari pengoperasian sel surya

Pada pengoperasian sel surya terdapat komponen yang menjadi faktor agar sel surya dapat beroperasi secara maksimal, faktor tersebut adalah:

a. Ambient air temperature

Sel surya dapat beroperasi secara maksimum jika temperatur sel tetap normal (pada 25°C), kenaikan temperatur lebih tinggi dari temperatur normal pada sel akan menurunkan nilai tegangan (Voc). Setiap kenaikan temperatur Sel surya 10 Celsius (dari 25°C) akan berkurang sekitar 0,4 % pada total tenaga yang dihasilkan atau akan melemah dua kali (2x) lipat untuk kenaikan temperatur Sel per 10°C.

b. Radiasi matahari

Radiasi matahari di bumi dan berbagai lokasi bervariasi, dan sangat tergantung keadaan spektrum solar ke bumi. Insolation solar matahari akan banyak berpengaruh pada current (I) sedikit pada tegangan.

c. Kecepatan angin bertiup

Kecepatan tiupan angin disekitar lokasi larik sel surya dapat membantu mendinginkan permukaan temperatur kaca-kaca larik sel surya.

d. Keadaan atmosfer bumi

Keadaan atmosfer bumi berawan, mendung, jenis partikel debu udara, asap, uap air udara (Rh), kabut dan polusi sangat menentukan hasil maximum arus listrik dari deretan sel surya.

e. Orientasi panel atau larik sel surya

Orientasi dari rangkaian sel surya (larik) ke arah matahari secara optimum adalah penting agar panel/deretan sel surya dapat menghasilkan energi maksimum. Selain arah orientasi, sudut orientasi (tilt angle) dari panel/deretan sel surya juga sangat mempengaruhi hasil energi maksimum. Sebagai guideline: untuk lokasi yang terletak di belahan Utara latitude, maka panel/deretan sel surya sebaiknya diorientasikan ke Selatan, orientasi ke Timur Barat walaupun juga dapat menghasilkan sejumlah energi dari panel/deretan sel surya, tetapi tidak akan Mendapatkan energi matahari optimum.

f. Posisi letak sel surya (larik) terhadap matahari (tilt angle)

Mempertahankan sinar matahari jatuh ke sebuah permukaan panel sel surya secara tegak lurus akan mendapatkan energi maksimum $\pm 1000 \text{ W/m}^2$ atau 1 kW/m . Kalau tidak dapat mempertahankan ketegak lurus antara sinar matahari dengan bidang sel surya, maka ekstra luasan bidang panel sel surya dibutuhkan (bidang panel sel surya Sel surya pada Equator (latitude 0 derajat) yang diletakkan mendatar (tilt angle = 0) akan menghasilkan energi maksimum, sedangkan untuk lokasi dengan latitude berbeda harus dicarikan “tilt angle” yang optimum.[5]

2.3.4 Struktur Panel Surya

Sesuai dengan perkembangan sains dan teknologi sel surya pun berkembang dengan berbagai inovasi, ada lima tipe umum struktur panel surya yaitu:

1. Substrat/ Metal backing

Substrat adalah material yang menompang seluruh komponen sel surya, substat material juga harus memiliki konduktivitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan bahan metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum.

2. Bahan semikonduktor/ lapisan silikon.

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya memiliki tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material inilah semikonduktor yang bekerja menyerap cahaya dari sinar matahari.

3. Kontak Metal/ Contact grid

Selain substrat sebagai kontak positif, diatas sebagai material semikonduktor biasanya dilapiskan material konduktif transparan semikonduktor biasanya di lapiskan material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan Antireflektif/ antireflective coating

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang diserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapiskan anti refleksi.

5. Enkapsulasi/ cover glass

Bagian ini berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi surya dari hujan atau kotoran.

2.3.5 Kaca Film V-Kool

V-Kool merupakan super premium kaca film yang satu ini yang sering digunakan pada mobil pada umumnya, teknologi yang digunakan dapat menyerap panas dan memantulkan sinar ultraviolet sehingga suhu dalam kabin rendah. Kegelapan merupakan istilah yang digunakan di Indonesia pada umumnya dalam menentukan terang tidaknya sebuah kaca film dimana secara internasional menggunakan satuan standar VLT, V-Kool mengandung bahan metal.

Bahan dasar kaca film yaitu:

1. Bahan Metal

Biasanya tidak terlalu optimal menyerap panas, di beberapa produk berspek seperti ini grade-nya basic.

2. Nano Keramik

Penggunaan bahan nano keramik ini melalui proses pencelupan sehingga akan lebih tahan lama massa pakainya.

3. Organic Windows

Umumnya terdapat dua varian, hitam dan silver dengan kemampuan refleksi sedang karena tidak hitam pekat.

Macam-macam tipe kaca film V-Kool

1. **V-Kool 45** memiliki VLT 45% .

Kualitas yang dimiliki V-Kool 45%:

- a) Visible Light Transmission 45%
- b) Visible Light Reflectance 20%
- c) UV Light Rejection 99,0%
- d) Infra-Red Rejection 94,0%
- e) Shading Coefficient 0,50
- f) Total Solar Energy Rejection 55%

2. **V-Kool 60** memiliki VLT 60%

Kualitas yang dimiliki V-Kool 60

- a) Visible Light Transmission 60%
- b) Visible Light Reflectance 30%
- c) UV Light Rejection 99,0%
- d) Infra-Red Rejection 97,7%
- e) Shading Coefficient 0,48
- f) Total Solar Energy Rejection 65 %

3. **V-Kool 75** memiliki VLT 75%

Kualitas yang dimiliki V-Kool 75:

- a) Visible Light Transmission 75%

- b) Visible Light Reflectance 20%
- c) UV Light Rejection 99,0%
- d) Infra-Red Rejection 98,0%
- e) Shading Coefficient 0,42
- f) Total Solar Energy Rejection 90[13]

Penggunaan kaca film dengan permukaan gelap akan menyerap lebih banyak cahaya dibandingkan dengan kaca yang memiliki permukaan cerah. Sama halnya bila permukaannya kasar akan menyerap lebih banyak cahaya dibandingkan dengan licin.

2.3.5.1 Visible Light Transmittance (VLT)

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.

2.3.5.2 Fungsi Kaca Film

Secara umum, fungsi kaca film berfungsi mengurangi cahaya matahari yang masuk yang memicu terjadinya panas dalam kabin, meningkatkan efisiensi

penggunaan bahan bakar karena penggunaan pendingin berkurang, serta sebagai piranti keamanan karena bila terjadi keretakan kaca akibat benturan.

Kaca film memiliki ragam corak warna dengan tingkat kepekatan yang berbeda. Dengan perbedaan ragam dan varian tersebut tentunya diduga akan memberikan efek distribusi termal dan pencahayaan yang berbeda pada kabin kendaraan. Beberapa merk dagang yang berbeda dengan warna dan tingkat kepekatan yang sama juga diduga akan memberikan efek yang berbeda pula. Efek pencahayaan pada ruangan kabin dapat diduga sebagai salah satu indikasi suasana psikologis pengemudi atau penumpang pada kendaraan. Kualitas cahaya yang alami maupun buatan memiliki pengaruh besar pada suasana dan perasaan, cahaya bukan hanya sesuatu yang membantu kita untuk melihat tetapi juga sesuatu yang membantu kita merasakan ruang.[14]

2.3.5.3 Pengaruh Panel Surya Terhadap Kaca Film

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 2.7 : Panel Surya yang DiLapis Kaca Film

2.3.5.4 Manfaat Kaca Film Pada Panel Surya

Manfaat memasang kaca film pada panel surya adalah mencegah kerusakan pada panel surya, karena panel surya tidak bisa di perbaiki maka dari itu permukaan

pada panel surya yang bisa menimbulkan jamur dan kotoran-kotoran pada permukaan panel surya dan mempermudah perawatan pada panel surya agar tidak terjadinya rusak pada panel surya, dan juga bisa mengurangi limbah panel surya yang tidak terpakai.

2.4 Arus dan Tegangan

Atom adalah partikel terkecil penyusun materi, atom terdiri dari partikel-partikel sub-atom yang tersusun atas elektron, proton, dan neutron dalam berbagai gabungan. Elektron adalah muatan listrik negatif (-) yang paling mendasar. Elektron dalam cangkang terluar suatu atom disebut elektron valensi. Apabila energi eksternal seperti energi kalor, cahaya, atau listrik diberikan pada materi, elektron valensinya akan memperoleh energi dan dapat berpindah ke tingkat energi yang lebih tinggi. Jika energi yang diberikan telah cukup, sebagian dari elektron-elektron valensi terluar tadi akan meninggalkan atomnya dan statusnya pun berubah menjadi elektron bebas. Gerakan elektron-elektron bebas inilah yang akan menjadi arus listrik dalam konduktor logam. Gerak atau aliran elektron disebut arus (I), dengan satuan ampere. Sebagian atom kehilangan elektron dan sebagian atom lainnya memperoleh elektron. Keadaan ini akan memungkinkan terjadinya perpindahan elektron dari satu objek ke objek lain. Apabila perpindahan ini terjadi, distribusi muatan positif dan negatif dalam setiap objek tidak sama lagi. Objek dengan jumlah elektron yang berlebih akan memiliki polaritas listrik negatif (-). Objek yang kekurangan elektron akan memiliki polaritas listrik positif (+). Besaran muatan listrik ditentukan oleh jumlah elektron dibandingkan dengan jumlah proton dalam suatu objek. Simbol untuk besaran muatan elektron ialah Q dan satuannya adalah coulomb. Kemampuan muatan listrik untuk mengerahkan suatu gaya dimungkinkan oleh keberadaan medan elektrostatis yang mengelilingi objek yang bermuatan tersebut.

Suatu muatan listrik memiliki kemampuan untuk melakukan kerja akibat tarikan atau tolakan yang disebabkan oleh gaya medan elektrostatisnya. Kemampuan melakukan kerja ini disebut potensial. Apabila satu muatan berbeda dari muatan lainnya, di antara kedua muatan ini pasti terdapat beda potensial. Satuan dasar beda potensial adalah volt (V). karena satuan inilah beda potensial V

sering disebut sebagai voltage atau tegangan. Daya listrik yang dihasilkan oleh sel surya merupakan hasil perkalian dari tegangan keluaran dengan banyaknya electron yang mengalir atau besarnya arus, hubungan tersebut ditunjukkan pada persamaan 1, sedangkan nilai rerata daya yang dihasilkan selama titik pengujian ditunjukkan pada persamaan 2.1.

$$P = V.I \quad (2.1)$$

Dengan :

P = Daya keluaran (Watt)

V = Tegangan keluaran (Volt)

I = Arus (Ampere)

Daya rata-rata adalah untuk mencari nilai dari keseluruhan hingga mendapatkan nilai rata-rata dapat dilihat pada persamaan 2.2. [5].

$$P_{rata-rata} = \frac{P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n}{n} \quad (2.2)$$

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].

$$\eta = \frac{p_{in}}{p_{out}} \cdot 100\% \quad (2.3)$$

Dengan :

n = Efisiensi

Pin = Daya input (watt)

Pout = Daya Output (watt)

BAB 3

METODE PENELITIAN

3.1 Tempat Dan Waktu Penelitian

Dalam melaksanakan penelitian ini ada langkah-langkah yang diambil oleh peneliti untuk mengumpulkan data-data dan informasi berdasarkan judul dan analisa secara ilmiah adalah sebagai berikut:

1. Tempat Penelitian

Adapun tempat pelaksanaan penelitian ini dilaksanakan di kecamatan. Pantai Labu, kabupaten Deli Serdang. Dan di laboratirium fakultas teknik elektro universitas sumatra utara.

2. Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian dan kegiatan pengujian dilakukan sejak tanggal 11 Maret 2022 sampai dengan selesai.

3.2 Alat dan Bahan

Penelitian ini diperlukan alat dan bahan sebagai pendukung dari penelitian ini.

Alat adalah atau perkakas adalah benda yang digunakan untuk mempermudah penelitian adalah:

1. Alat ukur multimeter digital Berfungsi untug mengukur daya output yang di keluarkan oleh panel surya.



Gambar 3.1: Alat ukur multimeter digital

2. Thermometer digital berfungsi untuk mengukur suhu atau temperatur cahaya matahari.



Gambar 3.2 : Thermometer digital

3. Kabel berfungsi sebagai penyambungan pada PLTS.



Gambar 3.3: Kabel Penyambung PLTS

Bahan adalah benda yang digunakan untuk menunjang penelitian atau alat pokok utama dari penelitian yang digunakan adalah:

1. Kaca film Berfungsi melapisi panel surya agar matahari tidak menyetuh langsung pada panel surya. Pemilihan kaca film dilakukan dengan mengacu pada nilai Visible Light Transmittance (VLT). Kaca film yang digunakan VLT 45%, 60%, dan 75%.



Gambar 3.4 : Kaca film

2. Panel surya monocrystalline dan polycrystalline 50 wp berfungsi dasar sebagai pembangkit listrik yang mengubah energi surya menjadi energi listrik.



Gambar 3.5 : Panel Surya Monocrystalline dan Polycrystalline 50 wp

3. Besi berfungsi sebagai dudukan panel surya.



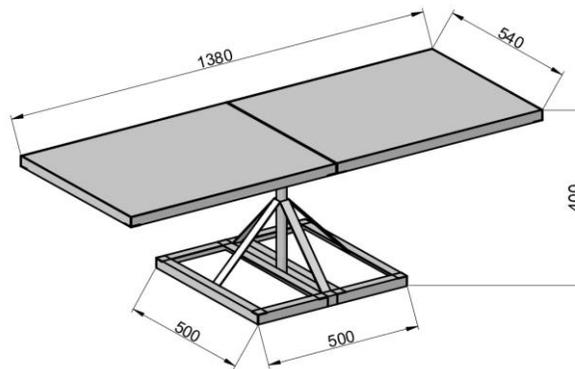
Gambar 3.6: Kerangka Panel Surya

3.3 Langkah-Langkah Penelitian

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

1. Perancangan peralatan monocrystalline dan polycrystalline untuk media penelitian.

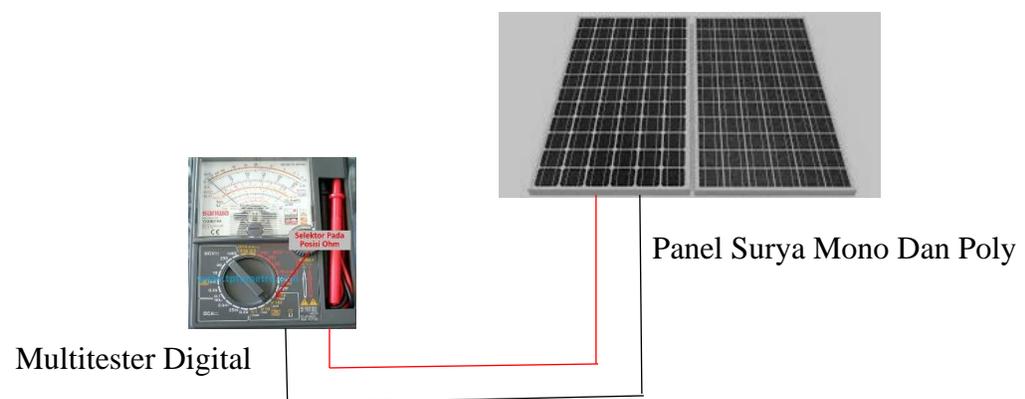
a. Desain Alat Penelitian



Gambar 3.7 : 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 3.7.

b. Diagram Rangkaian Alat Penelitian



Gambar 3.8 : Rangkaian Alat Penelitian

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

c. Diagram Blok Alat

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



Pada diagram blok di atas panel surya yang digunakan 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.

3.4 Metode Penelitian

a. Studi literature

Dalam studi literature ini dilakukan pencarian informasi bahan atau berupa materi baik dari jurnal maupun dari internet dan sumber-sumber lain yang berkaitan dengan penelitian ini. Materi tersebut diantaranya mengenai penelitian tentang panel surya sebagai penghasil energi listrik.

b. Persiapan peralatan penelitian

Setelah melakukan study literature, kemudian mempersiapkan segala sesuatu yang berkaitan dengan penelitian ini. Beberapa persiapan yang akan dilakukan adalah seperti panel surya monocrystalline dan polycrystalline, kaca

film VLT (Visible Light Transmittance) 45%, 60%, dan 75% dan alat ukur multimeter digital.

c. Perancangan alat

Setelah melakukan persiapan peralatan dan bahan-bahan yang akan digunakan maka selanjutnya melakukan peletaan pada pembangkit listrik tenaga surya.

d. Pengukuran daya keluaran

Pengukuran dilakukan selama 2 (dua) hari untuk masing-masing kaca film, Pengukuran daya pada pembangkit listrik tenaga surya dilakukan pada pagi hari sampai sore dimulai dari jam 09.00 WIB – 16.00 WIB. Tahap pengambilan data dilakukan 8 kali dengan waktu yang berbeda, pada jam 09.00, 10.00, 11:00, 12:00, 13:00, 14:00, 15.00 dan jam 16.00 untuk menentukan daya rata-rata, sehingga dapat diambil nilai pengukuran tersebut.

e. Analisa data

Setelah dilakukan pengukuran daya pada keluaran pembangkit energi listrik tenaga surya, kemudian dilakukan analisa data. Analisa data yang digunakan untuk menganalisis data pada penelitian ini adalah statistik, deskriptif, dan kuantitatif

Teknik analisa data ini dilakukan dengan cara menelaah data yang diperoleh dimana hasilnya berupa data kuantitatif yang akan dibuat dalam bentuk tabel dan grafik, mendeskripsikan atau menggambarkan data tersebut dengan kalimat mudah dibaca, sehingga data yang diperoleh dapat diketahui berapa tegangan, arus, dan daya yang dihasilkan oleh pembangkit listrik tenaga surya serta mengetahui perbandingan daya yang dihasilkan panel surya menggunakan kaca film dan tidak menggunakan kaca film.

f. Hasil percobaan

Setelah mendapatkan hasil dari hasil analisa data yang valid sehingga nantinya untuk menjelaskan penelitian ini secara obyektif. Pengumpulan data dilakukan dengan mengacu pada hasil pengujian multimeter tersebut kemudian

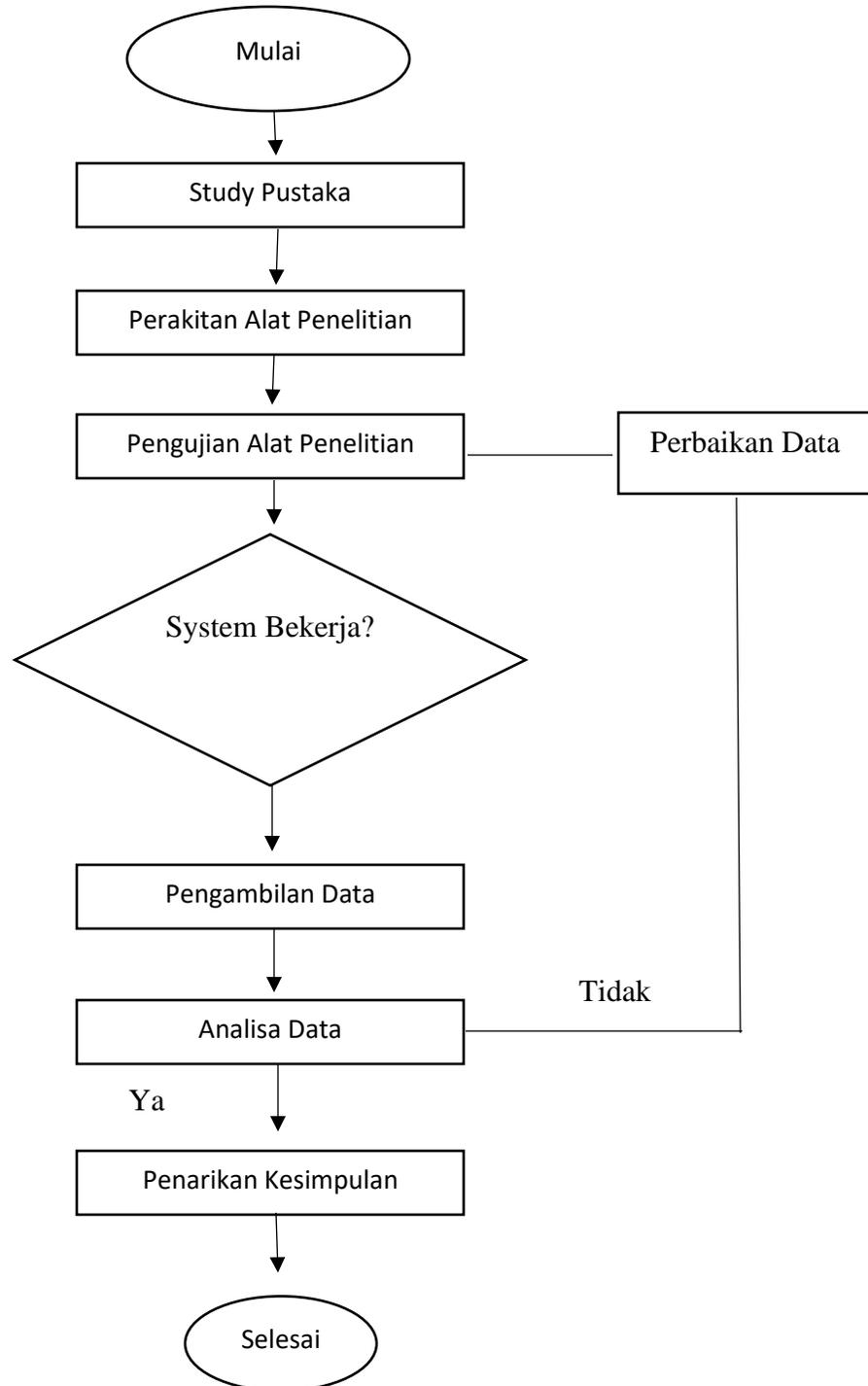
dimasukan kedalam lembar kerja berupa table data dan grafik perbandingan sehingga memudahkan dalam membuat suatu kesimpulan.

g. Kesimpulan

Dari data yang sudah diperoleh dan diolah dalam bentuk table dan grafik maka dapat diambil beberapa kesimpul. Seperti berapa daya yang dihasilkan oleh panel surya yang diperoleh dilokasi percobaan tersebut. Maka dari hasil tersebut dapat ditarik kesimpulan.

3.5 Diagram Alir

Adapun proses berlangsung analisa data ini kan dijelaskan dalam bentuk alur diagram berikut ini:



Gambar 3.9 : Flowchart Penyusunan Tugas Akhir

BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Dan Pembahasan

Penelitian ini pengujian dilakukan di Kecamatan Pantai Labu, Kabupaten Deli Serdang, Sumatra Utara Untuk Pengujian Tegangan, Arus dan Daya yang dihasilkan panel surya monocrystalline dan polycrystalline, pengujian dilakukan selama 6 hari.

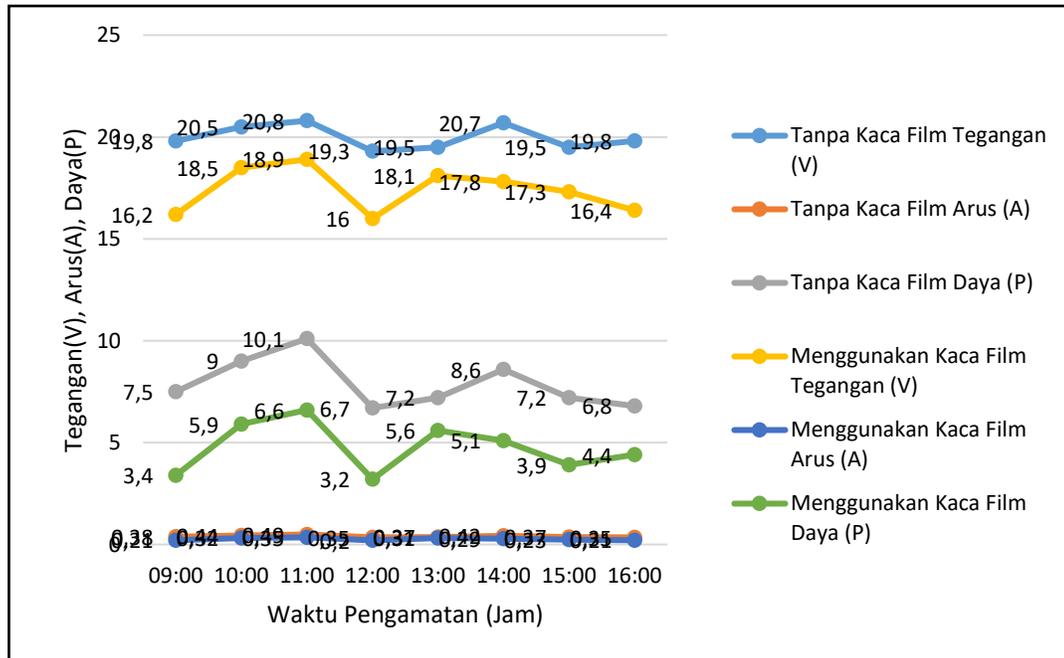
Pengambilan data 1 jam sekali data-data yang diperoleh dalam penelitian ini terdiri dari data tegangan, arus dan daya dari panel surya 50wp tanpa kaca film dan dilapis kaca film. Data tanpa kaca film sebagai data dasar dan sebagai pembanding dengan data yang diperoleh dari panel surya yang dilapis kaca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

Tabel 4.1 Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,8 | 0,38 | 7,5 | 16,2 | 0,21 | 3,4 |
| 10:00 | 30 | 20,5 | 0,44 | 9,0 | 18,3 | 0,32 | 5,8 |
| 11:00 | 30 | 20,8 | 0,49 | 10,1 | 18,7 | 0,34 | 6,3 |
| 12:00 | 31 | 19,3 | 0,35 | 6,7 | 16 | 0,2 | 3,2 |
| 13:00 | 30 | 19,5 | 0,37 | 7,2 | 18,1 | 0,31 | 5,6 |
| 14:00 | 30 | 20,7 | 0,42 | 8,6 | 17,5 | 0,27 | 4,7 |
| 15:00 | 30 | 19,5 | 0,37 | 7,2 | 17,3 | 0,23 | 3,9 |
| 16:00 | 29 | 19,8 | 0,35 | 6,8 | 16,4 | 0,21 | 4,4 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas 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.



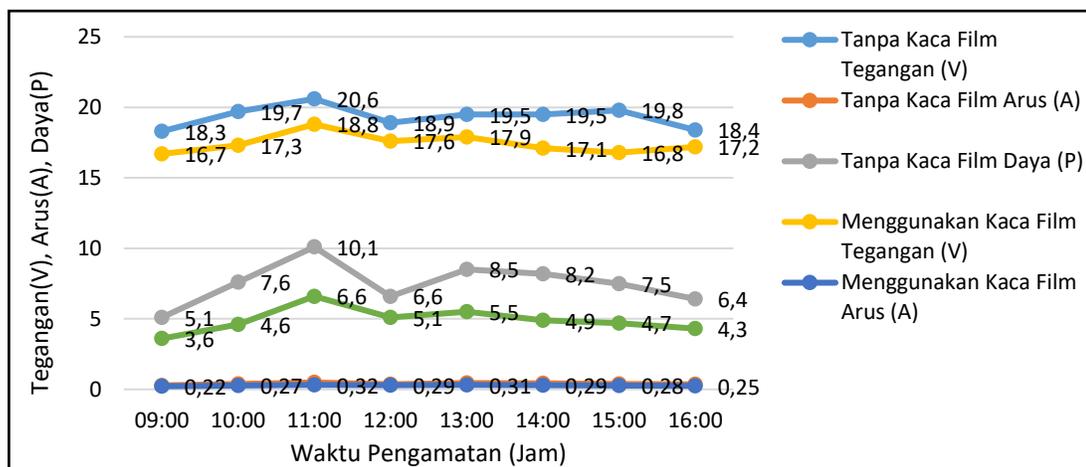
Gambar 4.1: Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%.

Pada Grafik 4.1 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis Monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 9,5 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C dengan daya rata-rata 6,7 watt panel surya tidak bekerja secara maksimal dan kembali normal pada pukul 13:00 sampai dengan 15:00 dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 7,7 watt panel surya bekerja secara optimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 sampai 11:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan rata-rata daya 5,1 watt sedangkan pada saat pukul 12:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 31°C dengan daya 3,2 watt kembali normal pada pukul 13:00 sampai dengan 15:00 dengan suhu 30°C dengan rata-rata daya 4,7 watt panel surya bekerja secara maksimal.

Tabel 4.2 Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 18,3 | 0,28 | 5,1 | 16,7 | 0,22 | 3,6 |
| 10:00 | 30 | 19,7 | 0,39 | 7,6 | 17,3 | 0,27 | 4,6 |
| 11:00 | 30 | 20,6 | 0,49 | 10,1 | 18,8 | 0,32 | 6,6 |
| 12:00 | 31 | 18,9 | 0,35 | 6,6 | 17,6 | 0,29 | 5,1 |
| 13:00 | 30 | 19,5 | 0,44 | 8,5 | 17,9 | 0,31 | 5,5 |
| 14:00 | 30 | 19,5 | 0,42 | 8,2 | 17,1 | 0,29 | 4,9 |
| 15:00 | 30 | 19,8 | 0,38 | 7,9 | 16,8 | 0,28 | 4,7 |
| 16:00 | 29 | 18,4 | 0,35 | 6,4 | 17,2 | 0,25 | 4,3 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas 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 tegangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,4 Volt, Arus sebesar 0,29, dan daya sebesar 5,1 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



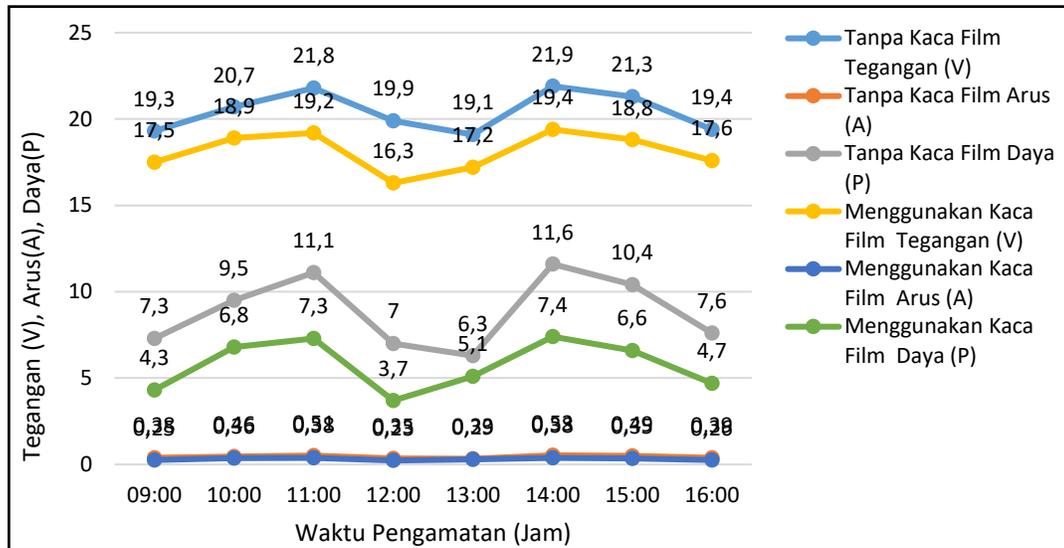
Gambar 4.2: Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

Pada Grafik 4.2 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis polycrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 8,9 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C dengan daya 6,6 panel surya tidak bekerja secara maksimal dan kembali normal pada pukul 13:00 sampai dengan 15:00 dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 8,2 watt panel surya bekerja secara optimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 sampai 11:00 tegangan dan arus meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 5,6 watt pada saat pukul 12:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 31°C dengan daya 5,1 watt kembali normal pada pukul 13:00 sampai dengan 15:00 dengan daya rata-rata 5,3 watt suhu 30°C panel surya bekerja secara maksimal.

Tabel 4.3 Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,3 | 0,38 | 7,3 | 17,5 | 0,25 | 4,3 |
| 10:00 | 30 | 20,7 | 0,46 | 9,5 | 18,7 | 0,33 | 6 |
| 11:00 | 30 | 21,8 | 0,51 | 11,1 | 19,2 | 0,36 | 6,9 |
| 12:00 | 31 | 19,9 | 0,35 | 7,0 | 16,3 | 0,18 | 2,9 |
| 13:00 | 32 | 19,1 | 0,33 | 6,3 | 15,6 | 0,21 | 3,2 |
| 14:00 | 30 | 21,9 | 0,53 | 11,6 | 18,4 | 0,31 | 6,1 |
| 15:00 | 30 | 21,3 | 0,49 | 10,4 | 17,8 | 0,32 | 5,6 |
| 16:00 | 29 | 19,4 | 0,39 | 7,6 | 17,6 | 0,28 | 4,7 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas pada jenis monocrystalline tanpa kaca film didapat rata-rata tegangan sebesar 20,4 Volt, arus sebesar 0,43 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 8,9 Watt. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 18,1 Volt, Arus sebesar 0,31, dan daya sebesar 4,9 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 4.3: Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

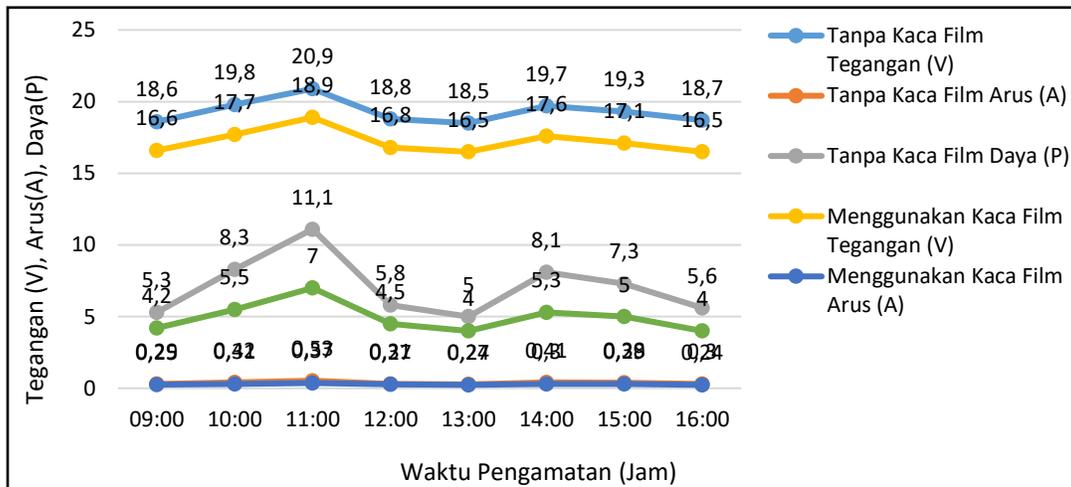
Pada Grafik 4.3 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 10,3 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 sampai dengan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C sampai dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 6,7 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal dan kembali normal pada pukul 14:00 sampai dengan 16:00 dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 9,9 watt panel surya bekerja secara optimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 09:00 sampai 11:00 daya meningkat dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 5,7 watt panel suurya bekerja secara maksimal pada saat pukul 12:00 sampai

dengan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 31°C sampai 32°C daya rata-rata 3,1 watt dan kembali normal pada pukul 14:00 sampai dengan 16:00 dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 5,5 watt panel surya bekerja secara maksimal.

Tabel 4.4 Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 18,6 | 0,29 | 5,3 | 16,6 | 0,25 | 4,2 |
| 10:00 | 30 | 19,8 | 0,42 | 8,3 | 17,7 | 0,31 | 5,5 |
| 11:00 | 30 | 20,9 | 0,53 | 11,1 | 18,9 | 0,37 | 7,0 |
| 12:00 | 31 | 18,8 | 0,31 | 5,8 | 16,8 | 0,27 | 4,5 |
| 13:00 | 32 | 18,5 | 0,27 | 5,0 | 16,5 | 0,24 | 4,0 |
| 14:00 | 30 | 19,7 | 0,41 | 8,1 | 17,6 | 0,30 | 5,3 |
| 15:00 | 30 | 19,3 | 0,38 | 7,3 | 17,1 | 0,29 | 5,0 |
| 16:00 | 29 | 18,7 | 0,30 | 5,6 | 16,5 | 0,24 | 4,0 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas pada jenis polycrystalline tanpa kaca film didapat rata-rata tegangan sebesar 19,3 Volt, arus sebesar 0,36 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,1 Watt. Sedangkan menggunakan kaca film tegangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,2 Volt, Arus sebesar 0,28, dan daya sebesar 4,3 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



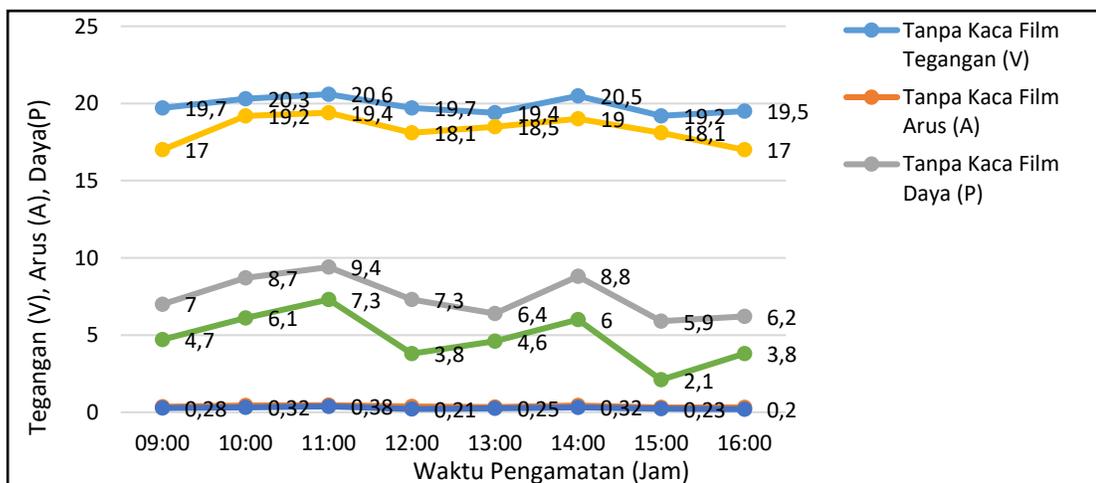
Gambar 4.4: Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 45%

Pada Grafik 4.4 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis polycrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 9,7 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 sampai dengan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C sampai dengan suhu 32°C dengan rata-rata daya 5,4 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal dan kembali normal pada pukul 14:00 sampai dengan 16:00 dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 7 watt panel surya bekerja secara optimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 09:00 sampai 11:00 tegangan dan arus meningkat dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 5,6 watt, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 31°C dengan daya rata-rata 4,3 watt dan kembali normal pada pukul 14:00 sampai dengan 16:00 dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 4,8 watt panel surya bekerja secara maksimal.

Tabel 4.5 Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,8 | 0,38 | 7,5 | 17,1 | 0,29 | 4,9 |
| 10:00 | 30 | 20,7 | 0,45 | 9,3 | 18,5 | 0,32 | 5,8 |
| 11:00 | 30 | 20,9 | 0,49 | 10,2 | 18,8 | 0,42 | 7,2 |
| 12:00 | 31 | 19,3 | 0,35 | 6,7 | 18,4 | 0,27 | 4,7 |
| 13:00 | 32 | 19,8 | 0,32 | 6,1 | 17,6 | 0,25 | 4,4 |
| 14:00 | 30 | 20,7 | 0,43 | 8,9 | 19,2 | 0,36 | 5,9 |
| 15:00 | 30 | 19,5 | 0,37 | 7,2 | 18,3 | 0,28 | 5,1 |
| 16:00 | 29 | 19,9 | 0,35 | 6,6 | 17,3 | 0,27 | 4,6 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas 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.



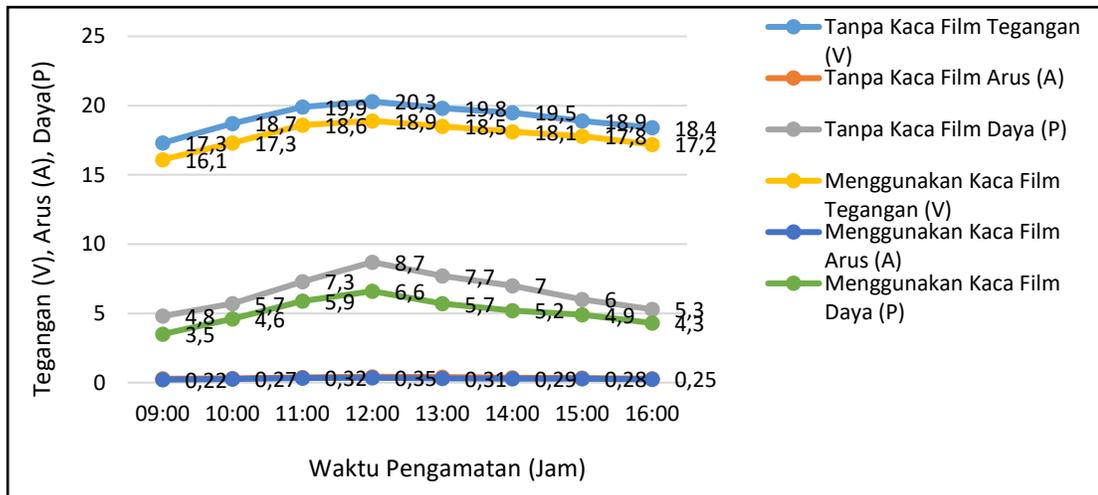
Gambar 4.5: Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Pada Grafik 4.5 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 9,8 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C dengan daya 6,7 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal dan kembali meningkat pada pukul 14:00 sampai dan pukul 16:00 dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 7,7 panel surya bekerja secara optimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 09:00 sampai 11:00 tegangan dan arus meningkat dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 6 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 4,6 watt dan kembali normal pada pukul 14:00 sampai dengan 16:00 dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 5,2 watt panel surya bekerja secara maksimal.

Tabel 4.6 Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 28 | 17,3 | 0,28 | 4,8 | 16,1 | 0,22 | 3,5 |
| 10:00 | 29 | 18,7 | 0,31 | 5,7 | 17,3 | 0,27 | 4,6 |
| 11:00 | 30 | 19,9 | 0,37 | 7,3 | 18,6 | 0,32 | 5,9 |
| 12:00 | 30 | 20,3 | 0,43 | 8,7 | 18,9 | 0,35 | 6,6 |
| 13:00 | 30 | 19,8 | 0,39 | 7,7 | 18,5 | 0,31 | 5,7 |
| 14:00 | 30 | 19,5 | 0,36 | 7,0 | 18,1 | 0,29 | 5,2 |
| 15:00 | 29 | 18,9 | 0,32 | 6,0 | 17,8 | 0,28 | 4,9 |
| 16:00 | 29 | 18,4 | 0,29 | 5,3 | 17,2 | 0,25 | 4,3 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas 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.



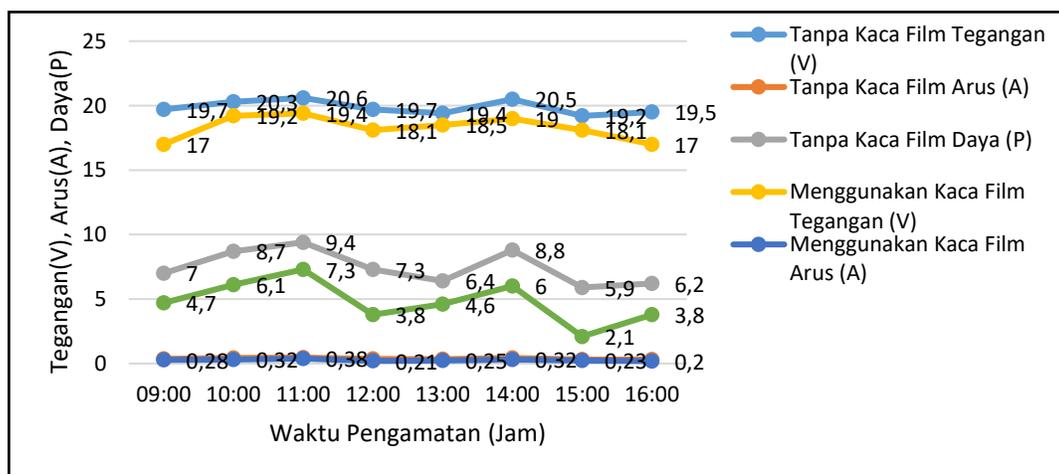
Gambar 4.6: Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Pada Grafik 4.6 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 15:00 yang dimana dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 7,0 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 16:00 sore hari penurunan daya yang dimana suhu mencapai 29°C dengan daya 5,3 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 sampai 13:00 daya meningkat dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 5,7 watt pada saat pukul 14:00 sampai pukul 16:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 29°C dengan daya rata-rata 4,8 watt.

Tabel 4.7 Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,7 | 0,36 | 7,0 | 17,0 | 0,28 | 4,7 |
| 10:00 | 30 | 20,3 | 0,43 | 8,7 | 19,2 | 0,32 | 6,1 |
| 11:00 | 30 | 20,6 | 0,46 | 9,4 | 19,4 | 0,38 | 7,3 |
| 12:00 | 31 | 19,7 | 0,37 | 7,3 | 18,1 | 0,21 | 3,8 |
| 13:00 | 30 | 19,4 | 0,33 | 6,4 | 18,5 | 0,25 | 4,6 |
| 14:00 | 30 | 20,5 | 0,43 | 8,8 | 19,0 | 0,32 | 6,0 |
| 15:00 | 30 | 19,2 | 0,31 | 6,2 | 18,1 | 0,23 | 4,8 |
| 16:00 | 29 | 19,5 | 0,32 | 5,9 | 17,0 | 0,20 | 3,2 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas pada jenis monocrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 19,9 Volt, arus sebesar 0,38 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 7,5 Watt tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 18,3 Volt, Arus sebesar 0,27 Ampere, dan daya sebesar 4,8 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



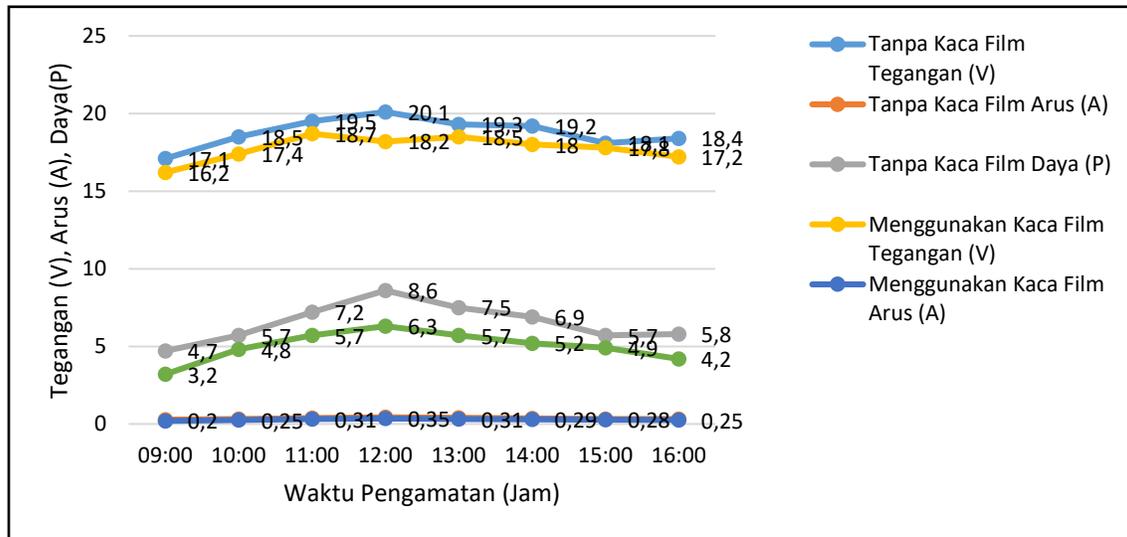
Gambar 4.7: Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Pada Grafik 4.7 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 09:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 8,4 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 31°C dengan daya 6,7 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal pada pukul 14:00 dan 15:00 yang dimana suhu mencapai 30°C dengan daya rata-rata 7,5 watt . Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 dan 11:00 daya meningkat dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 6,7 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 29°C dengan daya rata-rata 4,2 watt, pada pukul 14:00 dan 15:00 yang dimana suhu 30°C dengan daya rata-rata 5,4 watt.

Tabel 4.8 Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 28 | 17,1 | 0,28 | 4,7 | 16,2 | 0,20 | 3,2 |
| 10:00 | 29 | 18,5 | 0,31 | 5,7 | 17,4 | 0,25 | 4,8 |
| 11:00 | 30 | 19,5 | 0,37 | 7,2 | 18,7 | 0,31 | 5,7 |
| 12:00 | 30 | 20,1 | 0,43 | 8,6 | 18,2 | 0,35 | 6,3 |
| 13:00 | 30 | 19,3 | 0,39 | 7,5 | 18,5 | 0,31 | 5,7 |
| 14:00 | 30 | 19,2 | 0,36 | 6,9 | 18,0 | 0,29 | 5,2 |
| 15:00 | 29 | 18,1 | 0,30 | 5,4 | 17,8 | 0,28 | 4,9 |
| 16:00 | 29 | 18,4 | 0,31 | 5,7 | 17,2 | 0,25 | 4,2 |

Berdasarkan hasil pengukuran pada tabel di atas pada jenis polycrystalline didapat rata-rata tegangan sebesar 18,9 Volt, arus sebesar 0,35 Ampere dan daya output yang dihasilkan adalah sebesar 6,4 Watt tanpa kaca film. Sedangkan menggunakan kaca film tagangan rata-rata yang diperoleh sebesar 17,8 Volt, Arus sebesar 0,28 Ampere, dan daya sebesar 4,4 Watt, dengan keadaan cuaca cerah.



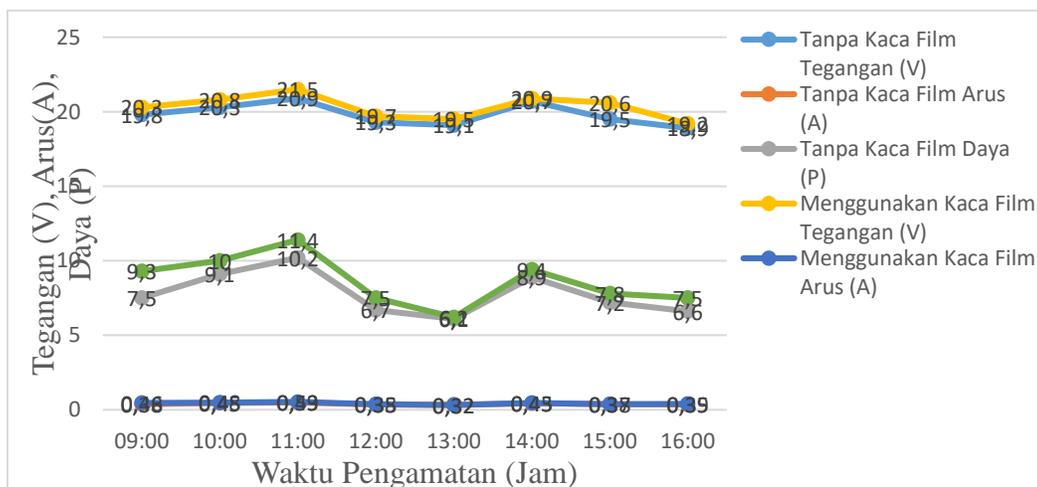
Gambar 4.8:Grafik Perbandingan tegangan, arus, dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 60%

Pada Grafik 4.8 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis polycrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai 16:00 yang dimana dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 6,7 watt panel surya bekerja secara maksimal. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 11:00 sampai pukul 13:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 5,9 watt pada saat pukul 14:00 sampai pukul 16:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 29°C dengan daya rata-rata 4,8 watt.

Tabel 4.9 Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Monocrystalline tanpa menggunakan kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,8 | 0,38 | 7,5 | 20,3 | 0,46 | 9,3 |
| 10:00 | 29 | 20,3 | 0,45 | 9,1 | 20,8 | 0,48 | 10 |
| 11:00 | 30 | 20,9 | 0,49 | 10,2 | 21,5 | 0,53 | 11,4 |
| 12:00 | 31 | 19,3 | 0,35 | 6,7 | 19,7 | 0,38 | 7,5 |
| 13:00 | 32 | 19,1 | 0,32 | 6,1 | 19,5 | 0,32 | 6,2 |
| 14:00 | 30 | 20,7 | 0,43 | 8,9 | 20,9 | 0,45 | 9,4 |
| 15:00 | 29 | 19,5 | 0,37 | 7,2 | 20,6 | 0,38 | 7,8 |
| 16:00 | 28 | 18,9 | 0,35 | 6,6 | 19,2 | 0,39 | 7,5 |

Berdasarkan hasil pengukuran hari pertama panel surya jenis Monocrystalline didapat rata-rata tegangan tanpa menggunakan kaca film sebesar 19,8 Volt , Arus sebesar 0,39 Ampere dengan daya sebesar 7,7 Watt. dan hasil pengukuran menggunakan kaca film daya rata-rata tegangan yang didapat sebesar 20,3 Volt, Arus sebesar 0,42 Ampere dan Daya sebesar 8,6 Watt, hal ini menunjukan keadaan cuaca cerah



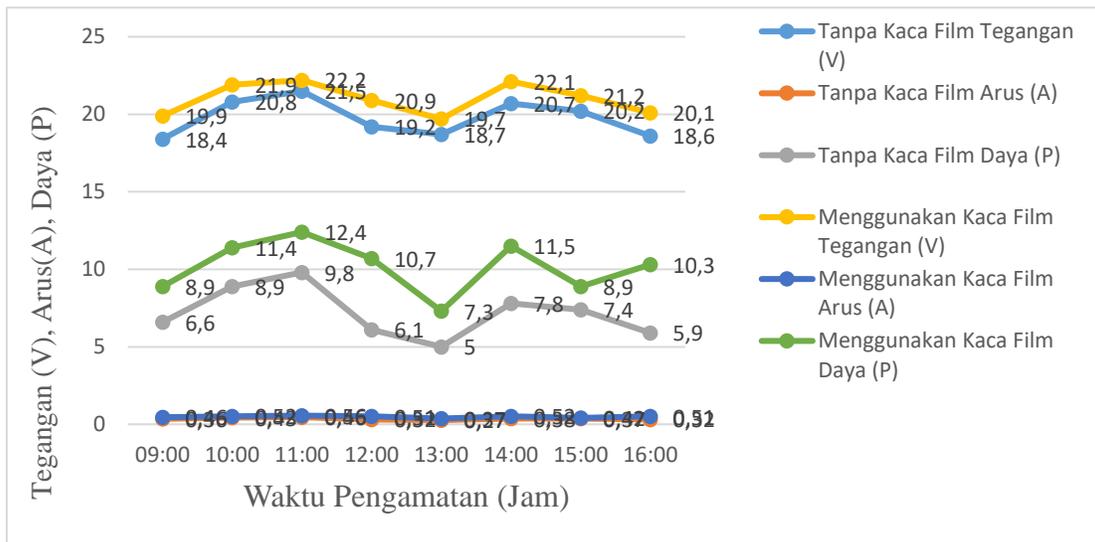
Gambar 4.9: Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%.

Pada Grafik 4.9 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 09:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 29°C sampai 30°C dengan daya rata-rata 9 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 32°C dengan rata-rata daya 6,4watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal pada pukul 14:00 sampai pukul 16:00 yang dimana suhu mencapai 30°C dengan daya rata-rata 7,6 watt. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 dan 11:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 7,8 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 5 watt, pada pukul 14:00 dan 16:00 yang dimana suhu 30°C dengan daya rata-rata 6,4 watt.

Tabel 4.10: Data hasil pengukuran pada hari pertama Panel Surya Polycrystalline tanpa menggunakan kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 18,3 | 0,31 | 5,6 | 18,8 | 0,34 | 6,4 |
| 10:00 | 29 | 19,1 | 0,38 | 7,3 | 19,5 | 0,39 | 7,6 |
| 11:00 | 30 | 19,5 | 0,42 | 8,1 | 19,7 | 0,45 | 8,9 |
| 12:00 | 31 | 18,6 | 0,28 | 5,2 | 18,9 | 0,34 | 6,4 |
| 13:00 | 32 | 18,1 | 0,25 | 4,5 | 18,8 | 0,31 | 5,8 |
| 14:00 | 30 | 19,7 | 0,36 | 7,0 | 20,9 | 0,38 | 7,9 |
| 15:00 | 29 | 18,5 | 0,30 | 5,5 | 18,9 | 0,32 | 6 |
| 16:00 | 29 | 18,9 | 0,28 | 5,2 | 19,4 | 0,30 | 5,8 |

Berdasarkan hasil pengukuran hari pertama pada jenis panel surya polycrystalline tanpa menggunakan kaca film maka didapat rata-rata tegangan sebesar 18,8 Volt, Amper sebesar 0,32 Ampere dan Daya sebesar 6,05 Watt, dan hasil pengukuran menggunakan kaca film maka didapat rata-rata tegangan sebesar 19,4 Volt, Ampere sebesar 0,35 Ampere dan Daya sebesar 6,9 Watt dengan keadaan cuaca cerah.



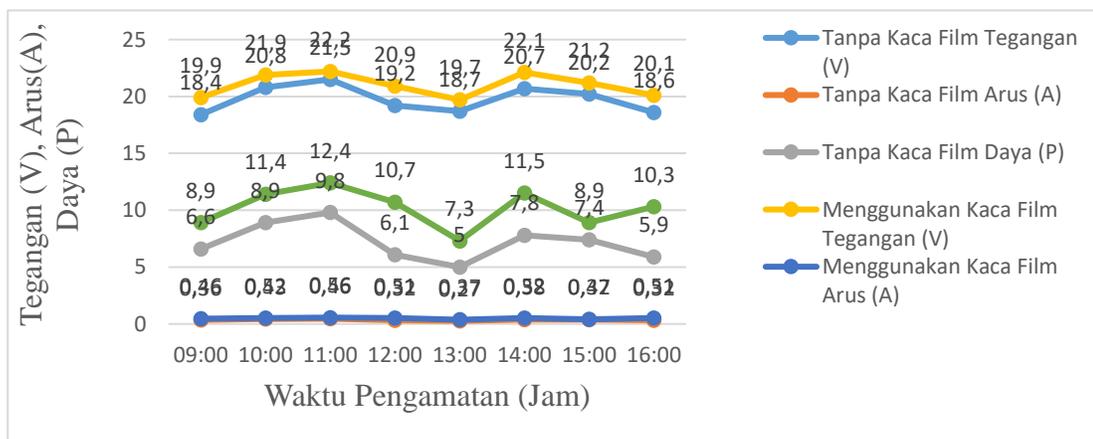
Gambar 4.10: Perbandingan tegangan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%.

Pada Grafik 4.10 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis polycrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai pukul 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 7,7 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 32°C dengan rata-rata daya 4,9 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal pada pukul 14:00 sampai pukul 15:00 yang dimana suhu mencapai 30°C dengan daya rata-rata 6,3 watt. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 dan 11:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 6 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 3,7 watt, pada pukul 14:00 dan 16:00 yang dimana suhu 29°C dengan daya rata-rata 5 watt.

Tabel 4.11: Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Monocrystalline tanpa menggunakan kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 19,4 | 0,43 | 8,3 | 19,9 | 0,46 | 8,9 |
| 10:00 | 30 | 21,6 | 0,49 | 10,5 | 21,9 | 0,52 | 11,4 |
| 11:00 | 30 | 21,9 | 0,53 | 11,6 | 22,2 | 0,56 | 12,4 |
| 12:00 | 31 | 19,7 | 0,45 | 8,8 | 20,9 | 0,51 | 10,7 |
| 13:00 | 32 | 19,1 | 0,32 | 6,1 | 19,7 | 0,37 | 7,3 |
| 14:00 | 30 | 21,7 | 0,46 | 9,9 | 22,1 | 0,52 | 11,5 |
| 15:00 | 30 | 20,8 | 0,38 | 7,9 | 21,2 | 0,42 | 8,9 |
| 16:00 | 29 | 19,7 | 0,46 | 9,0 | 20,1 | 0,51 | 10,3 |

Berdasarkan hasil pengukuran Pada hari kedua panel surya jenis monocrystalline tanpa menggunakan kaca film didapatkan tegangan rata-rata sebesar 20,5 Volt, Arus sebesar 0,44 dan Daya sebesar 9,0 Watt, dan hasil pengukuran menggunakan kaca film di dapatkan tegangan rata-rata sebesar 21 Volt, Arus sebesar 0,48 Ampere dan Daya sebesar 10,2 Watt dalam keadaan cuaca cerah.



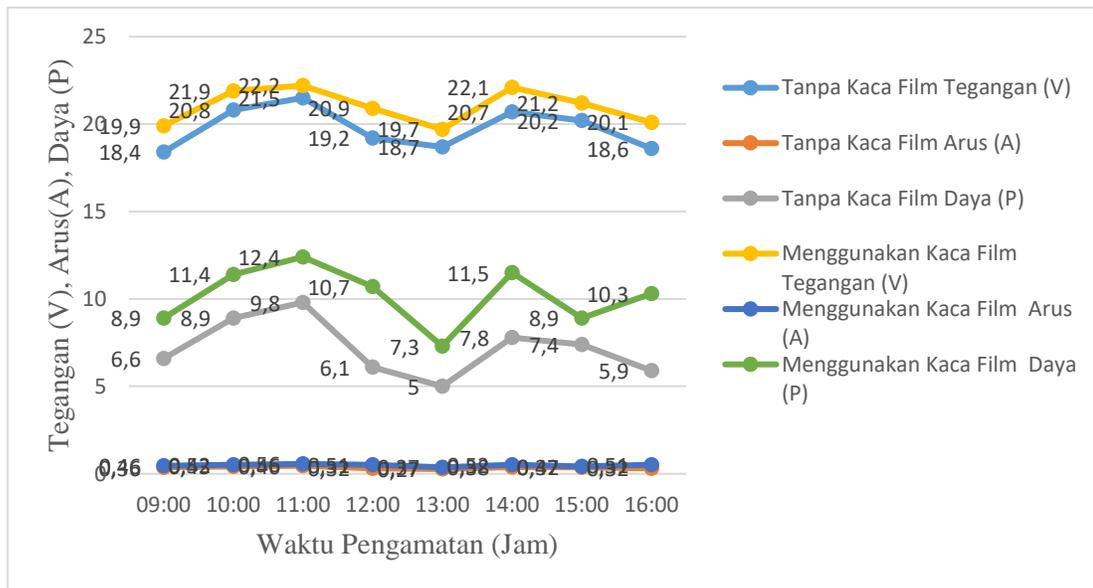
Gambar 4.11: Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya monocrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%.

Pada Grafik 4.11 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis monocrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 09:00 sampai 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 10,1 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 32°C dengan rata-rata daya 7,4 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal pada pukul 14:00 sampai pukul 16:00 yang dimana suhu mencapai 30°C dengan daya rata-rata 9 watt. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 09:00 dan 11:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 8,3 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 5,4 watt, pada pukul 14:00 dan 16:00 yang dimana suhu 30°C dengan daya rata-rata 7,3 watt.

Tabel 4.12: Data hasil pengukuran pada hari kedua (2) Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%

| Waktu | Suhu °C | Tanpa Kaca Film | | | Menggunakan Kaca Film | | |
|-------|---------|-----------------|----------|----------|-----------------------|----------|----------|
| | | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) | Tegangan (V) | Arus (A) | Daya (P) |
| 09:00 | 29 | 18,4 | 0,36 | 6,6 | 19,9 | 0,46 | 8,9 |
| 10:00 | 30 | 20,8 | 0,43 | 8,9 | 21,9 | 0,52 | 11,4 |
| 11:00 | 30 | 21,5 | 0,46 | 9,8 | 22,2 | 0,56 | 12,4 |
| 12:00 | 31 | 19,2 | 0,32 | 6,1 | 20,9 | 0,51 | 10,7 |
| 13:00 | 32 | 18,7 | 0,27 | 5,0 | 19,7 | 0,37 | 7,3 |
| 14:00 | 30 | 20,7 | 0,38 | 7,8 | 22,1 | 0,52 | 11,5 |
| 15:00 | 30 | 20,2 | 0,37 | 7,4 | 21,2 | 0,42 | 8,9 |
| 16:00 | 29 | 18,6 | 0,32 | 5,9 | 20,1 | 0,51 | 10,3 |

Berdasarkan hasil pengukuran hari kedua pada jenis panel surya polycrystalline tanpa kaca film maka didapat rata-rata tegangan sebesar 19,8 Volt, Amper sebesar 0,36 Ampere dan Daya sebesar 7,2 Watt, dan hasil pengukuran menggunakan kaca film maka didapat rata-rata tegangan sebesar 21 Volt, Ampere sebesar 0,48 Ampere dan Daya sebesar 10,2 Watt dengan keadaan cuaca cerah.



Gambar 4.12: Grafik Perbandingan tegangan, arus dan daya polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT (*Visible Light Transmittance*) 75%

Pada Grafik 4.12 di dapat hasil pengukuran panel surya jenis polycrystalline pada daya pada panel surya tanpa kaca film meningkat dari pukul 10:00 sampai pukul 11:00 yang dimana dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 9,4 watt panel surya bekerja secara maksimal, pada saat pukul 12:00 dan 13:00 penurunan daya yang dimana suhu mencapai 32°C dengan rata-rata daya 5,5 watt pada panel surya tidak bekerja secara maksimal pada pukul 14:00 sampai pukul 15:00 yang dimana suhu mencapai 30°C dengan daya rata-rata 7,6 watt. Perbandingan dengan menggunakan kaca film pada pukul 10:00 dan 11:00 daya meningkat dengan suhu 30°C dengan daya rata-rata 8 watt pada saat pukul 12:00 dan pukul 13:00 pada panel surya mengalami penurunan daya dengan suhu 32°C dengan daya rata-rata 4,2 watt, pada pukul 14:00 dan 15:00 yang dimana suhu 29°C dengan daya rata-rata 5,8 watt.

Data hasil pengukuran hari kedua pada panel surya polycrystalline menggunakan kaca film VLT 75% pada pukul 11:00 untuk mencari daya menggunakan persamaan 2.1

$$P = V \times I$$

$$20,7 \times 0,45 = 9,3 \text{ Watt}$$

Daya yang dihasilkan hari kedua pada panel surya polycrystalline menggunakan kaca film VLT 75% pada pukul 11:00 adalah 9,3 watt

Data hasil pengukuran pada hari kedua Panel Surya Polycrystalline tanpa kaca film untuk mencari rata-rata pada Tegangan menggunakan persamaan 2.2

$$P = \frac{p_1 + p_2}{n}$$

$$P = \frac{18,4 + 20,8 + 21,5 + 19,2 + 18,7 + 20,7 + 20,2 + 18,6}{8}$$

8

$$P = 19,8 \text{ Volt}$$

Pada pengukuran hari kedua panel surya monocrystalline tanpa kaca film rata-rata tegangan yang dihasilkan pada pukul 09:00 sampai dengan pukul 16:00 memiliki tegangan 19,8 Volt.

Tabel 4.13: Rata-rata perbandingan Tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca |
| 1 | 20 Volt | 17,4 Volt | 19,3 Volt | 17,4 Volt |
| 2 | 20,4 Volt | 18,1 Volt | 19,4 Volt | 17,2 Volt |

Pada tabel diatas Tegangan rata-rata yang dihasilkan pada PLTS monocrystalline tanpa kaca film sebesar 20,2 Volt dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 17,2 Volt, sedangkan pada jenis polycrystalline Tegangan rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 19,4 dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 17,3 Volt.

Tabel 4.14: Rata-rata perbandingan Arus output pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 0,40 Ampere | 0,24 Ampere | 0,34 Ampere | 0,30 Ampere |
| 2 | 0,43 Ampere | 0,31 Ampere | 0,36 Ampere | 0,28 Ampere |

Pada tabel diatas Arus rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 0,41 Ampere dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,27 Ampere sedangkan pada jenis polycrystalline Arus rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 0,35 dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,29 Ampere.

Tabel 4.15 Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 8 Watt | 4,6 Watt | 6,7 Watt | 5,1 Watt |
| 2 | 8,9 Watt | 4,9 Watt | 7,1 Watt | 4,3 Watt |

Pada tabel diatas daya output rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 8,4 watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 4,9 watt, sedangkan pada jenis polycrystalline daya output rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 6,9 watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 4,7 watt.

Tabel 4.16:Rata-rata perbandingan Tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 21 Volt | 18,1 Volt | 19,1 Volt | 17,8 Volt |
| 2 | 19,9 Volt | 18,3 Volt | 18,9 Volt | 17,7 Volt |

Pada tabel diatas Tegangan rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 20,5 Volt dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 18,2 Volt, sedangkan pada jenis polycrystalline Tegangan rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 19 Volt dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 17,7 Volt.

Tabel 4.17: Rata-rata perbandingan Arus pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 0,39 Ampere | 0,31 Ampere | 0,34 Ampere | 0,29 Ampere |
| 2 | 0,38 Ampere | 0,27 Ampere | 0,35 Ampere | 0,28 Ampere |

Pada tabel diatas Arus rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 0,34 Ampere dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,29 Ampere sedangkan pada jenis polycrystalline Arus rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 0,35 dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,29 Ampere.

Tabel 4.18: Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 7,8 Watt | 4,7 Watt | 6,8 Watt | 4,6 Watt |
| 2 | 7,5 Watt | 4,8 Watt | 6,4 Watt | 4,5 Watt |

Pada tabel diatas daya output rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 7,7 watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 4,8 watt, sedangkan pada jenis polycrystalline daya output rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 6,6watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 4,6 watt.

Tabel 4.19: Rata-rata perbandingan Tegangan pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 19,8 Volt | 20,3 Volt | 18,8 Volt | 19,4 Volt |
| 2 | 20,5 Volt | 21 Volt | 19,8 Volt | 20,9 Volt |

Pada tabel diatas Tegangan rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 20,2 Volt dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 19,5 Volt, sedangkan pada jenis polycrystalline Tegangan rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 19,3 Volt dan Tegangan yang menggunakan kaca film sebesar 18,4 Volt.

Tabel 4.20: Rata-rata perbandingan Arus pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 0,39 Ampere | 0,42 Ampere | 0,32 Ampere | 0,35 Ampere |
| 2 | 0,44 Ampere | 0,48 Ampere | 0,36 Ampere | 0,42 Ampere |

Pada tabel diatas Arus rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 0,41 Ampere dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,35 Ampere sedangkan pada jenis polycrystalline Arus rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 0,34 dan Arus yang menggunakan kaca film sebesar 0,29 Ampere.

Tabel 4.21 Rata-rata perbandingan daya output pada jenis Monocrystalline dan Polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75%

| Hari | Monocrystalline | | Polycrystalline | |
|------|-----------------|-----------------------|-----------------|-----------------------|
| | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film | Tanpa Kaca Film | Menggunakan Kaca Film |
| 1 | 7,7 Watt | 8,6 Watt | 6,5 Watt | 6,9 Watt |
| 2 | 9,0 Watt | 10,2 Watt | 7,2 Watt | 10 Watt |

Pada tabel diatas daya output rata-rata yang dihasilkan pada plts monocrystalline tanpa kaca film sebesar 8,3 watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 6,8 watt, sedangkan pada jenis polycrystalline daya output rata-rata yang dihasilkan tanpa kaca film sebesar 6,9 watt dan daya output yang menggunakan kaca film sebesar 5,3 watt.

Efisiensi daya output pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 45% menggunakan persamaan 3:

$$n = \frac{8,4}{4,9} \times 100\%$$

$$= 1,71 \text{ \% efisiensi pada panel surya jenis monocrystalline}$$

$$n = \frac{6,9}{4,7} \times 100\%$$

$$= 1,46 \text{ \% efisiensi pada panel surya jenis polycrystalline}$$

Efisiensi daya output pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 60% menggunakan persamaan 3.3.

$$n = \frac{7,7}{4,8} \times 100\%$$

= 1,60 % efisiensi pada panel surya jenis monocrystalline

$$n = \frac{6,6}{4,8} \times 100\%$$

= 1,38 % efisiensi pada panel surya jenis polycrystalline

Efisiensi daya output pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa kaca film dan menggunakan kaca film VLT 75% menggunakan persamaan 3.3.

$$n = \frac{8,3}{6,8} \times 100\%$$

= 1,22 % efisiensi pada panel surya jenis monocrystalline

$$n = \frac{6,9}{5,3} \times 100\%$$

= 1,30 % efisiensi pada panel surya jenis polycrystalline

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Setelah melakukan penelitian dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan penelitian yang dilakukan bahwa 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 75% lebih bagus penyerapannya dan daya yang di hasilkan lebih meningkat dari pada PLTS standart dan pada VLT 60% dan VLT 45%, yang di mana daya yang dihasilkan semangkin kecil.
3. Hasil Pengukuran selama 2 hari pada masing-masing kaca film daya output panel surya jenis monocrystalline dan polycrystalline yang telah dilakukan penlitian 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 sedangkang 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. Daya rata-rata yang dihasilkan panel surya monocrystalline tanpa kaca film sebesar 8,3 watt sedangkan menggunakan kaca film 75% daya yang dihasilkan sebesar 9,4 watt dan sedangkang pada polycrystalline daya yang dihasilkan rata-rata tanpa kaca film sebesar 6,9 watt dan menggunakan kaca film sebesar 75% sebesar 8,5 watt.

5.2 Saran

Setelah melakukan penelitian dan analisa maka saran yang dapat disampaikan sebagai berikut:

1. Perlu dilakukan kembali penelitian lanjutan meneliti lebih terperinci lagi tentang panel surya yang di lapis kaca film untuk mendapatkan hasil efisiensi yang lebih maksimal.
2. Penelitian energi terbarukan harus lebih dikembangkan lagi agar mampu mengurangi dari dampak penggunaan energi fosil dan beralih ke energi alternatif yaitu energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- [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 Mintoogo, “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/emitior.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.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Lembaran Asistensi Tugas Akhir

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Judul : Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Pantai Labu

Nama : Riki Handoko

NPM : 1807220056

| No | Hari/Tanggal | Kegiatan | Paraf |
|----|--------------|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 14/2/2022 | guru meddy. pata paruh bab 1 partikel kelas. |  |
| 2. | 18/2/2022 | cori Refresi yg meaddebi judul paruh. |  |
| 3. | 25/2/2022 | Laput Bab 2 Terri dan pata. |  |
| 4. | 4/3/2022 | partikel kelas dan epine. |  |
| 5. | 10/3/2022 | guru meddy. dan pata Bab |  |
| 6. | 18/3/2022 | partikel floc cat dan kelas dan wintun. |  |
| 7. | 28/3/2022 | Laput bab 3 dan kelas kelas kelas. |  |

8. Ace senma proposal


9/4/2022.

Dosen Pembimbing


Partaonan Harahap, S.T, M.T.

LEMBAR ASISTENSI TUGAS AKHIR

Nama : Riki Handoko
 Npm : 1807220056
 Judul : Analisa Perbandingan PLTS Monocrystalline Dan Polycrystalline Terhadap Serapan Cahaya Matahari Menggunakan Kaca Film Di Pantai Labu
 Dosen Pembimbing : Partaonan Harahap, S.T., M.T

| No | Hari/Tanggal | Keterangan / Uraian | Paraf |
|----|--------------|----------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1. | 10/6/2022. | perbantuan kwh dan hasil survey |  |
| 2. | 11/7/2022. | layat Bab 3 |  |
| 3. | 28/7/2022. | Ralat alat dan hasil pengujian |  |
| 4. | 5/8/2022. | Buat perbandingan | |
| 5. | 22/8/2022 | ambil film 45% 60% dan 80% Ulangi percobaan. |  |
| 6. | 20/9-2022 | buat plot layat bab 5 |  |

Riki Handoko
 27/9-2022

Dosen Pembimbing


 Partaonan Harahap, S.T., M.T

Lampiran 2. Dokumentasi Kegiatan



Gambar 1: Pengukuran Panel surya Tanpa Kaca film



Gambar 2: Pengukuran PLT Monocrystalline dan polycrystalline dengan kaca film VLT 75%



Gambar 3: Pengukuran PLT Monocrystalline dan polycrystalline dengan kaca film VLT 60%



Gambar 4: Pengukuran PLT Monocrystalline dan polycrystalline dengan kaca film VLT 45%