

**ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN
OUTPUT PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE DAN
POLYCRYSTALLINE 50 WP
LAPORAN TUGAS AKHIR**

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelas S1 pada program studi
Teknik Elektro
Universitas Islam Sultan Agung**



Disusun Oleh:

Nur Atikah

NIM. 30602000033

**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAR TEKNOLOGI INDUSTRI
UNIVERSITAS ISLAM SULTAN AGUNG SEMARANG
2024**

***ANALYSIS OF THE EFFECT OF TEMPERATURE ON OUTPUT
VOLTAGE IN 50 WP MONOCRYSTALLINE AND
POLYCRYSTALLINE SOLAR PANELS
FINAL PROJECT***

*Proposed was prepared to fulfil one of the requirement for obtaining an
undergraduate degree in the electrical engineering study program, faculty of
Industrial Technology Sultan Agung Islamic University*



**ELECTRICAL ENGINEERING STUDY PROGRAM
INDUSTRIAL TECHNOLOGY FACULTY
SULTAN AGUNG ISLAMIC UNIVERSITY
SEMARANG
2024**

LEMBAR PENGESAHAN PEMBIMBING

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN OUTPUT PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE DAN POLYCRYSTALLINE 50 WP" ini disusun oleh:

Nama : Nur Atikah
NIM : 30602000033
Program Studi : Teknik Elektro

Telah disahkan dan disetujui oleh dosen pembimbing pada:

Hari : Kamis
Tanggal : 22 Februari 2024

Pembimbing I

Pembimbing II



Ir. Budi Pramono Jati, MM., MT
NIDN. 0623126501



Dedi Nugroho, ST., MT.
NIDN. 0617126602

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknik Elektro



Jenny Putri Hapsari, ST., MT
NIDN. 0607018501

LEMBAR PENGESAHAN PENGUJI

Laporan Tugas Akhir dengan judul "ANALISIS PENGARUH SUHU TERHADAP TEGANGAN OUTPUT PADA PANEL SURYA MONOCRYSTALLINE DAN POLYCRYSTALLINE 50 WP" ini dipertahankan di depan dosen penguji tugas akhir pada.

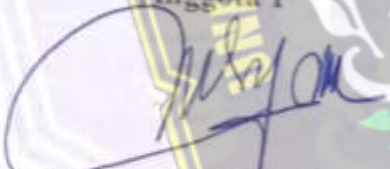
Hari : Kamis

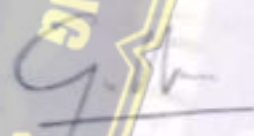
Tanggal : 22 Februari 2024

TIM PENGUJI

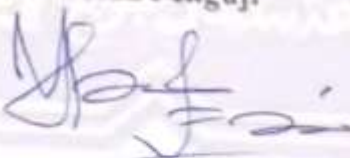
Anggota 1

Anggota 2


Dr. Ir Agus Adhi Nugroho, MT
NIDN. 0628086501


Dr. Gunawan, ST., MT
NIDN. 0607117101

Ketua Penguji


Ir. Ida Widiastuti, MT.
NIDN. 0005036501

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Nur Atikah
Nim : 30602000033
Judul tugas akhir : ANALISIS PENGARUH SUHU
TERHADAP TEGANGAN OUTPUT PADA PANEL
SURYA MONOCRYSTALLINE DAN
POLYCRYSTALLINE 50 WP

Dengan ini menyatakan bahwa Tugas Akhir saya buat dalam rangka menyelesaikan Pendidikan Strata Satu (S1) Teknik Elektro di Fakultas Teknologi Industri UNISSULA Semarang adalah asli dan belum pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan oleh siapapun baik keseluruhan maupun sebagian, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka, dan apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa judul Tugas Akhir tersebut pernah diangkat, ditulis ataupun dipublikasikan, maka saya bersedia dikenakan sanksi akademis. Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sadar dan penuh tanggung jawab.

UNISSULA

جامعة سلطان أبجويج الإسلامية

Semarang, 29 Februari 2024

Yang Menyatakan

Mahasiswa



Nur Atikah

NIM. 30602000033

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur tugas akhir ini saya persembahkan untuk orang-orang yang sangat berarti di dalam kehidupan saya, teruntuk :

1. Allah SWT atas segala nikmat dan karunia yang telah memberikan kelancaran dalam menyelesaikan penulisan tugas akhir ini.
2. Orang tua penulis Sebagai tanda bakti, hormat, dan rasa terima kasih yang tiada terhingga kupersembahkan karya kecil ini kepada Ibu dan Ayah yang telah memberikan kasih sayang, segala dukungan, dan cinta kasih yang tiada terhingga yang tiada mungkin dapat kubalas hanya dengan selembar kertas yang bertuliskan kata cinta dalam kata persembahan. Semoga ini menjadi langkah awal untuk membuat Ibu dan Bapak bahagia karna kusadar, selama ini belum bisa berbuat yang lebih.
3. Bapak Ir. Budi Pramono Jati, MM, MT. Dan Bapak Dedi Nugroho, ST., MT. yang selama ini sudah membimbing penulis dalam menyusun tugas akhir.
4. Bapak Drajat Widiarto, ST. yang selama ini sudah membantu penulis dalam melakukan penelitian.
5. Muhamad Singgih Raharjo Terimakasih yang selalu memberikan do'a, dukungan dan semangat.
6. Semua teman – teman penulis terkhusus teknik elektro angkatan 2020, terima kasih yang selalu memberikan do,a, dukungan, dan semangat.

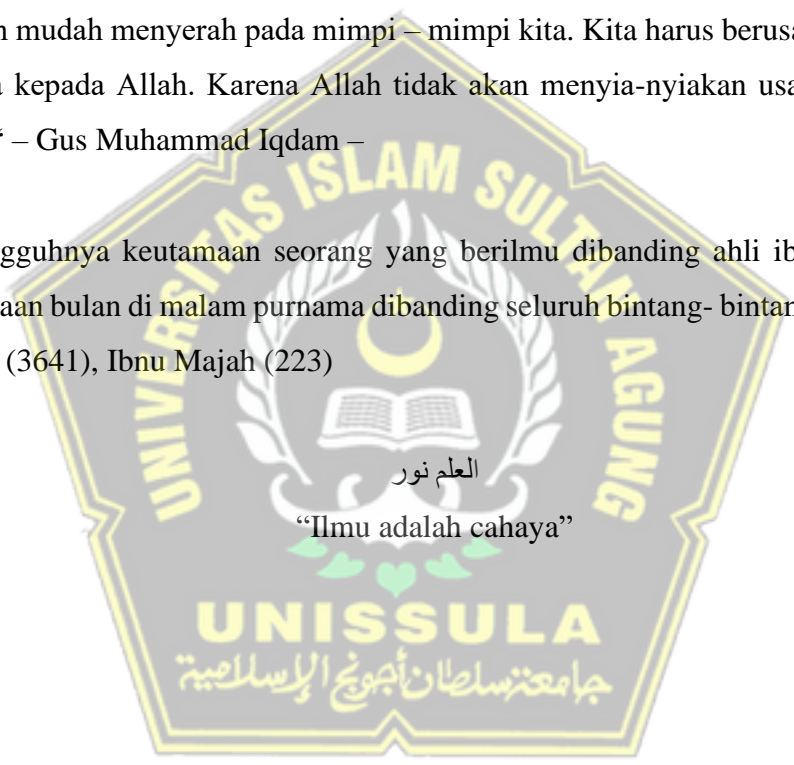
HALAMAN MOTO

“Belajarlah kalian ilmu untuk ketentraman dan ketenangan serta rendah hatilah pada orang yang kamu belajar darinya.” (HR Thabrani).

“Siapa yang menempuh jalan untuk mencari ilmu, maka Allah akan mudahkan baginya jalan menuju surga.” (HR Muslim, no. 2699).

“Jangan mudah menyerah pada mimpi – mimpi kita. Kita harus berusaha keras dan berdo’a kepada Allah. Karena Allah tidak akan menyia-nyiakan usaha kita yang ikhlas “ – Gus Muhammad Iqdam –

“Sesungguhnya keutamaan seorang yang berilmu dibanding ahli ibadah, seperti keutamaan bulan di malam purnama dibanding seluruh bintang- bintang.” (HR.Abu Dawud (3641), Ibnu Majah (223)



“Ilmu adalah cahaya”

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Alhamdulillah segala puji Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayahnya sehingga dapat berkesempatan untuk menuntut ilmu dalam keadaan sehat walafiat. Sholawat serta salam semoga selalu tercurahkan kepada baginda Rasulullah Nabi Muhammad SAW, semoga kelak mendapatkan syafaatnya. Amin Ya Robalalamin.

Penyusunan Laporan Tugas Akhir ini adalah suatu salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Fakultas Teknologi Industri di Universitas Islam Sultan Agung Semarang. Dalam proses penulisan Tugas Akhir ini tentunya banyak pihak yang memberikan bantuan secara moril ataupun material. Oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang tiada hinggannya kepada:

1. Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta ridhonya serta ketabahan dan kesabaran hati saat berfikir dan menuntut ilmu.
2. Kedua orangtua saya, Bapak Semawi dan Ibu Ngatemi yang telah memberikan dukungan baik materi maupun non material dan tidak pernah berhenti mendoakan disetiap sujudnya.
3. Bapak Prof Dr. Gunarto SH MH, selaku Rektor Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
4. Ibu Dr. Ir Hj Novi Marlyana, ST., MT., IPU., ASEAN Eng. Sebagai Dekan Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
5. Ibu Jenny Putri Hapsari, ST., MT. Sebagai Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
6. Bapak Dr. Muhammad Khosyi'in, ST., MT. Sebagai Koordinator Tugas Akhir jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
7. Bapak Agus Suprajitno, ST., MT. Sebagai Dosen Wali saya Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang.
8. Bapak Ir Budi Pramono Jati, MM., MT, dan Bapak Dedi Nugroho, ST., MT. Selaku dosen pembimbing I dan pembimbing II yang telah memberikan ilmu yang sangat bermanfaat, memberikan banyak arahan, dan dengan sabra membimbing kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan tugas akhir ini.

9. Seluruh dosen dan karyawan Program Studi Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri Universitas Islam Sultan Agung Semarang atas ilmu, bimbingan dan dukungan dalam penyusunan tugas akhir ini.
10. Teman-teman Teknik Elektro Angkatan 2020 yang senantiasa memberikan dan dukungan, semangat dan doa.
11. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu per satu atas segala dukungan semangat, ilmu dalam menyelesaikan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penyusunan laporan ini masih jauh dari kata sempurna, oleh karena itu kritik dan saran sangat diharapkan untuk mencapai hasil yang lebih baik lagi. Semoga laporan ini memberikan manfaat bagi semua pihak terutama Mahasiswa Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang.

Wasalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh



Semarang, 29 Februari 2024

[Signature]
Penulis

DAFTAR ISI

.....	iii
.....	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	vii
HALAMAN MOTO	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
ABSTRAK	xviii
ABSTRACK	xix
BAB I.....	1
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Masalah.....	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Batasan Masalah.....	3
1.4 Tujuan Tugas Akhir.....	3
1.5 Manfaat.....	4
1.6 Sistematika Penulisan.....	4
BAB II.....	6
TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	6
2.1 Tinjauan Pustaka	6
2.2 Landasan Teori	7
BAB III	18
METODELOGI PENELITIAN	18
3.1 Metode Penelitian.....	18
3.2 Tempat dan Waktu Penelitian	18
3.3 Alat- Alat Penelitian.....	20
3.4 Diagram Blok	25
3.5 Diagram Alur Penelitian.....	26
3.6 Rangkaian Penyusunan Penelitian.....	27

3.7 Pengujian Posisi Arah Matahari	28
3.8 Pengukuran Sudut.....	28
3.9 Pengukuran Suhu.....	30
3.10 Proses Penurunan Suhu Yang Dilengkapi Dengan Saluran Air Pendingin.....	30
3.11 Pengujian Data	31
BAB IV	33
HASIL DAN ANALISA.....	33
4.1 Pengujian Panel Surya Saat Kondisi Tanpa Air Pendingin.....	33
4.2 Pengujian Panel Surya Saat Kondisi Dengan Saluran Air Pendingin.	49
4.3 Pebandingan Panel Surya Monocrystalline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.	64
4.4 Pebandingan Panel Surya Polikristaline Dengan Menggunakan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.....	78
4.4 Pebandingan Panel Surya Polycrystalline dan Monocrystalline Dengan Menggunakan Air Pendingin.....	91
4.5 Pebandingan Panel Surya Polycrystalline dan Monocrystalline Tanpa Air Pendingin.....	103
BAB V.....	117
KESIMPULAN.....	117
5.1 Kesimpulan.....	117
5.2 Saran.....	118
DAFTAR PUSTAKA.....	119

DAFTAR TABEL

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monokristaline dalam kondisi tanpa air pendingin.	33
Tabel 4. 2 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.	41
Tabel 4. 3 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monocrystalline dengan air pendingin.	49
Tabel 4. 4 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline dengan air pendingin.	57
Tabel 4. 5 Hasil perbandingan pengukuran arus pada panel surya monokristaline dengan air pendingin dan tanpa air pendingin.	65
Tabel 4. 6 Hasil perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.	71
Tabel 4. 7 Hasil perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.	78
Tabel 4. 8 Hasil perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.	84
Tabel 4. 9 Hasil perbandingan arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline menggunakan air pendingin.	91
Tabel 4. 10 Hasil perbandingan suhu pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dengan air pendingin.	98
Tabel 4. 11 Hasil perbandingan arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline tanpa air pendingin.	103
Tabel 4. 12 Hasil perbandingan suhu pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline tanpa air pendingin.	110

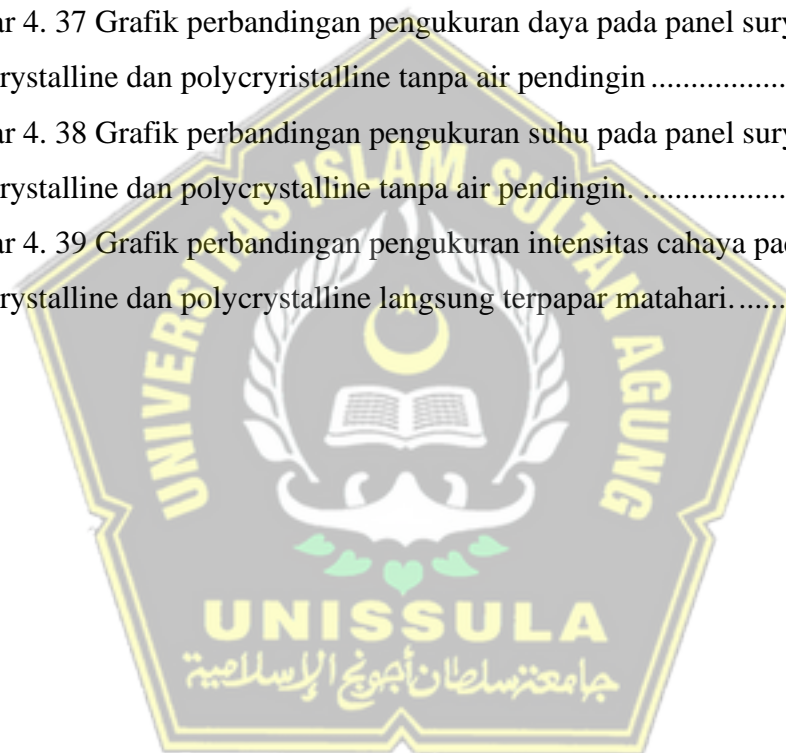
DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Rangkaian dioda sebagai model sel PV	9
Gambar 2. 2 Struktur modul panel surya	10
Gambar 2. 3 Jenis-jenis sel surya.....	12
Gambar 2. 4 Pengaruh temperatur modul pada produksi energimodul surya.....	15
Gambar 3. 1 Lokasi penelitian	19
Gambar 3. 2 Titik penelitian	19
Gambar 3. 3 Modul surya Polycrystalline.....	20
Gambar 3. 4 Modul surya Monocrystalline	21
Gambar 3. 5 Volt Ampere digital.....	22
Gambar 3. 6 Infrared Thermometer	22
Gambar 3. 7 Kabel Penghubung	23
Gambar 3. 8 Lampu dc.....	24
Gambar 3. 9 Light Meter.....	24
Gambar 3. 10 Dudukan panel surya.....	25
Gambar 3. 11 Batang penunjuk bayangan	25
Gambar 3. 12 Blok diagram pengujian solar panel.....	26
Gambar 3. 13 Flowchart metodologi penelitian.....	26
Gambar 3. 14 Flowchart alur penelitian.....	27
Gambar 3. 15 Rangkaian tertutup panel surya	28
Gambar 3. 16 Pengujian posisi arah matahari.....	28
Gambar 3. 17 Pengukuran sudut	29
Gambar 3. 18 Pengukuran suhu	30
Gambar 3. 19 Proses Penurunan Suhu Yang Dilengkapi Dengan Saluran Air Pendingin	31
Gambar 3. 20 Rangkaian pengujian data	31
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monocrystalline terhadap waktu dan tanpa air pendingin.....	39
Gambar 4. 2 Grafik intensitas dengan arus pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.....	40

Gambar 4. 3 Grafik intensitas dengan tegangan pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.....	40
Gambar 4. 4 Grafik intensitas dengan daya pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.....	41
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline terhadap waktu pada kondisi tanpa air pendingin.	47
Gambar 4. 6 Grafik intensitas dengan arus pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.....	47
Gambar 4. 7 Grafik intensitas dengan tegangan pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.....	48
Gambar 4. 8 Grafik intensitas dengan daya pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.....	48
Gambar 4. 9 Grafik pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin.....	55
Gambar 4. 10 Grafik intensitas cahaya dengan arus pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin	56
Gambar 4. 11 Grafik intensitas cahaya dengan tegangan pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin.....	56
Gambar 4. 12 Grafik intensitas cahaya dengan daya pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin.....	57
Gambar 4. 13Grafik pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline dengan air pendingin.	63
Gambar 4. 14 Grafik intensitas cahaya dengan arus pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin.....	63
Gambar 4. 15 Grafik intensitas cahaya dengan tegangan pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin	64
Gambar 4. 16 Grafik intensitas cahaya dengan daya pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin	64
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.....	69

Gambar 4. 18 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.....	70
Gambar 4. 19 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.....	76
Gambar 4. 20 Grafik perbandingan pengukuran intensitas pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.....	77
Gambar 4. 21 Grafik perbandingan pengukuran intensitas dan suhu pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.	77
Gambar 4. 22 Grafik perbandingan pengukuran intensitas dan suhu pada panel surya monocrystalline dengan air pendingin.....	78
Gambar 4. 23 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dantampa air pendingin.....	83
Gambar 4. 24Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dantampa air pendingin.....	83
Gambar 4. 25 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin dan tanpa air pendingin	84
Gambar 4. 26 Grafik perbandingan pengukuran intensitas pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin dan tanpa air pendingin.....	89
Gambar 4. 27 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.	90
Gambar 4. 28 Grafik perbandingan pengukuran suhu dan intensitas cahaya pada panel polycrystalline tanpa air pendingin.	90
Gambar 4. 29 Grafik perbandingan pengukuran suhu dan intensitas cahaya pada panel polycrystalline dengan air pendingin.....	91
Gambar 4. 30 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dalam kondisi air pendingin.....	96
Gambar 4. 31 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dengan air pendingin.....	97
Gambar 4. 32 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan air pendingin.....	97

Gambar 4. 33 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan air pendingin.....	102
Gambar 4. 34 Grafik perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan air pendingin.....	103
Gambar 4. 35 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dalam kondisi tanpa air pendingin.	108
Gambar 4. 36 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa air pendingin.	109
Gambar 4. 37 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa air pendingin	110
Gambar 4. 38 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa air pendingin.	115
Gambar 4. 39 Grafik perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline langsung terpapar matahari.....	116



ABSTRAK

Ada 2 jenis panel surya yaitu jenis *monocrystalline* dan jenis *polycrystalline*. Permasalahan dalam panel surya adalah perbedaan pengaruh suhu terhadap efisiensi dan karakteristik dalam konversi energi daya output pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline*. Untuk mengetahui perbedaannya maka dilakukan pengukuran produksi energi pada PV *monocrystalline* 50W dan *polycrystalline* 50W masing-masing dengan cara didinginkan dan tidak didinginkan dengan air, untuk mempertahankan suhu menjadi normal. Paper ini membahas tentang pengaruh suhu terhadap daya output pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline*. Tujuannya adalah dengan menurunkan suhu pada panel surya akan menghasilkan efisiensi yang lebih tinggi. Metode yang digunakan dengan metode air pendingin dan tanpa air pendingin. Parameter yang digunakan dengan metode adalah suhu permukaan panel, sudut terhadap posisi matahari, tegangan, arus dan daya output pada panel, pengambilan data dilakukan dari jam 07.00-17.00 WIB, dengan waktu pengukuran diambil 4 kali setiap 30 menit. Hasil dari penelitiann ini adalah pada puncak tertinggi output daya panel di jam 12.00 WIB, dengan hasil tertinggi pada panel surya *monocrystalline*. Bahwa ketika panel surya dengan air pendingin didapat hasil lebih efisien dan didapat hasil pada panel surya *monocrystalline* lebih bagus dibandingkan *polycrystalline*. Dari hasil penelitian didapat hasil yang terbaik adalah pada saat panel surya *monocrystalline* dengan air pendingin pada jam 12.00 WIB dengan suhu 26 °C, arus 1,69A, tegangan 18,8V, dan daya 31,772W. Hasil yang kedua panel surya *monocrystalline* tanpa air pendingin pada jam 12.00 WIB dengan suhu 50 °C, arus 1,67A, tegangan 16,9V, dan daya 28,223 W. Hasil yang ketiga panel surya *polycrystalline* dengan air pendingin pada jam 11.30 WIB dengan suhu 30 °C, arus 1,56A, tegangan 16,5V, dan daya 25,74 W. Hasil yang empat panel surya *polycrystalline* tanpa air pendingin pada jam 12.00 WIB dengan suhu 52 °C, arus 1,62A, tegangan 15,4V, dan daya 24,948W.

Kata kunci: Monocrystalline, polycrystalline, Tegangan, Arus, Suhu, Daya.

ABSTRACT

There are 2 types of solar panels, namely monocrystalline type and polycrystalline type. The problem in solar panels is the difference in the effect of temperature on efficiency and characteristics in the conversion of output power energy in monocrystalline and polycrystalline solar panels. To find out the difference, energy production measurements were measured in 50W monocrystalline PV and 50W polycrystalline respectively by cooling and not cooling with water, to maintain normal temperatures. This paper discusses the effect of temperature on the output power of monocrystalline and polycrystalline solar panels. The goal is that lowering the temperature on solar panels will result in higher efficiency. The method used is with the cooling water method and without cooling water. The parameters used by the method are panel surface temperature, angle to sun position, voltage, current and output power on the panel, data collection is carried out from 07.00-17.00 WIB, with measurement time taken 4 times every 30 minutes. The results of this study are at the highest peak panel power output at 12.00 WIB, with the highest results on monocrystalline solar panels. That when solar panels with cooling water are obtained more efficient results and obtained results on monocrystalline solar panels are better than polycrystalline. From the results of the study, the best results were obtained when monocrystalline solar panels with cooling water at 12.00 WIB with a temperature of 26 °C, current 1.69A, voltage 18.8V, and power 31.772W. The second result is a monocrystalline solar panel without cooling water at 12.00 WIB with a temperature of 50 °C, a current of 1.67A, a voltage of 16.9V, and a power of 28.223 W. The third result is a polycrystalline solar panel with cooling water at 11.30 WIB with a temperature of 30 °C, a current of 1.56A, a voltage of 16.5V, and a power of 25.74 W. The result was four polycrystalline solar panels without cooling water at 12.00 WIB with a temperature of 52 °C, a current of 1.62A, a voltage of 15.4V, and a power of 24.948W.

Keywords: Monocrystalline, polycrystalline, Voltage, Current, Temperature, Power

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pada kebutuhan dengan sumber energi listrik yang semakin banyak dibutuhkan untuk mendukung sebagai kinerja dari manusia dalam kondisi saat ini semuanya dengan menggunakan sumber tenaga listrik. Pada perkembangan sumber energi saat ini yang semakin banyak terutama pada pengembangan sumber energi alternatif. Pada banyaknya pengembangan energi dengan salah satunya menggunakan energi cahaya matahari. Pada energi matahari dengan pemanfaatan dari sumber cahaya matahari yang dikonversikan energi (sel surya) menjadi energi listrik yang dapat digunakan, sehingga dapat dirancang menjadi panel surya. Dengan adanya solar sel yang dapat menyerap energi cahaya matahari dengan merubahnya menjadi energi listrik sehingga dapat digunakan untuk kehidupan sehari-hari.

Di Indonesia melewati garis katulistiwa dengan pancaran matahari yang cukup panjang disetiap tahunnya serta dapat menerima matahari yang cukup banyak dibandingkan dengan negara yang lain, dengan potensi yang cukup besar sebagai pengembangan sumber energi pembangkit listrik tenaga surya sehingga dapat menggantikan bahan bakar fosil, selain bersih, tidak mengandung polusi serta ramah dengan lingkungan. Pada pembangkit tenaga surya dapat menjadikan sumber listrik yang bisa ditempuh dengan jangka panjang karena persediaanya yang tidak terbatas.

Photovoltaic cell ini dengan menyerap sinar matahari oleh sel-sel semikonduktor yang selanjutnya diubah menjadi bentuk energi listrik. Penggunaan energi matahari ini memiliki kelemahan yang dihasilkan pada sel surya akan berpengaruh oleh intensitas cahaya matahari dan suhu yang diserap oleh panel surya. Panel surya yang digunakan pada umumnya menggunakan bahan silikon kristal yaitu *monocrystalline* dan *polycrystalline*, pada kedua panel surya memiliki perbedaan pada struktur fisik, efisiensi dan juga harga. Panel surya *monocrystalline* terbuat dari kristal silicon tunggal dengan warna yang ditampilkan hitam sedikit gelap dengan pola bergaris yang terpotong, efisiensi dari panel *monocrystalline* 14-

17%, ini lebih tinggi dibandingkan dengan panel *polycrystalline* sehingga pada output yang keluar lebih banyak dan lebih tahan terhadap suhu yang tinggi yang cenderung memiliki degradasi performa yang lebih rendah, pada *monocrystalline* cocok digunakan untuk daerah yang tidak terlalu panas. Pada sisi harga panel *monocrystalline* lebih mahal dipasaran dibandingkan *polycrystalline* dikarenakan pada tingkat dari produksi yang lebih sulit dan bahan dari material yang tinggi dan bagus. Pada panel surya *polycrystalline*, panel surya ini terbuat dari potongan silicon yang dilebur secara bersama, dengan warna tampilannya biru dan memiliki sudut yang tidak rapi, panel *polycrystalline* memiliki efisiensi yang lebih rendah dibanding *monocrystalline* 12-15% dibandingkan pada *monocrystalline* yang lebih baik dikarenakan lebih rentan terhadap degradasi performa pada suhu tinggi yang dapat memungkinkan penurunan produksi dari outputnya pada saat kondisi suhu yang tinggi, untuk harga pada panel *polycrystalline* lebih terjangkau yang dikarenakan pada produksinya yang menggunakan material yang sederhana dan lebih rendah, pada *polycrystalline* cocok digunakan untuk daerah yang panas. Secara umum pada pemilihan panel surya *monocrystalline* lebih baik dalam kinerja, sedangkan pada panel surya poli lebih terjangkau biasanya untuk proyek-proyek yang memiliki skala besar.

Pada panel surya suhu dapat mempengaruhi dari tingkat sel surya yang menghasilkan listrik, dengan adanya peningkatan dari suhu yang terpapar cahaya sinar matahari sehingga dari peningkatan suhu akan menjadikan penurunan pada efisiensi dari panel suryanya. Karena semakin panas pada suhu panel surya maka akan menghasilkan efisiensi yang rendah. Pada panel surya efisiensi konversi biasanya diukur dengan suhu yang standar sekitar 25° Celsius, sehingga disaat suhu pada panel naik atau melebihi standar maka efisiensi akan menjadi turun. Pada panel surya pada titik daya maksimum dimana efisiensinya paling optimal, pada peningkatan dari suhu yang menyebabkan dapat menggeser titik daya maksimum harus dikelola dengan baik agar tidak menyebabkan penurunan dari produksinya. Salah satu factor yang mempengaruhi dari panel surya terdapat pada suhu panel surya.

Sehingga untuk mengetahui pengaruh suhu panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dalam penelitian ini membahas tentang analisis pengaruh suhu terhadap output pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* 50 wp. Karena untuk mengetahui suhu yang baik dalam produksi panel surya, sehingga dapat membantu menyesuaikan ukuran panel surya yang cocok untuk digunakan. Diharapkan pada pengujian dapat diperoleh hasil yang maksimal sehingga dapat mengetahui efisiensi dari panel surya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas, maka ada beberapa rumusan masalah sebagai berikut:

1. Pada daerah tropis dengan suhu yang tinggi dan tingkat penyinaran matahari pada panel surya, diduga panas yang berlebihan, yang dapat mempengaruhi kinerja panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* 50 wp.
2. Pada daerah tropis, dengan suhu yang tinggi perlu diterapkan strategi yang efektif untuk mengurangi suhu yang tinggi dan kinerja pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* 50 wp.
3. Pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang memiliki karakteristik yang berbeda, diduga akan mempengaruhi output pada panel surya.

1.3 Batasan Masalah

Berdasarkan dari latar belakang yang telah dibahas, adapun batasan masalah penelitian yaitu sebagai berikut:

1. Pada percobaan dilakukan pada wilayah kampus unissula.
2. Solar panel yang digunakan adalah tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline* 50 wp.
3. Pengambilan penelitian waktu yang dilaksanakan tiap per 30 menit dimulai dari pukul 07.00-17.00 WIB.

1.4 Tujuan Tugas Akhir

Adapun tujuan dari tugas akhir yang dilakukan sebagai berikut:

1. Pengukuran tegangan output panel surya pada kondisi normal dan dengan pendinginan air menggunakan penyemprot air selama penyinaran dalam waktu 30 menit sekali.
2. Pengukuran pada kondisi normal dan dengan menggunakan air pendingin yang dilengkapi pralon pada panel surya, yang diukur dari jam 07.00-17.00 WIB di laboratrium unissula.
3. Pengukuran pada panel surya dengan tingkat karakteristik yang berbeda dengan hasil output yang dihasilkan panel surya yang berbeda untuk mengetahui perbandingan antara kedua panel.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang diharapkan pada penelitian tugas akhir ini sebagai berikut:

1. Memahami bagaimana pengaruh suhu terhadap panel surya agar menghasilkan tingkat efisiensi yang baik dan handal.
2. Memahami dan mengatasi dengan adanya suhu dalam panel surya sehingga dapat meminimalkan dampak suhu pada panel surya.
3. Mendukung untuk pengurangan bahan fosil pada emisi karbon dengan meningkatkan efisiensi kondisi suhu pada panel surya.
4. Membantu menciptakan peningkatan dari energi terbarukan tanpa menjadikan ketergantungan pada energi konvensional.
5. Memungkinkan untuk menjadikan pengembangan teknologi baru yang dapat meningkatkan ketahanan panel surya terhadap suhu.
6. Bermanfaat untuk penelitian selanjutnya dengan pengembangan dalam mengatasi suhu pada panel surya.

Dengan mengetahui dan memahami efisiensi dari panel surya terhadap suhu sehingga dapat mengerti hasil dari output daya, arus, dan tegangan yang dihasilkan panel surya.

1.6 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan laporan tugas akhir menggunakan sistematika untuk memperjelas pemahaman terhadap materi yang dijadikan objek pelaksanaan tugas akhir. Adapun sistematika penulisan sebagai berikut:

BAB I : PENDAHULUAN

Pada Bab ini berisi latar belakang masalah, pembatasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode dan sistematika penulisan.

BAB II : TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

Dalam bab ini penulis membahas mengenai dari penelitian sebelumnya dengan penelitian tugas akhir yang akan dibuat. Pada bab ini juga berisi mengenai dasar teori yang dapat mendukung untuk penelitian tugas akhir.

BAB III : METODELOGI PENELITIAN

Bab ini membahas mengenai landasan yang kuat untuk membantu penelitian kepada pembaca dan penulis untuk memahami penelitian yang akan dilakukan, serta membahas mengenai desain dari penelitian tugas akhir, sampel pengumpulan data, metode yang digunakan dalam penelitian tugas akhir pada analisis pengaruh suhu terhadap daya output panel surya yang dapat menjadikan pembelajara bagi pembaca.

BAB IV : HASIL DAN ANALISA

Pada Bab ini penulis secara khusus menerangkan tentang hasil yang diperoleh setelah melakukn pengambilan data yang telah di uji pada penelitian ini.

BAB V : PENUTUP

Berisi kesimpulan dari laporan tugas akhir dan saran untuk menyempurnakan laporan yang nantinya bias menjadi acuan untuk pengembangan penelitian selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN-LAMPIRAN

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI

2.1 Tinjauan Pustaka

Pada tinjauan pustaka tidak lepas dari referensi dan digunakan sebagai pembandingan dari penelitian sebelumnya, adapun beberapa penelitian sebelumnya yang memiliki judul atau topik yang sama sebagai berikut :

- a. Penelitian yang berjudul **Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Yang Dikeluarkan Oleh Modul Sel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline** yang disusun oleh Partaonan Harahap, Indra bustami, Rimbawati, Benny Oktraldi yang bertujuan untuk mengetahui berapa keluaran dari intensitas cahaya matahari dan suhu pada kinerja panel surya. Pada jurnal ini, di dapat hasil penelitian ini adalah berdasarkan penelitian yang dilakukan semakin besar intensitas cahaya matahari maka pada kinerja panel surya dan tegangan semakin meningkat, sehingga didapat hasil pengukuran secara keseluruhan terhadap intensitas cahaya matahari dengan rata-rata sebesar 78760 lux. Pada pengukuran panl monocrystalline didapat daya sebesar 7,01 watt dan polycrystalline didapat daya 6,2 watt. Pada daya yang dihasilkan oleh polycrystalline lebih rendah karena daya serap pada panel menggunakan bahan multi-kristal yang bekerja tidak terlalu baik pada kondisi inyensitas matahari saat tinggi. [1]
- b. Penelitian yang berjudul **Pengaruh Suhu Terhadap Photovoltaik Efisiensi Panel Surya** yang disusun oleh M. Senthil Kumar, K.R. Balasubramanian, L. Maheswari yang bertujuan mengetahui keluaran daya dan efisiensi akibat kenaikan suhu dilakukan dengan metode eksperimen. Pada jurnal ini didapat hasil penelitian pada panel surya efisiensi panel surya fotovoltaik adalah rasio keluaran daya terhadap energi yang diserap oleh panel surya PV, Selama radiasi matahari, arus DC dihasilkan. Parameter panel PV berubah karena perubahan radiasi matahari dan suhu. Kinerja sel surya khususnya tegangan rangkaian terbuka terutama bergantung pada suhu. Penurunan tegangan rangkaian terbuka dari 19,7 V menjadi 19 V dan arus hubung singkat menurun dari 1,725 A menjadi 1,348 A berdasarkan

waktu. 754 W/m^2 , daya menurun dari 27,53 W menjadi 20,69 W dan efisiensi listrik menurun dari 12,51% menjadi 11,19% berdasarkan waktu.[2]

c. Penelitian yang berjudul **Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya** yang disusun oleh Suwarti dan Wahyono yang bertujuan untuk mengetahui daya listrik maksimum yang mampu dihasilkan. Pada jurnal ini didapat hasil penelitian bahwa pada intensitas akan menghasilkan arus yang semakin besar dan tegangan tetap apabila intensitas matahari semakin besar, jika pada suhu permukaan semakin besar maka didapat tegangan akan semakin kecil dan arus tetap, dan daya yang dihasilkan semakin besar, semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar dan pada sudut pengarah mendekati cahaya matahari maka akan semakin besar dayannya. [3]

d. Penelitian yang berjudul **Pengaruh cahaya dan suhunya pada fotovoltaik surya panel** yang disusun oleh Xin Hou, Daoyuan Wen, Fangqin Li, Chuang Ma, yang bertujuan untuk memberikan gambaran tentang kapasitas terpasang fotovoltaik, pengaruh cahaya dan suhu pada sel fotovoltaik, dan pentingnya energi surya sebagai energi bersih dan ramah lingkungan. sumber energi terbarukan. Hal ini juga menyoroti perlunya penelitian berkelanjutan mengenai teknologi pembangkit listrik tenaga surya untuk mengatasi keterbatasan sumber energi konvensional. Pada jurnal ini didapat hasil penelitian membahas pengaruh cahaya dan suhu pada panel fotovoltaik surya. Hal ini menyoroti pentingnya energi surya sebagai sumber energi bersih dan terbarukan, terutama di Tiongkok dimana sumber energi surya melimpah.[4]

2.2 Landasan Teori

A. Panel Surya (Solar Cell)

Panel surya adalah suatu alat yang dapat mengubah energi cahaya matahari yang menjadi listrik, pada energi terbarukan panel surya sudah dikenal dan terapkan pada masyarakat Indonesia meskipun pada penggunaannya jarang tetapi panel surya dapat menjadikan salah satu sumber energi listrik yang dapat memberikan jangka panjang serta ekonomis dari pada pembangkit, karena dengan penggunaan panel

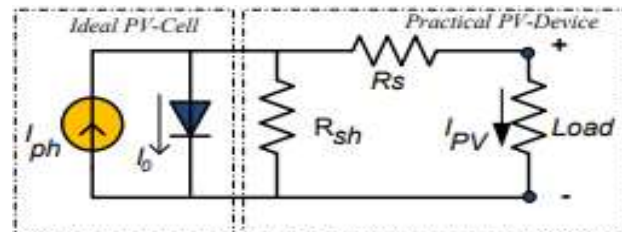
surya ini dapat mengurangi emisi serta menjadikan ramah lingkungan.

Pada panel surya energi yang dihasilkan dengan menggunakan proses photovoltaic yang mana pada cahaya yang di tangkap pada panel surnya dikonversikan menjadi energi listrik Sel surya yang merupakan elemen aktif yang terbuat dari bahan semikonduktor dengan memanfaatkan prinsip dari efek photovoltaic sehingga dapat merubah energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Proses dari cahaya matahari tersebut yang menyebabkan electron memecah sehingga electron ini akan bergerak, pergerakan inilah yang menghasilkan energi listrik. Dengan menggunakan kabel listrik yang dihasilkan bisa disalurkan untuk digunakan berbagai peralatan tercapai, modul akan berada dalam keadaan *open circuit* sehingga tidak ada lagi arus listrik pengisian ke baterai. Keunggulan pada panel surya ini adalah diantaranya dapat dipasang dimana saja asalkan dapat terpapar sinar matahari, Hal ini juga dapat sangat cocok untuk wilayah Indonesia karena memiliki iklim yang tropis dengan panas yang tinggi pada setiap tahunnya sehingga sangat cocok untuk diterapkan panel surya. [12]

Dengan kreasi, pada posisi penempatan panel surya digunakan sebagai atap rumah, atap parkir dan area yang terpapar sinar matahari. Panel surya sangat cocok untuk area yang jauh atau tidak terjangkau dengan jaringan PLN, sehingga dapat memudahkan masyarakat dalam mensuplai energi listrik. Pada umumnya sel surya terbuat dari bahan silicon kristal dan bahan kimia yang dibentuk khusus untuk dasar dari sel surya, sel surya yang terbuat dari bahan semikonduktor memiliki ketebalan 0,3 mm dengan kutub negatif dan positif, Tiap sel surya akan menghasilkan berupa tegangan sebesar 0,5 volt. Pada dasarnya sel surya adalah fotodioda yang besar yang dirancang sedemikian rupa sehingga dapat menghasilkan daya yang cukup besar.

Panel surya terdapat silicon jenis P dan jenis N, keduanya memiliki perbedaan pada permukaan silicon jenis P ini dirancang sangat tipis gunanya apabila cahaya matahari yang diserap dapat langsung dengan cepat menembus sehingga dapat mencapai junction. Dalam silicon jenis P diberi lapisan yang berbentuk seperti cincin yang digunakan sebagai terminal dari output positifnya. Pada jenis silicon N yang terletak dibawah bagian P dengan dilapisi nikel juga yang digunakan untuk

sebagai terminal output negatifnya. Fotovoltaik dengan mengkonversi cahaya matahari yang menjadi listrik dapat dilihat rangkaian ekivalen PV seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Rangkaian dioda sebagai model sel PV

Dari pemodelan matematis PV pada gambar 1, I_{ph} adalah arus foto sel surya, R_{sh} dan R_s adalah resistensi seri sel dan shunt interistik sel surya. Dalam persamaan semikonduktor dan fotovoltaiik yang menjadikan karakteristik I-V pada sel surya dan fotovoltaiik. Dan pada fotovoltaiik juga dipengaruhi oleh suhu seperti ditunjukkan pada persamaan (1).

$$I = I_L - I_0 \left[\exp \left(\frac{V + R_s I}{V_t a} \right) - 1 \right] - \frac{V + R_s I}{R_{sh}} \quad (2.1)$$

Dimana I_L adalah arus yang dibangkitkan (A), I_0 adalah arus saturasi dioda p-n (A), R_s , resistor seri pada PV (W), R_{sh} resistor paralel (W) dan a parameter dioda, V_t tegangan terminal (V), seperti ditunjukkan pada persamaan (2).

$$V_t = N_s * K_t / a \quad (2.2)$$

Dimana T merupakan temperature (K), R_p adalah resistor parallel, q muatan elektron. Pada panel surya komponen yang utama adalah modul photovoltaic yang disusun secara seri maupun secara paralel dari beberapa sel surya. Umumnya yang sering dijumpai dipasaran jenis modul surya panel yaitu jenis silicon kristal yang terbuat dari bahan silicon dan thin film yang terbuat dari bahan kimia. Jenis *crystalline* terdiri dari 2 (dua) jenis yaitu tipe *monocrystalline* dan *polycrystalline*. Masing- masing jenis memiliki efisiensi berbeda yaitu *monocrystalline* 14-16%, *polycrystalline* 13 – 15%. [6]

Struktur Modul Panel Surya



Gambar 2. 2 Struktur modul panel surya

- a. Bingkai, yang terbuat dari bahan alumunium dengan tujuan untuk menghilangkan korasi pada panel. Pada pemasangannya dilakukan saat akhir dari pembuatannya sehingga dapat memastikan pada kekokohan panel surya.
- b. Kaca yang digunakan sebagai pelindung untuk melindungi sel photovoltaic dari hantaman luar agar pada panel menjadi kuat dan kokoh. Fungsi dari kaca pelindung dengan mengambil proporsi tertinggi dari berat modul *photovoltaic*.
- c. Laminasi yang digunakan untuk melindungi panel dari bagian modul yang lainnya serta dapat sebagai isolasinya agar tidak mudah rusak dan bersentuhan pada benda lain. Pada laminasi adalah lapisan antara sel *photovoltaic* dan kaca pelindung.
- d. Sel *photovoltaic* adalah terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat menangkap sinar matahari dan dapat mengubah menjadi energi listrik. Biasanya pada panel sel yang dibuat dengan bahan silikon seperti pada panel surya polikristal dan monokristal.
- e. Lembar insulasi adalah lembar yang terbuat dari bahan plastik yang dapat melindungi secara elektrik dengan mengisolasi sel dari cuaca.
- f. Kontak Penghubung atau biasa disebut *junction box*, berfungsi sebagai terminal anantara penghubung rangkaian panel ke beban maupun ke panel lainnya, berisi kawat dari rangkaian *photovoltaic*, kabel.

1. Crystalline Silikon (c-Si)

Crystalline Silikon adalah material yang terbuat dari bahan semikonduktor yang bersifat untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik, yang terbuat dari bahan silikon kristal tunggal untuk menangkap cahaya matahari dan mengubah menjadi energi listrik dengan tingkat efisiensi yang tinggi. Pada bahan silikon kristal dengan menggunakan jenis silikon polikristaline dan monokristaline dengan masing masing memiliki efisiensi yang berbeda.

a. Monocrystalline

Monocrystalline yang terbuat dari batang silikon tunggal dari satu kristal silikon, dengan irisan tipis untuk menjadi bentuk wafers dengan membentuk ketebalan sekitar 0,3 mm, dilengkapi dengan tampilan warna hitam dan memiliki tampilan yang homogen. Dilengkapi pada permukaan atas yang dibuat alur-alur mikro dengan tujuan agar dapat meminimalkan pantulan. Keunggulan utama dari jenis ini yaitu efisiensinya yang lebih baik (14-17%), serta lebih tahan lama (efektif hingga 20 tahun lebih penggunaan). Monokristaline lebih efisiensi karena struktur kristal tunggal sehingga aliran elektro cenderung lebih baik, dengan proses dari produksi yang lebih rumit yang membuat lebih mahal dari modul yang lain. Pada ukuran dan bentuknya monokristaline lebih ringan dan ramping serta cocok digunakan untuk daerah yang tidak terlalu panas.

b. Polycrystalline

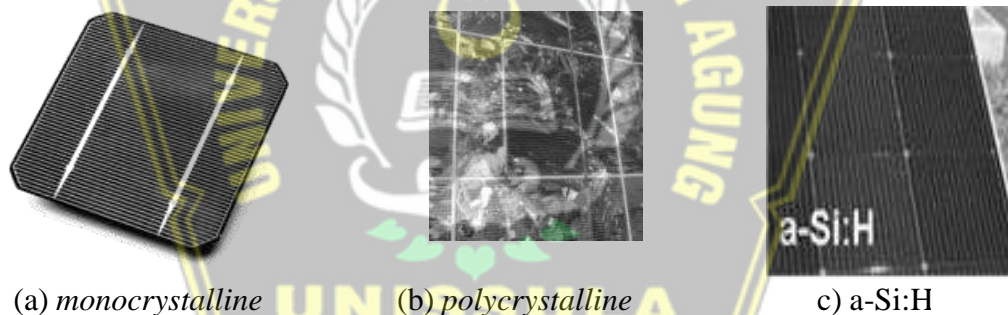
Polycrystalline terbuat dari batang silikon dari potongan-potongan kristal silikon yang kecil yang di proses dengan melelehkan dan mencetak sehingga menjadi bentuk *wafers* sehingga hasilnya berbentuk persegi atau persegi panjang yang memiliki ketebalan 0,3mm. Pada *Polycrystalline* dibuat dengan lebih kebiruan serta memiliki tampilan yang bercak. Harga pada polikristaline lebih terjangkau karena pada produksinya yang sederhana sehingga menjadikan sedikit kurang efisien karena dari batasan struktur silikon yang digunakan, dengan efisiensi yaitu sebesar 12-14%.

2. Thin Film

Pada modul surya jenis *thin film* yang terbuat dari bahan- bahan kimia, dengan sesuai dasar namanya yaitu seperti A-Si:H, CdTe dan CIGs. Efisiensi yang dimiliki pada modul surya jenis *thin film* lebih rendah sebesar 6,5 – 8%.

dibandingkan jenis silicon kristal. Modul surya *thin film* ini lebih fleksibel jika digunakan dari pada modul silicon kristal sehingga dapat diterapkan diberbagai permukaan. Pada proses produksinya yang lebih sederhana dan memerlukan bahan dengan jumlah yang sedikit dibandingkan dari modul silikon kristal, pada modul jenis *thin film* ini sangat cocok untuk digunakan pada peralatan elektronik yang lebih ringan dan juga biaya yang lebih rendah.

Kapasitas dari modul surya diukur dalam satuan daya yang biasanya dalam bentuk umunya diukur dalam Wp (*watt-peak*) atau kWp (*kilowatt-peak*) pada satuan tersebut yang dapat mencerminkan dari output daya yang dihasilkan pada panel surya dalam kinerja panel surya pada kondisi cahaya matahari dan suhu yang diserap. Modul surya dapat dirangkai secara seri maupun parallel, untuk mendapatkan nilai tegangan yang besar maka modul dirangkai secara seri, dan untuk mendapatkan arus yang besar maka modul surya dirangkai secara parallel.

(a) *monocrystalline*(b) *polycrystalline*

c) a-Si:H

Gambar 2. 3 Jenis-jenis sel surya

Panel surya pada kebutuhan daya yang ditentukan dengan kapasitas (kWp) sehingga dapat menampung daya output listrik dengan pengukuran ampere (A) atau kilowatt (kW) karena pada panel surya bekerja dengan kapasitas yang dibutuhkan listrik yang nantinya dialirkan diberbagai peralatan. Kebutuhan kapasitas dari kWh dapat mengacu sejumlah dari energi listrik yang dipakai dalam periode waktu satu jam yang diperlukan oleh sebuah sistem.

Berikut adalah komponen penting dalam PLTS:

1. *Charge controller* atau tegangan maksimum, yang digunakan sebagai pengaturan pada baterai yang dihasilkan oleh panel surya sehingga baterai

tidak *overload* karena pada panel surya ketika siang hari panas yang mengakibatkan tegangan tinggi sehingga dapat merusak dari baterai, sehingga perlu dipasang *charge control*.

2. Inverter adalah alat yang digunakan untuk mengubah arus DC (*direct current*) menjadi AC (*alternating current*) dari arus yang searah menjadi arus bolak-balik, karena pada peralatan elektronik yang kita gunakan adalah menggunakan AC.
3. Baterai adalah suatu alat yang terbuat dari bahan kimia yang berfungsi sebagai menyimpan energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya sementara, ketika panel surya pada saat malam hari tidak bekerja maka dengan adanya baterai akan mensuplai energi listrik.
4. Diagram Instalasi pada pembangkit listrik tenaga surya yang digunakan untuk memperjelas dari gambaran yang akan diterapkan/dirangkai yang terdiri dari panel surya, *charge control*, inverter baterai serta beban.

B. Karakteristik Arus-Tegangan Listrik Sel Surya

1. Pengaruh Intensitas Cahaya

Pada panel surya pengaruh intensitas cahaya atau pengaruh iradiasi matahari sangat berpengaruh pada produksi dari kinerja panel surya. Pada kondisi iradiasi matahari yang menurun maka arus yang dihasilkan oleh panel surya akan menurun secara proporsional, karena iradiasi bekerja terhadap karakteristik tegangan (V) dan arus (I). Namun pada fluktuasi tegangan ketika rangkaian terbuka akan sangat kecil yang dihasilkan. Faktanya, pada efisiensi konversi panel surya tidak dipengaruhi oleh fluktuasi dari radiasi matahari selama dalam standar pengoperasian panel surya. Dengan kata lain, energi listriknya akan lebih rendah, karena apa yang dihasilkan pada panel surya ketika langit pada kondisi mendung tidak dapat bekerja yang dapat dijadikan acuan berkurangnya efisiensi, melainkan berkurangnya energi listrik yang diakibatkan dari berkurangnya radiasi matahari. Menurut buku *GSES* untuk perhitungan perancangan sesuai dengan rumus berikut:

$$\text{Kebutuhan Daya} = \frac{\text{Beban Efisiensi}}{\text{Inverter}} \dots\dots\dots(2.3)$$

Output PV = Kapasitas Modul x Efisiensi Modul (2.4)

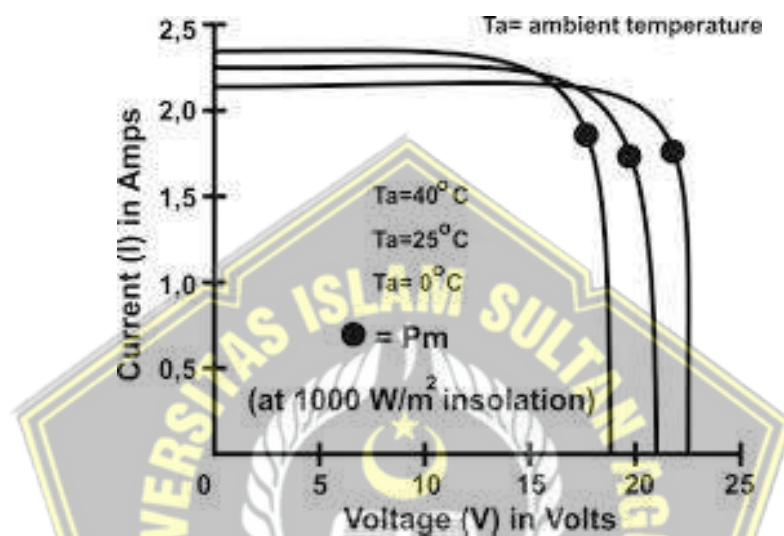
Total Daya = Efisiensi PV x Radiasi Matahari (2.5)

- a. Peningkatan Energi: Semakin tinggi intensitas cahaya, semakin tinggi energi yang diserap oleh sel PV, yang pada gilirannya meningkatkan produksi listrik.
- b. Efisiensi Konversi Cahaya ke Listrik: Efisiensi modul fotovoltaik meningkat sejalan dengan peningkatan intensitas cahaya. Namun, perubahan efisiensi ini tidak linier dan dapat bergantung pada karakteristik spesifik modul tersebut.
- c. Efek Shading: Intensitas cahaya yang rendah akibat bayangan dari objek atau penghalang lainnya di sekitar modul dapat mengurangi output daya secara signifikan, bahkan jika hanya sebagian kecil dari modul yang tertutup.[10]
- d. Pengaruh jarak matahari dengan perubahan jarak diantara bumi dan matahari sehingga mempengaruhi fluktuasi dalam hasil cahaya yang diserap dari matahari.
- e. Intensitas radiasi matahari yaitu ketika pada cahaya matahari datang ke permukaan bumi, jumlah intensitas radiasi matahari yang diterima akan berbanding lurus dengan sudut datang. Ketika sudut datang miring/ tidak tepat posisi matahari maka menyebabkan pada penerimaan energi yang diterima lebih sedikit pada permukaan bumi karena energinya menyebar ke seluruh permukaan luas, dan melewati pada lapisan atmosfer.
- f. Pada saat melewati atmosfer yang bercampuran gas, debu, uap air dipantulkan dan dipancarkan kembali dipermukaan bumi.[18]

2. Pengaruh Temperatur

Temperatur merupakan kondisi yang menunjukkan drajat pada panas suatu benda. Semakin panas pada benda jika pada temperature benda semakin tinggi, yang artinya temperatur menunjukkan energi yang dimiliki oleh suatu benda,

sehingga pada ukuran energi kinetic dari molekul jika pada molekul besar maka energi kinetic yang didapat tinggi [18]. Ketika temperatur dari modul surya meningkat, arus yang diproduksi dari modul surya pada kenyataannya tetap tidak mengalami perubahan, sebaliknya tegangan mengalami penurunan dan bersamaan dengan itu performa dari panel surya juga mengalami penurunan dalam produksi energi listrik.[13]



Gambar 2. 4 Pengaruh temperatur modul pada produksi energi modul surya

- a. Koefisien Suhu: Peningkatan suhu dapat mengurangi efisiensi konversi energi matahari menjadi listrik. Setiap tipe sel PV memiliki koefisien suhu yang menentukan seberapa besar penurunan efisiensi ketika suhu meningkat.
- b. Penurunan Tegangan: Peningkatan suhu dapat menyebabkan penurunan tegangan pada sel PV, yang pada akhirnya dapat mengurangi daya dan kinerja modul.
- c. Peningkatan Resistansi: Peningkatan suhu dapat meningkatkan resistansi dalam sirkuit PV, yang berpotensi mengurangi aliran arus dan membatasi daya yang dihasilkan.[7]

3. Orientasi Panel Surya dan Sudut Kemiringan Panel Surya

Orientasi panel surya yaitu suatu proses sebagai penentuan arah atau posisi dari panel surya terhadap cahaya matahari yang diserap yang bertujuan untuk

memaksimalkan dari penerima energi matahari. Pada pemilihan orientasi yang baik juga penting sebagai peningkatan efisiensi terhadap kinerja panel surya. Pada posisi kemiringan panel surya agar penyerapan maksimal diharapkan panel surya harus tepat mengarah matahari agar dalam penangkapan dari sinar matahari dapat terserap secara maksimal. Pada penentuan orientasi dari panel surya, ada beberapa hal yang perlu diperhatikan diantaranya terhadap posisi dari arah matahari, panel surya yang harus menghadap matahari agar penangkapan sinar matahari yang di serap maksimal, sehingga dapat menghasilkan output yang baik dan efisien. Di Indonesia panel surya harus menghadap ke selatan di belahan bumi selatan harus menghadap ke utara.

Efisiensi juga dipengaruhi oleh kemiringan dari panel surya dengan pengaruh energi matahari yang ditangkap, karena itu sudut kemiringan yang baik dapat meningkatkan dari efisiensi kinerja panel surya. Pada daerah yang melewati garis katulistiwa posisi panel surya cenderung datar. Orientasi dari panel surya juga disebabkan karena musim sebagai memaksimalkan penerimaan dari pancaran sinar matahari. Ketika pada saat musim panas panel surya dapat diposisikan lebih mendatar, sementara jika pada musim dingin pada kemiringan panel surya lebih ditinggikan. Pada pemasangannya panel surya tidak boleh terpapar bayangan karena dapat mempengaruhi produksi energi pada panel surya, seperti menghindari bangunan, pohon yang menimbulkan bayangan sehingga panel tertutup.

4. Penentuan daya input dan output pada panel surya

Daya input yang terdapat pada panel surya mengacu pada energi yang dihasilkan oleh panel surya dari penyerapan sinar cahaya matahari dengan menentukan intensitas cahaya matahari yang dapat mempengaruhi dari jumlah energi yang di dapat. Daya output pada panel surya terdapat pada energi yang dihasilkan oleh panel surya yang dapat diukur dengan satuan watt kilowatt tergantung dari efisiensi panel, kondisi cuaca, sudut pada kemiringan panel.

Dalam menentukan daya input output pada panel surya harus paham spesifikasi pada panel yang terdapat pada panel sering dicantumkan daya output maksimum dalam kondisi ideal tertentu, seperti pada standar test conditions. Dapat dengan

pemantauan real time dan pengukuran secara langsung dengan menggunakan alat seperti wattmeter, juga dengan perhitungan teoritis untuk memperkirakan daya output yang dihasilkan oleh panel dengan perhitungan teoritis.

Pada panel surya daya masukan dapat dihitung dengan mengalihkan intensitas cahaya matahari dalam satuan W/m^2 , luas penampang panel menggunakan satuan m^2 , berikut rumus yang yang dapat di terapkan :

$$P_{in} = I_{Rad} \times A \quad (2.4)$$

Keterangan :

P_{in} = Daya masuk panel (W)

I_{Rad} = Intensitas cahaya matahari (W/m^2)

A = Luas penampang panel surya (m^2)

Untuk daya yang dihasilkan pada panel surya yg diakibatkan fluktuasi suhu pada permukaan dapat dihitung dengan persamaan rumus sebagai berikut:

$$P\Delta_T = P_{max} + \left[\left(\frac{y}{100}\right) (T_p) (P_{max})\right] \quad (2.5)$$

Keterangan :

$P\Delta_T$ = Daya output akibat perubahan temperature permukaan panel (W)

P_{max} = Daya output panel pada kondisi STC

y = Koefisien temperature daya (% / °C)

T_p = Temperature permukaan panel (% / °C) [17]

BAB III

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

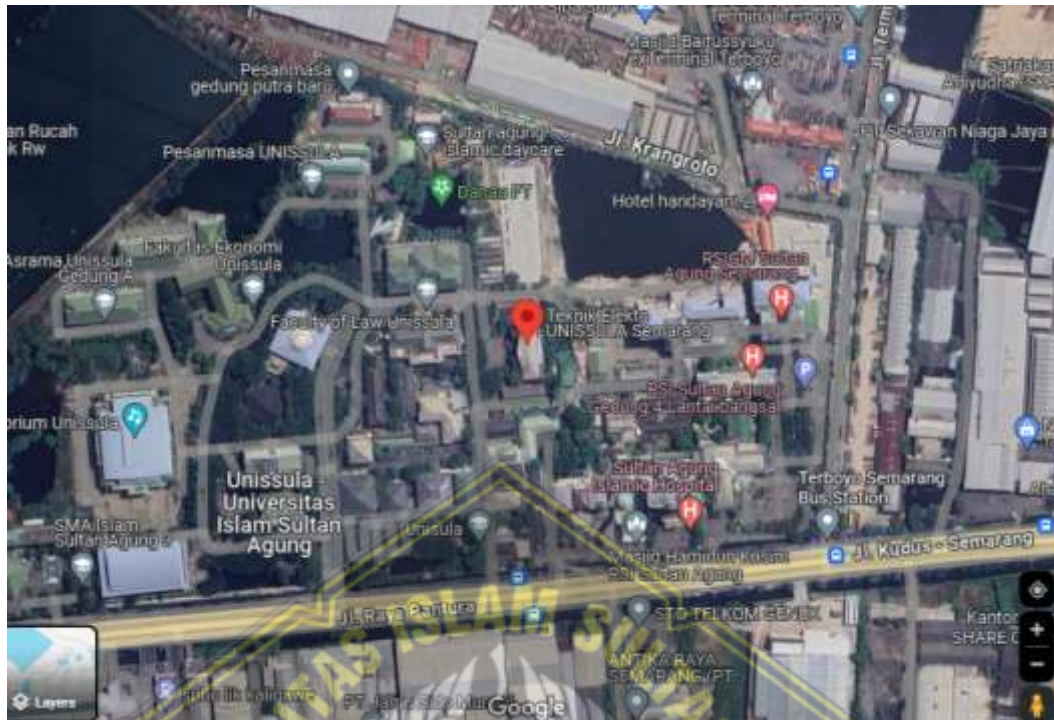
Metode penelitian yang digunakan yaitu dengan observasi dengan melibatkan pengumpulan data informasi dari jurnal, publikasi ilmiah maupun sumber-sumber dari berbagai studi kasus. Dengan menggunakan metode studi literatur yang dapat menjadikan suatu acuan referensi untuk mengetahui parameter-parameter yang akan digunakan dalam penelitian dalam proses observasi yang dilakukan.

Menentukan suhu yang diserap oleh pada panel surya terhadap kinerjanya yang tepat sehingga dapat meningkatkan pengetahuan serta efisiensi suhu dari energi listrik yang dihasilkan oleh photovoltaik cahaya matahari pada panel. Sehingga pada penelitian ini, kinerja dari energi panel surya yang dihasilkan dapat dioptimalkan, dengan perubahan suhu pada panel surya yang menjadikan output daya pada keluaran yang baik dan optimal.

Pada penelitian ini mengkaji tentang pengaruh suhu terhadap daya output panel surya yang membandingkan antara kedua jenis panel surya yang berbeda. Panel surya serta dengan menggunakan jenis monokristaline dan yang kedua jenis polikristaline dengan kemampuan ketahanan suhu dan efisiensi yang berbeda. Bab ini, akan membahas mengenai komponen serta metode penelitian yang digunakan untuk pengumpulan data.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian yang bertempat dibelakang halaman Fakultas Teknologi Industri Unissula tepatnya di Prodi Teknik Elektro Universitas Islam Sultan Agung Semarang, pada penelitian yang akan dilaksanakan pada bulan November-Februari 2024.



Gambar 3.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di samping Laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknologi Industri, adapun lokasi penelitian yang diambil karena lokasi tersebut dengan lahan yang cukup luas dan tempat yang tidak terjangkau banyak orang serta tidak terhalang oleh pepohonan, sehingga dapat dijadikan tempat sebagai penelitian dan pada lokasi ini mendapat penyinaran matahari dari pagi sampai sore.



Gambar 3.2 Titik penelitian

3.3 Alat- Alat Penelitian

Berikut alat dan bahan yang digunakan untuk pengukuran dalam pengambilan data pada penelitian ini, sebagai berikut:

1. Modul Panel Surya

Modul panel surya adalah perangkat yang terbuat dari semikonduktor yang di desain sedemikian rupa dengan memanfaatkan efek *photovoltaic* yang dapat merubah langsung energi cahaya matahari yang diserap menjadi energi listrik, dengan menggunakan modul surya *monocrystalline* dan *polysrystalline* 50 WP. Berikut spesifikasi dari panel surya *monocrystalline* dan *polysrystalline* 50 WP.



Gambar 3. 3 Modul surya Polycrystalline

Pmax	: 50 Watt
Voc	: 21,8 A
Isc	: 3,03 A
Vmp	: 17,8 V
Imp	: 2,81 A
Max System Voltage	: 1000 V
Dimension	: 835mm x 540mm x 28mm
IRRadiance	: 1000W/m ²



Gambar 3. 4 Modul surya Monocrystalline

Pmax	: 50 Watt
Voc	: 21,41 V
Isc	: 3,56 A
Vmp	: 17,6 V
Imp	: 2,85 A
Max System Voltage	: 1000 V
Dimension	: 835mm x 540mm x 28mm
IRRadiance	: 1000W/m ²

2. Volt Ampere Digital

Alat volt ampere digital adalah suatu perangkat yang berfungsi untuk mengukur tegangan (volt), arus (ampere), yang dihasilkan dari output panel surya, yang menunjukkan seberapa banyak energi yang diperoleh pada panel surya. Alat ini untuk memantau atau sebagai monitoring dalam kinerja panel surya yang dapat mengidentifikasi masalah dari penurunan kinerja yang dapat terjadi pada panel surya serta performa dari panel surya sehingga pada output yang dihasilkan optimal.



Gambar 3. 5 Volt Ampere digital

3. Infrared Thermometer

Infrared Thermometer merupakan suatu alat yang berfungsi untuk mengukur dan memantau perubahan dari temperature pada permukaan panel surya, karena suhu yang tinggi dapat mempengaruhi kinerja dan output dari panel surya. Dengan menggunakan alat tersebut dapat mengidentifikasinya.



Gambar 3. 6 Infrared Thermometer

4. Kabel Penghubung

Kabel penghubung salah satu alat yang berperan penting dalam menghubungkan berbagai komponen pada panel surya



Gambar 3. 7 Kabel Penghubung

Spesifikasi Kabel penghubung

Merk	Federal
Jenis kabel	NYMHY 60227 IEC 53
Panjang	6 m
Tahanan	0,114 Ω
Diameter	2 x 1,5 mm
Tegangan	300/500 V

5. Lampu dc

Lampu dc pada panel surya digunakan sebagai beban, pada lampu yang dirangkai untuk menerima dan menggunakan listrik dc yang dihasilkan oleh output panel surya, pada lampu dc sering digunakan sebagai penerangan, penggunaan pada lampu dc dapat digunakan sebagai indicator dari kinerja pada panel surya, pada saat lampu tidak menyala maka pada kinerjanya menurun.



Gambar 3. 8 Lampu dc

Spesifikasi lampu dc

Tegangan	12 V
-----------------	------

Daya	25 Watt
-------------	---------

Lumen	
--------------	--

6. Light Meter

Light meter adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur seberapa kuat intensitas cahaya matahari yang diterima oleh panel surya.



Gambar 3. 9 Light Meter

7. Dudukan panel surya

Dudukan panel surya adalah suatu alat yang digunakan sebagai tempat dudukan dari panel surya.



Gambar 3. 10 Dudukan panel surya

8. Batang penunjuk bayangan

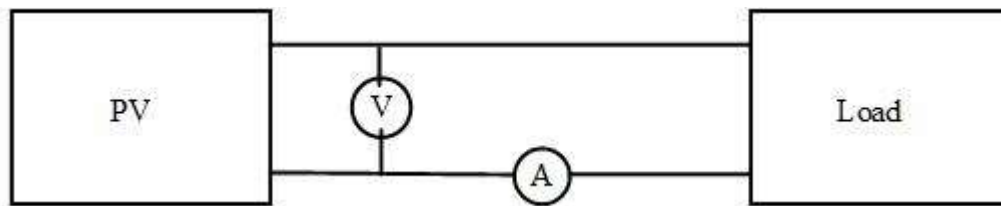
Batang penunjuk bayangan digunakan untuk menentukan arah matahari dengan bayangan yang di dapat, menggunakan batang penunjuk bayangan di letakan pada permukaan datar pada panel surya.



Gambar 3. 11 Batang penunjuk bayangan

3.4 Diagram Blok

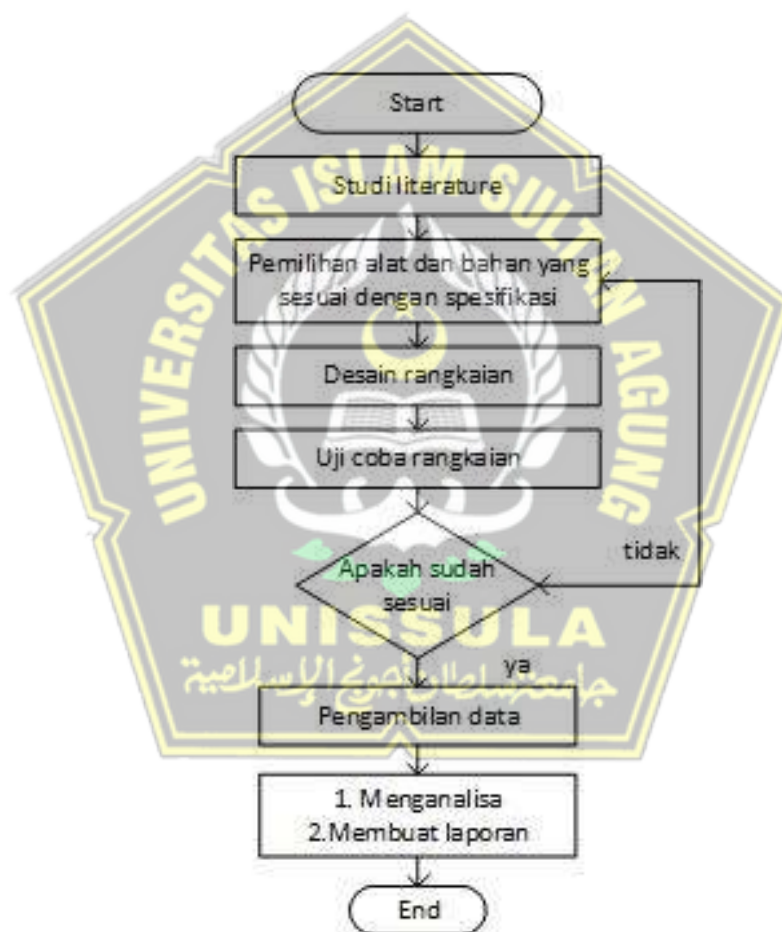
Berikut merupakan blok diagram pada pengujian solar panel ditunjukkan pada gambar Gambar 3.12:



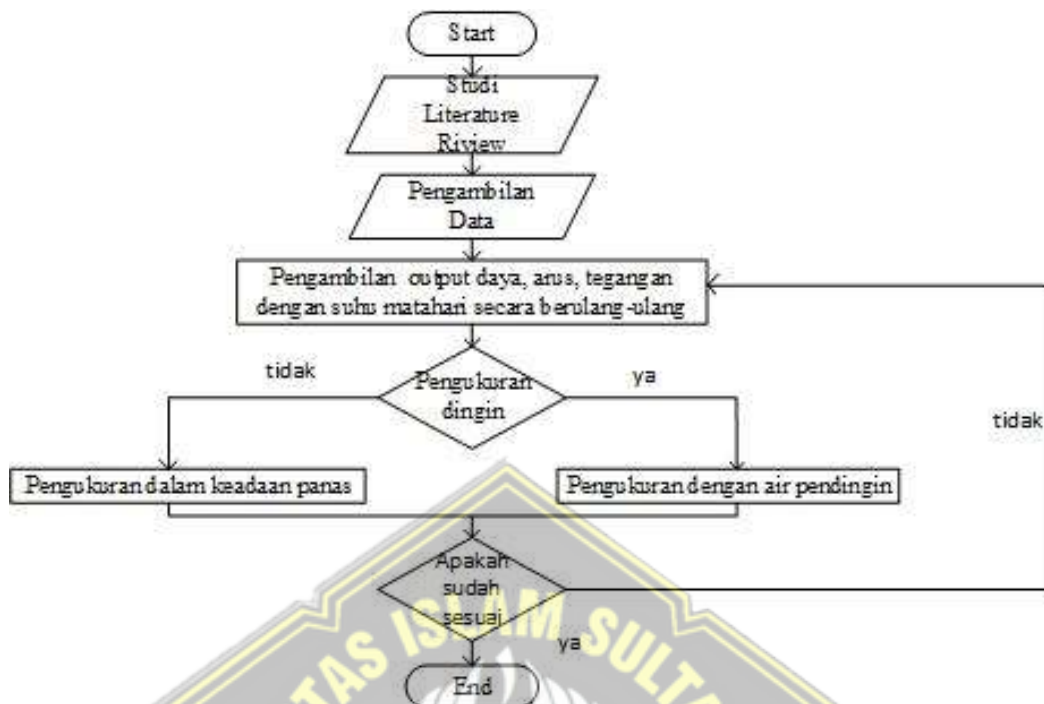
Gambar 3. 12 Blok diagram pengujian solar panel

3.5 Diagram Alur Penelitian

Diagram alur penelitian/ Flowchart adalah suatu gambaran yang digunakan dalam penelitian yang ditunjukkan pada Gambar 3.13



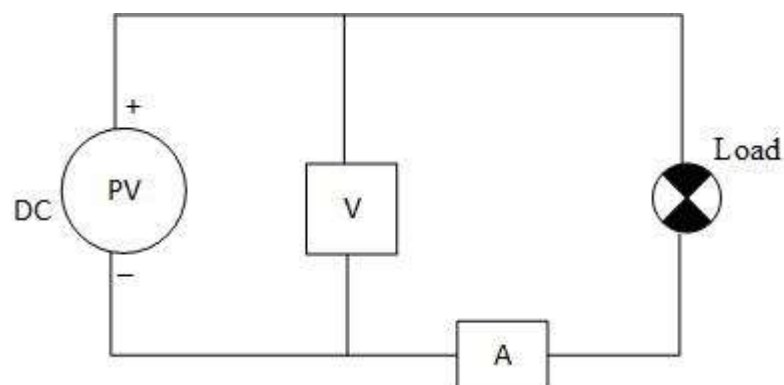
Gambar 3. 13 Flowchart metodologi penelitian



Gambar 3. 14 Flowchart alur penelitian

3.6 Rangkaian Penyusunan Penelitian

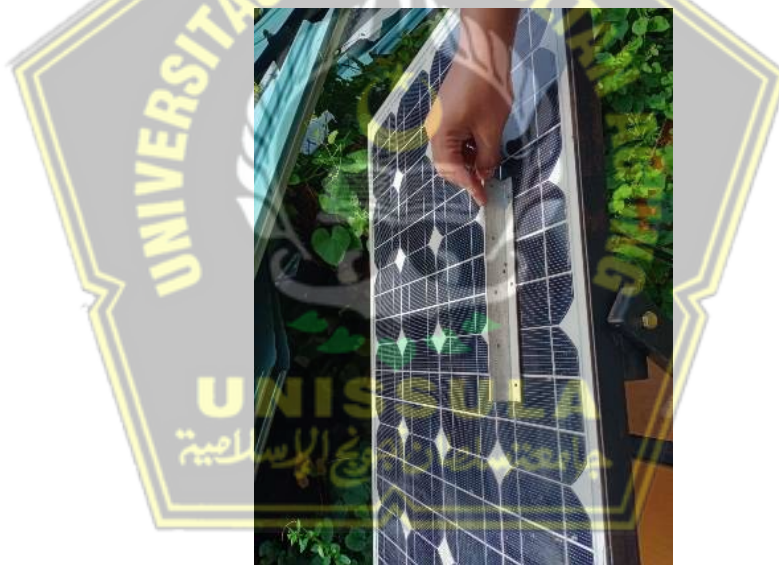
Pada penelitian ini dengan menggunakan rangkaian tertutup yang dihubungkan pada panel surya dengan beban lampu yang melalui volt ampere meter digital untuk mencari output arus tegangan pada panel surya. Rangkaian tertutup merupakan suatu rangkaian yang beroperasi secara mandiri yang dimana tidak terhubung langsung pada jaringan listrik, pada volt ampere meter digunakan untuk mengukur hasil dari keluaran pada arus dan tegangan pada rangkaian. Berikut ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 15 Rangkaian tertutup panel surya

3.7 Pengujian Posisi Arah Matahari

Pengujian posisi arah matahari yang dilakukan pada panel surya untuk menghasilkan kinerja dari panel surya sehingga dapat memaksimalkan. Penting dalam pengujian arah matahari karena pada posisi matahari yang berubah-ubah dengan seiring bertambahnya waktu. Memasang batang atau besi (tracker) di permukaan panel yang mendatar pada panel surya dan pada panel surya dapat secara tegak lurus menghadap posisi matahari. Solar tracker digunakan untuk menentukan matahari dan juga digunakan sebagai pengukuran dari intensitas matahari, sehingga hasil yang didapat dapat maksimal dan optimal dengan posisi tegak lurus menghadap matahari. Berikut ditunjukkan pada Gambar 3.15.



Gambar 3. 16 Pengujian posisi arah matahari

3.8 Pengukuran Sudut

Pengukuran pada sudut panel surya dilakukan dengan memperhatikan ketinggian dan arah horizontal dengan sudut vertikal di letakan pada permukaan panel surya secara horizontal. Dapat dipastikan bahwa panel surya langsung menghadap ke matahari secara optimal. Arah sudut horizontal biasanya mengacu pada arah selatan dan dibelahan bumi utara dan sebaliknya pada belahan bumi selatan. Pengukuran sudut dilakukan dengan menggunakan clinometer yang

terdapat pada aplikasi di ponsel, dan disesuaikan dengan kemiringan pada panel surya setelah panel surya diukur dengan tracker keakuratan sangat penting untuk menentukan efisiensi energi pada panel surya secara optimal. Berikut ditunjukkan pada Gambar 3.17.



Gambar 3. 17 Pengukuran sudut

3.9 Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu pada panel surya dengan menggunakan alat thermogun, mengarahkan thermogun langsung pada permukaan pane surya yang dipanaskan matahari secara langsung, pengukuran diambil dari beberapa titik sebagai gambaran pada suhu panel surya. Berikut ditunjukkan pada Gambar 3.18.



Gambar 3. 18 Pengukuran suhu

3.10 Proses Penurunan Suhu Yang Dilengkapi Dengan Saluran Air Pendingin

Pada panel surya yang dilengkapi dengan saluran air pendingin dengan tujuan untuk menghasilkan suhu yang didapat pada permukaan panel surya dapat menurun, pada saat proses penelitian dengan permukaan panel surya yang dialiri air sebagai pendingin yang nantinya output yang dihasilkan lebih baik dan optimal, sehingga pada suhu yang dihasilkan dapat menurun yang dapat mempengaruhi efisiensi dari panel dan juga pada output arus dan tegangan. Berikut ditunjukkan pada Gambar 3.19.



Gambar 3. 19 Proses Penurunan Suhu Yang Dilengkapi Dengan Saluran Air Pendingin

3.11 Pengujian Data



Gambar 3. 20 Rangkaian pengujian data

Pengujian pada panel surya monokristaline dan polikristaline 50 WP yang langsung terhubung dengan beban. Dengan melakukan posisi panel surya sehingga lurus dengan arah matahari yang didapat sehingga menggunakan tracker sebagai pengubah sudutnya agar tidak tampak pada bayangan, dan dapat lurus pada matahari. Panel surya dapat lurus terhadap arah matahari sesuai dengan perubahan sudut. Pengujian data dilakukan setiap waktu 30 menit sekali yang dimulai dari jam 07.00-17.00 WIB dengan matahari yang cerah. Hasil dari pengujian tersebut berupa tagangan, arus, suhu, sudut. Yang kemudian pada hasilnya juga dibandingkan dengan panel surya yang dilengkapi dengan saluran air pendingin, sehingga yang nantinya dari hasil masing-masing simulasi akan menghasilkan output dari panel

surya yang sudah dirancang dan dapat menyimpulkan output yang lebih baik dari masing-masing simulasi.

1. Menganalisis panel surya

Penelitian dengan menggunakan 2 panel surya jenis monokristaline dan polikristaline, dengan spesifikasi panel surya keduanya dengan daya 50 WP yang dirangkai secara terpisah langsung dihubungkan ke beban untuk mengeluarkan hasil arus, tegangan, suhu.

2. Analisis panel surya pada saat terpapar panas (tidak disertai saluran air pendingin)

Penelitian pada saat panel surya tidak menggunakan saluran air pendingin langsung dihubungkan ke beban, diatur dengan sudut yang menyesuaikan arah pada posisi matahari agar nantinya dapat menghasilkan output yang maksimal, dengan output yang dihasilkan arus, tegangan dan suhu. Dilakukan secara bergantian antara monokristaline dan polikristaline pada saat pengambilan data.

3. Analisis panel surya saat dialiri air pendingin

Penelitian panel surya saat dialiri air pendingin dengan rangkaian yang dirancang langsung menuju ke beban, dengan memposisikan sudut yang menyesuaikan dari arah matahari, selanjutnya dengan dialiri air pendingin pada panel surya, dan diukur pada suhu yang ada pada permukaan panel, sehingga dapat menghasilkan keluaran arus, tegangan, dan suhu. Dilakukan secara bergantian antara monokristaline dan polikristaline pada saat pengambilan data.

BAB IV

HASIL DAN ANALISA

Bab ini membahas mengenai analisa dari hasil pengujian dan perbandingan mengenai hasil dari output pada 2 modul panel surya yang berbeda yang dirancang langsung terhubung ke beban dengan pengujian panel surya yang dilengkapi dengan air pendingin dan tanpa menggunakan air pendingin. Kemudian dari kedua panel surya akan ambil pengamatan hasil dari output, apakah terjadi perbedaan output atau tidak. Dalam tahap pengujian, sebelum dilakukan pengujian perlu adanya suatu kalibrasi pada panel surya dengan alat ukur multimeter. Dengan ini maka panel surya yang digunakan akan lebih akurat dalam outputnya.

4.1 Pengujian Panel Surya Saat Kondisi Tanpa Air Pendingin.

Pada pengujian ini panel surya akan diuji dengan kondisi tanpa air pendingin. Selama proses penelitian dengan bantuan tracker sebagai alat untuk mengetahui posisi lurus pada suatu matahari agar dapat diserap secara maksimal dari cahaya matahari pada panel surya. Sehingga dapat di peroleh output pada panel surya. Dengan suhu yang diukur menggunakan alat dan pada tegangan dan arus dapat dilihat pada volt ampere digital.

a. Pengukuran Pada Panel Surya Monocrystalline Dalam Kondisi Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 1 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monokristaline dalam kondisi tanpa air pendingin.

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
1A	07.00	61°	1,54 A	15,9 V	24,49 W	29809 lux	59 °C
1B			1,54 A	15,9 V	24,49 W	29808 lux	60 °C
1C			1,53 A	16 V	24,48 W	29810 lux	65 °C
1D			1,55 A	15,4 V	23,87 W	29805 lux	65 °C

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata			1,54 A	15,8V	24,33 W	29808 lux	62,25° C
2A	07.30	56°	1,62 A	16,4 V	26,57 W	42990 lux	59 °C
2B			1,6 A	16,2 V	25,92 W	42991 lux	57 °C
2C			1,58 A	16 V	25,28 W	42999 lux	60 °C
2D			1,6 A	16,2 V	25,92 W	43909 lux	62 °C
Rata-rata			1,6 A	16,2 V	25,92 W	43222,25 lux	59,5 °C
3A	08.00	49°	1,6 A	16,2 V	25,92 W	60012 lux	55 °C
3B			1,64 A	16,4 V	26,90 W	60010 lux	57 °C
3C			1,65 A	16,6 V	27,39 W	59018 lux	57 °C
3D			1,58 A	16,5 V	26,07 W	59019 lux	59 °C
Rata-rata			1,61 A	16,4V	26,57 W	59514,75 lux	57 °C
4A	08.30	43°	1,6 A	16,6 V	26,56 W	75889 lux	56 °C
4B			1,62 A	16,7 V	27,05 W	75964 lux	53 °C
4C			1,65 A	16,3 V	26,90 W	76001 lux	55 °C
4D			1,61 A	16,8 V	27,05 W	75978 lux	58 °C
Rata-rata			1,62 A	16,6 V	26,89 W	75958 lux	55,5 °C
5A	09.00	32°	1,64 A	16,8 V	27,55 W	73999 lux	57 °C
5B			1,61 A	16,5 V	26,57 W	74782 lux	52 °C
5C			1,59 A	16,7 V	26,55 W	74825 lux	55 °C
5D			1,64 A	16,2 V	26,57 W	73998 lux	56 °C
Rata-rata			1,62 A	16,5V	26,81 W	74401 lux	55 °C
6A	09.30	27°	1,64 A	16,8 V	27,55 W	98100 lux	54 °C

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
6B			1,64 A	16,9 V	27,72 W	98105 lux	52 °C
6C			1,69 A	16,9 V	28,56 W	97986 lux	57 °C
6D			1,64 A	16,2 V	26,57 W	97998 lux	55 °C
Rata-rata			1,65 A	16,7 V	27,60 W	98047,25 lux	54 °C
7A	10.00	22°	1,64 A	16,6 V	27,22 W	104423 lux	52 °C
7B			1,65 A	16,7 V	27,56 W	104420 lux	55 °C
7C			1,64 A	16,5 V	27,06 W	104424 lux	54 °C
7D			1,68 A	17 V	28,56 W	104428 lux	51 °C
Rata-rata			1,6525 A	16,7 V	27,60 W	104423,75 lux	53 °C
8A	10.30	11°	1,65 A	16,8 V	27,72 W	113981 lux	59 °C
8B			1,67 A	16,7 V	27,89 W	114008 lux	60 °C
8C			1,66 A	17 V	28,22 W	113980 lux	65 °C
8D			1,65 A	16,7 V	27,56 W	114006 lux	65 °C
Rata-rata			1,65 A	16,8 V	27,85 W	113993,75 lux	51 °C
9A	11.00	4°	1,65 A	16,8 V	27,72 W	110987 lux	49 °C
9B			1,64 A	16,7 V	27,39 W	110983 lux	52 °C
9C			1,68 A	16,8 V	28,22 W	120185 lux	50 °C
9D			1,63 A	16,6 V	27,06 W	110957 lux	53 °C
Rata-rata			1,65 A	16,7 V	27,60 W	113278 lux	53 °C
10A	11.30	1°	1,68 A	16,8 V	28,22 W	119989 lux	56 °C
10B			1,66 A	17,2 V	28,55 W	120023 lux	51 °C
10C			1,68 A	16,9 V	28,39 W	120026 lux	53 °C
10D			1,68 A	16,8 V	28,22 W	112120 lux	52 °C

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata			1,67 A	16,9 V	28,35 W	118039,5 lux	50,5 °C
11A	12.00	-8°	1,67 A	17 V	28,39 W	117289 lux	49 °C
11B			1,66 A	16,8 V	27,89 W	117284 lux	51 °C
11C			1,69 A	16,9 V	28,56 W	117288 lux	50 °C
11D			1,68 A	16,9 V	28,39 W	117290 lux	52 °C
Rata-rata			1,67 A	16,9 V	28,31 W	117287,75 lux	50 °C
12A	12.30	-13°	1,67 A	16,5 V	27,56 W	113758 lux	48 °C
12B			1,62 A	17 V	27,54 W	113758 lux	51 °C
12C			1,64 A	16,7 V	27,39 W	113762 lux	51 °C
12D			1,69 A	17 V	28,73 W	113762 lux	50 °C
Rata-rata			1,65 A	16,8 V	27,80 W	113760 lux	51,25 °C
13A	13.00	-22°	1,63 A	16,9 V	27,55 W	106035 lux	53 °C
13B			1,68 A	16,7 V	28,06 W	106036 lux	51 °C
13C			1,65 A	16,5 V	27,23 W	106039 lux	52 °C
13D			1,64 A	16,7 V	27,39 W	106038 lux	49 °C
Rata-rata			1,65 A	16,7 V	27,56 W	106037 lux	53,75 °C
14A	13.30	-26°	1,67 A	16,7 V	27,89 W	96102 lux	50 °C
14B			1,62 A	16,6 V	26,89 W	95992 lux	53 °C
14C			1,66 A	16,9 V	28,05 W	96004 lux	55 °C
14D			1,66 A	16,8 V	27,89 W	95998 lux	57 °C
Rata-rata			1,6525 A	16,75 V	27,68 W	96024 lux	53 °C

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
15A	14.00	-37°	1,65 A	16,5 V	27,23 W	95782 lux	55 °C
15B			1,66 A	16,9 V	28,05 W	95782 lux	57 °C
15C			1,65 A	16,7 V	27,56 W	95784 lux	51 °C
15D			1,65 A	16,8 V	27,72 W	95784 lux	52 °C
Rata-rata			1,65 A	16,7 V	27,64 W	95783 lux	53,75 °C
16A	14.30	-41°	1,66 A	16,9 V	28,05 W	83998 lux	65 °C
16B			1,64 A	16,7 V	27,39 W	83995 lux	61 °C
16C			1,59 A	16,3 V	25,92 W	83998 lux	64 °C
16D			1,59 A	16,8 V	26,71 W	83995 lux	67 °C
Rata-rata			1,62 A	16,6 V	27,01 W	83996,5 lux	64,2° C
17A	15.00	-46°	1,67 A	16,5 V	27,56 W	80262 lux	67 °C
17B			1,62 A	16,6 V	26,89 W	80262 lux	61 °C
17C			1,62 A	16,2 V	26,24 W	80258 lux	66 °C
17D			1,64 A	16,8 V	27,55 W	80258 lux	62 °C
Rata-rata			1,63 A	16,5 V	27,06 W	80260 lux	64 °C
18A	15.30	-62°	1,5 A	15,5 V	23,25 W	24127 lux	66 °C
18B			1,5 A	15,6 V	23,40 W	24127 lux	67 °C
18C			1,55 A	15,5 V	24,03 W	24123 lux	64 °C
18D			1,52 A	15,4 V	23,41 W	24123 lux	63 °C
Rata-rata			1,51 A	15,5 V	23,52 W	24125 lux	65 °C
19A	16.00	-72°	1,5 A	15,3 V	22,95 W	19132 lux	65 °C
19B			1,53 A	15,7 V	24,02 W	19132 lux	61 °C
19C			1,52 A	15,5 V	23,56 W	19128 lux	68 °C
19D			1,5 A	15,5 V	23,25 W	19128 lux	64 °C

MONOCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata			1,5 A	15,5 V	23,44 W	19130 lux	64,5 °C
20A	16.30	-76°	1,1 A	8,4 V	9,24 W	5474 lux	78 °C
20B			1,1 A	8 V	8,80 W	5474 lux	75 °C
20C			1,15 A	8,1 V	9,32 W	5470 lux	78 °C
20D			1,11 A	7,9 V	8,77 W	5470 lux	79 °C
Rata-rata			1,115 A	8,1 V	9,03 W	5472 lux	75 °C
21A	17.00	-81°	0,66 A	2,6 V	1,72 W	3874 lux	71 °C
21B			0,66 A	2,4 V	1,58 W	3874 lux	73 °C
21C			0,53 A	2,6 V	1,38 W	3870 lux	70 °C
21D			0,63 A	2,4 V	1,51 W	3870 lux	72 °C
Rata-rata			0,62 A	2,5 V	1,55 W	3872 lux	71,5 °C
Rata-rata			1,55 A	15,3 V	24,75 W	75068 lux	58,08 33333 3 °C

Pada hasil penelitian tabel panel surya *monocrystalline* diatas yang sudah diketahui, dengan panel surya yang langsung dihubungkan dengan beban, sehingga didapat hasil yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = I \times V$$

Perlu diketahui untuk mencari suatu daya maka rumus yang digunakan dengan mengalikan hasil arus dan tegangan pada hasil output panel surya, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

$$I_{mp} = 2,85 \text{ A}$$

$$V_{mp} = 17,6 \text{ V}$$

Panel surya = 1buah

Maka,

$$P_{mp} = I \times V$$

$$P_{mp} = (2,85 \cdot 1) \times 17,6$$

$$P_{mp} = 50,16 \text{ Watt}$$

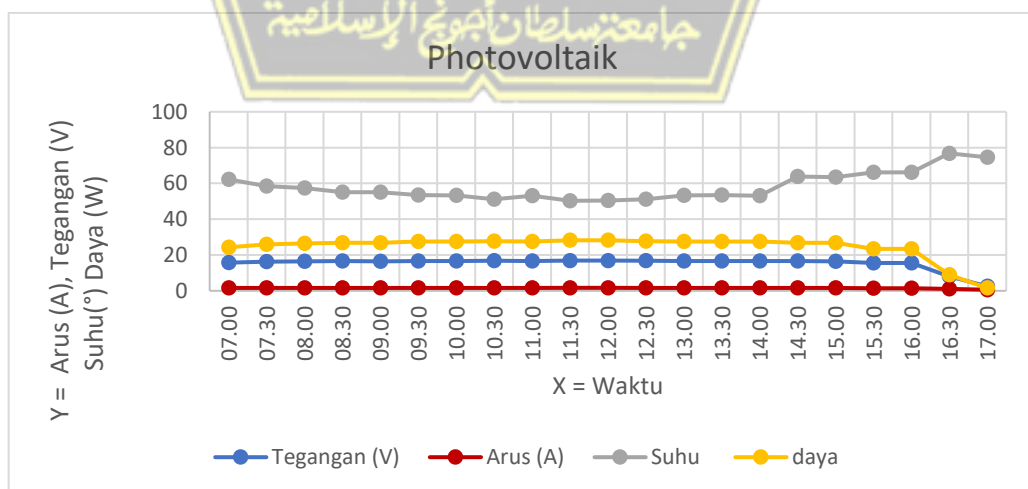
Jadi dapat dinyatakan daya yang dihasilkan pada perhitungan yang disesuaikan dengan spesifikasi pada panel surya *monocrystalline* adalah sebesar 50,16 Watt. Dengan perhitungan yang sesuai dengan cahaya matahari pada suatu tempat atau lokasi maka, diambil sampel perhitungan:

$$I = 1,54 \text{ A}$$

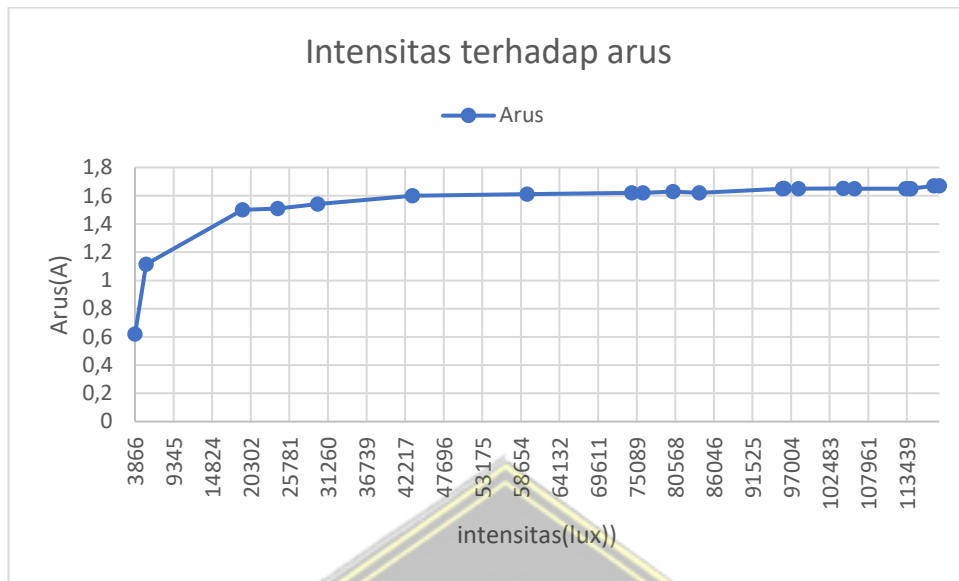
$$V = 15,8 \text{ V}$$

$$P = I \times V = 1,54 \text{ A} \times 15,8 \text{ V} \\ = 24,3 \text{ Watt}$$

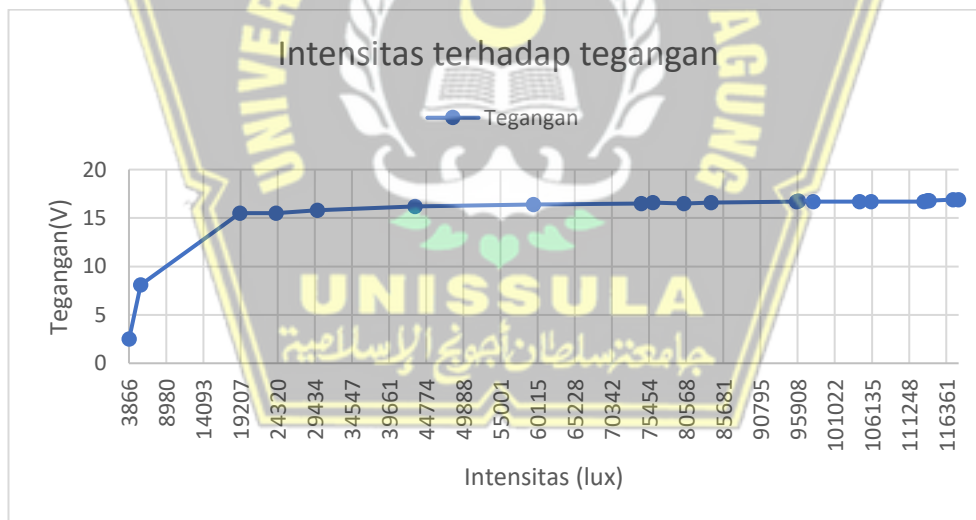
Jadi daya yang dihasilkan pada output panel surya dari hasil penelitian dapat dirata-rata sebesar 24,75 Watt, dengan panel surya yang seharusnya mencapai daya yang maksimum sebesar 50 Watt, namun pada saat diberi suatu beban daya yang terserap menghasilkan output yang berbeda, selain itu juga dipengaruhi oleh faktor cahaya matahari dan suhu. Karena pada daya yang diserap akan dipengaruhi oleh iradiasi dan suhu yang mengakibatkan hasil output daya yang diserap berbeda. Dapat dilihat hasil grafik dibawah ini.



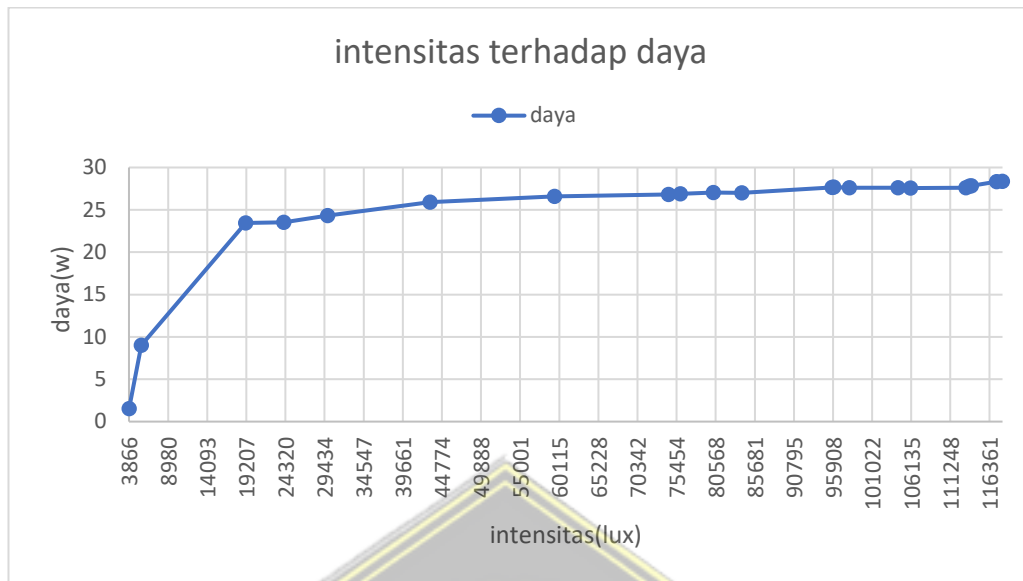
Gambar 4. 1 Grafik pengaruh arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monocrystalline terhadap waktu dan tanpa air pendingin.



Gambar 4. 2 Grafik intensitas dengan arus pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin



Gambar 4. 3 Grafik intensitas dengan tegangan pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.



Gambar 4. 4 Grafik intensitas dengan daya pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.

b. Pengukuran Pada Panel Surya polykristaline Dalam Kondisi Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 2 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.

POLYCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
1A	07.00	61°	1,44 A	13,2 V	19,01 W	29830 lux	64 °C
1B			1,44 A	13,8 V	19,87 W	29835 lux	63 °C
1C			1,4 A	13 V	18,20 W	29833 lux	64 °C
1D			1,4 A	13 V	18,20 W	29837 lux	65 °C
Rata-rata			1,42 A	13,25 V	18,82 W	29833,75 lux	64 °C
2A	07.30	56°	1,42 A	13,3 V	18,89 W	42977 lux	65 °C
2B			1,47A	13,7 V	20,14 W	42979 lux	62 °C
2C			1,46 A	13,1 V	19,13 W	42980 lux	63 °C
2D			1,45 A	13,5 V	19,58 W	43975 lux	64 °C
Rata-rata			1,45 A	13,4 V	19,43 W	43227,75 lux	63,5 °C

POLYCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
3A	08.00	49°	1,51 A	14 V	21,14 W	59227 lux	60 °C
3B			1,45 A	13,6 V	19,72 W	59229 lux	59 °C
3C			1,5 A	13,5 V	20,25 W	59225 lux	63 °C
3D			1,48 A	13,7 V	20,28 W	59222 lux	62 °C
Rata-rata			1,48A	13,7 V	20,34 W	59225,75 lux	61 °C
4A	08.30	43°	1,56 A	14,7 V	22,93 W	74990 lux	55 °C
4B			1,54	15 V	23,10 W	74994 lux	58 °C
4C			1,51 A	14,6 V	22,05 W	74990 lux	59 °C
4D			1,53 A	14,4 V	22,03 W	74995 lux	57 °C
Rata-rata			1,53 A	14,675 V	22,53 W	74992,25 lux	57,25 °C
5A	09.00	32°	1,51 A	14,8 V	22,35 W	82503 lux	60 °C
5B			1,54 A	14,5 V	22,33 W	82707 lux	57 °C
5C			1,5 A	14,4 V	21,60 W	83190 lux	58 °C
5D			1,49 A	14,2 V	21,16W	82990 lux	57 °C
Rata-rata			1,51 A	14,475 V	21,86 W	82847,5 lux	58 °C
6A	09.30	27°	1,56 A	15,1V	23,56 W	95990 lux	55 °C
6B			1,55A	14,8 V	22,94 W	95996 lux	59 °C
6C			1,54 A	14,6 V	22,48 W	95994 lux	57 °C
6D			1,51 A	14,3 V	21,59 W	95997 lux	53 °C
Rata-rata			1,54 A	14,7 V	22,64 W	95994,25 lux	56 °C
7A	10.00	22°	1,56 A	15 V	23,40 W	104991 lux	58 °C
7B			1,59 A	15 V	23,85 W	104986 lux	57 °C
7C			1,53 A	14,7 V	22,49 W	104998 lux	55 °C
7D			1,56 A	14,5 V	22,62 W	104990 lux	55 °C
Rata-rata			1,56 A	14,8 V	23,09 W	104991,25lux	56,25 °C

POLYCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
8A	10.30	11°	1,59 A	15 V	23,85 W	114621 lux	53 °C
8B			1,59 A	15,1 V	24,01 W	114620 lux	55 °C
8C			1,62 A	15,6 V	25,27 W	114626 lux	54 °C
8D			1,6 A	15,5 V	24,80 W	114624 lux	52 °C
Rata-rata			1,6 A	15,3 V	24,48 W	114622,75 lux	53,5 °C
9A	11.00	4°	1,56 A	15,1 V	23,56 W	111046 lux	55 C°
9B			1,59 A	15 V	23,85 W	111041 lux	54 °C
9C			1,58 A	14,9 V	23,54 W	111043 lux	55 °C
9D			1,55 A	14,6 V	22,63 W	111044 lux	56 °C
Rata-rata			1,57 A	14,9 V	23,39 W	111043,5 lux	55 °C
10A	11.30	1°	1,64 A	15,5 V	25,42 W	111998 lux	55 °C
10B			1,62 A	15,3 V	24,79 W	121267 lux	52 °C
10C			1,59 A	14,8 V	23,53 W	111263 lux	55 °C
10D			1,55 A	15,8 V	24,49 W	111996 lux	51 °C
Rata-rata			1,6 A	15,35 V	24,56 W	114131 lux	53,25° C
11A	12.00	-8°	1,6 A	15,4 V	24,64 W	117345 lux	50 °C
11B			1,64 A	15,6 V	25,58 W	117341 lux	54 °C
11C			1,66 A	15,7 V	26,06 W	117344 lux	54 °C
11D			1,61 A	15,2 V	24,47 W	117349 lux	53 °C
Rata-rata			1,62 A	15,4 V	25,19 W	117344,75 lux	52,75 °C
12A	12.30	-13°	1,58 A	15,3 V	24,17 W	114958 lux	55 °C
12B			1,64 A	15 V	24,60 W	114958 lux	56 °C
12C			1,61 A	15,5 V	24,96 W	114962 lux	53 °C
12D			1,6 A	15,5 V	24,80 W	114969 lux	50 °C

POLYCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata			1,6 A	15,325 V	24,63 W	114961,75lux	53,5 °C
13A	13.00	-22°	1,59 A	15,2 V	24,17 W	107155 lux	55 °C
13B			1,58 A	15 V	23,70 W	107158 lux	57 °C
13C			1,57 A	15 V	23,55 W	107157 lux	53 °C
13D			1,59 A	14,8 V	23,53 W	107152 lux	55 °C
Rata-rata			1,58 A	15 V	23,74 W	107155,5 lux	55 °C
14A	13.30	-26°	1,52 A	15 V	22,80 W	96201 lux	58 °C
14B			1,56 A	14,6 V	22,78 W	96205 lux	59 °C
14C			1,58 A	14,5 V	22,91 W	95981 lux	56 °C
14D			1,51 A	14,7 V	22,20 W	95983 lux	55 °C
Rata-rata			1,54 A	14,7 V	22,67 W	96092,5 lux	57 °C
15A	14.00	-37°	1,53 A	14,7 V	22,49 W	95960 lux	54 °C
15B			1,52 A	14,6 V	22,19 W	95969 lux	58 °C
15C			1,56 A	14,7 V	22,93 W	95966 lux	59 °C
15D			1,55 A	14,8 V	22,94 W	95970 lux	56 °C
Rata-rata			1,54 A	14,7 V	22,64 W	95966,25 lux	56,75 °C
16A	14.30	-41°	1,52 A	14,4 V	21,89 W	83898 lux	55 °C
16B			1,5 A	14,5 V	21,75 W	83895 lux	58 °C
16C			1,52 A	14,6 V	22,19 W	83891 lux	57 °C
16D			1,54 A	14,5 V	22,33 W	83893 lux	58 °C
Rata-rata			1,52 A	14,5 V	22,04 W	83894,25 lux	57 °C
17A	15.00	-46°	1,54 A	14,4 V	22,18 W	81262 lux	60 °C
17B			1,52 A	14,5 V	22,04 W	81262 lux	56 °C
17C			1,51 A	14,3 V	21,59 W	81258 lux	57 °C
17D			1,5 A	14,4 V	21,60 W	81258 lux	59 °C

POLYCRYSTALLINE Tanpa Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata			1,51 A	14,4 V	21,85 W	81260 lux	58 °C
18A	15.30	-62°	1,5 A	13,7 V	20,55 W	24321 lux	60 °C
18B			1,48 A	13,9 V	20,57 W	24325 lux	61 °C
18C			1,46 A	14,1 V	20,59 W	24327 lux	62 °C
18D			1,48 A	13,3 V	19,68 W	24320 lux	63 °C
Rata-rata			1,48 A	13,75 V	20,35 W	24323,25 lux	61,5 °C
19A	16.00	-72°	1,37 A	12 V	16,44 W	19220 lux	68 °C
19B			1,37 A	12,4 V	16,99 W	19228 lux	65 °C
19C			1,4 A	12,5 V	17,50 W	19224 lux	66 °C
19D			1,38 A	12,3 V	16,97 W	19221 lux	68 °C
Rata-rata			1,38A	12,3 V	16,97 W	19223,25 lux	66,75 °C
20A	16.30	-76°	0,72 A	5,6 V	4,032 W	5470 lux	70 °C
20B			0,77 A	5,4 V	4,158 W	5465 lux	73 °C
20C			0,74 A	5,3 V	3,92 W	5464 lux	71 °C
20D			0,73 A	5,3 V	3,87 W	5461 lux	69 °C
Rata-rata			0,74 A	5,4 V	3,996 W	5465 lux	70,75 °C
21A	17.00	-81°	0,64 A	0,9 V	0,58 W	3912 lux	71 °C
21B			0,69 A	0,9 V	0,62 W	3915 lux	75 °C
21C			0,71 A	0,8 V	0,57 W	3911 lux	74 °C
21D			0,68 A	0,64 V	0,44 W	3918 lux	72 °C
Rata-rata			0,68 A	0,81 V	0,55 W	3914 lux	73 °C
Rata-rata			1,45 A	13,38 V	20,28 W	75262lux	59,24 °C

Pada hasil penelitian tabel panel surya *polycrystalline* diatas yang sudah diketahui, dengan panel surya yang langsung dihubungkan dengan beban, sehingga didapat hasil yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = I \times V$$

Perlu diketahui untuk mencari suatu daya maka rumus yang digunakan dengan mengalikan hasil arus dan tegangan pada hasil output panel surya, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

$$I_{mp} = 2,81 \text{ A}$$

$$V_{mp} = 17,8 \text{ V}$$

$$\text{Panel surya} = 1 \text{ buah}$$

Maka,

$$P_{mp} = I \times V$$

$$P_{mp} = (2,81 \cdot 1) \times 17,8$$

$$P_{mp} = 50,01 \text{ Watt}$$

Jadi dapat dinyatakan daya yang dihasilkan pada perhitungan yang disesuaikan dengan spesifikasi pada panel surya *polycrystalline* adalah sebesar 50,01 Watt. Dengan perhitungan yang sesuai dengan cahaya matahari pada suatu tempat atau lokasi maka, diambil sampel perhitungan:

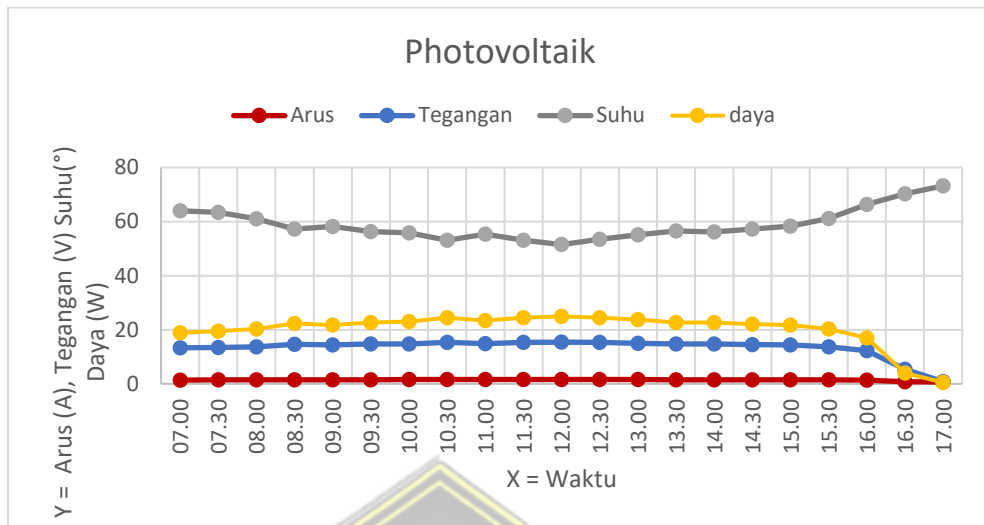
$$I = 1,42 \text{ A}$$

$$V = 13,3 \text{ V}$$

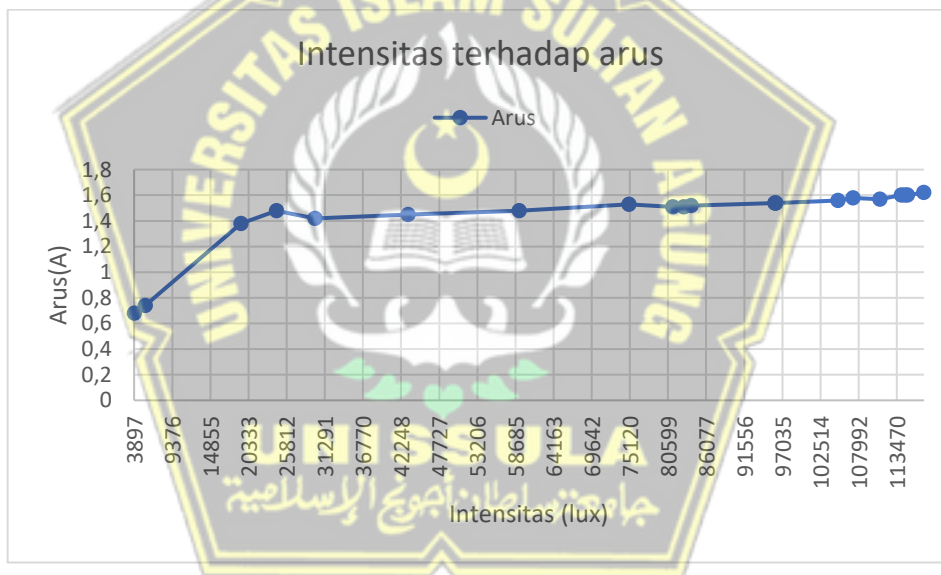
$$P = I \times V = 1,42 \text{ A} \times 13,3 \text{ V}$$

$$= 18,8 \text{ Watt}$$

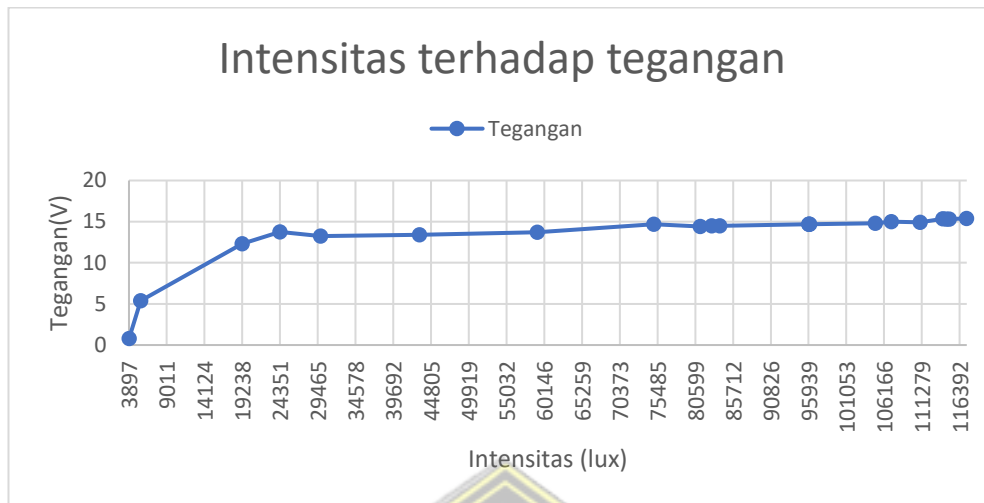
Jadi daya yang dihasilkan pada output panel surya dari hasil penelitian dapat dirata-rata sebesar 20,28 Watt, dengan panel surya yang seharusnya mencapai daya yang maksimum sebesar 50 Watt, namun pada saat diberi suatu beban daya yang terserap menghasilkan output yang berbeda, selain itu juga dipengaruhi oleh faktor cahaya matahari dan suhu. Karena pada daya yang diserap akan dipengaruhi oleh cahaya matahari dan suhu yang mengakibatkan hasil output daya yang diserap berbeda. Dapat dilihat hasil grafik dibawah ini.



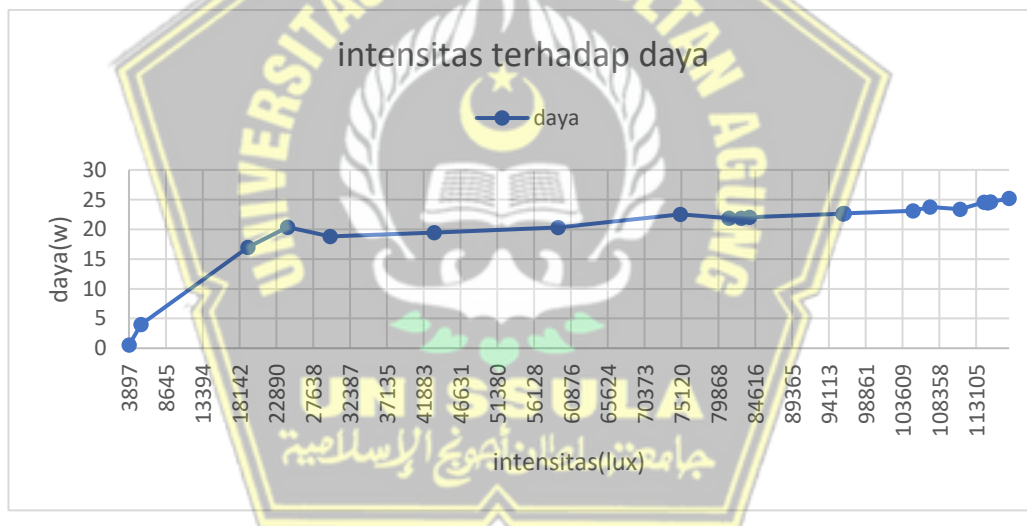
Gambar 4. 5 Grafik pengaruh arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline terhadap waktu pada kondisi tanpa air pendingin.



Gambar 4. 6 Grafik intensitas dengan arus pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.



Gambar 4. 7 Grafik intensitas dengan tegangan pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin.



Gambar 4. 8 Grafik intensitas dengan daya pada panel surya polycrystalline tanpa air pendingin

Dari grafik diatas dapat dilihat pada output tegangan yang dihasilkan pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* didapat pengukuran yang hampir sama, dan ada sedikit perbedaan pada waktu 16.30-17.00 WIB hasil tegangan menurun dikarenakan pengaruh dari iradiasi yang berkurang, dan pada suhunya juga terlihat tinggi yang menyebabkan dari tegangan nilainya menurun, karena semakin tinggi cahaya matahari dan suhu yang diserap maka tegangan akan

menurun karena dapat mengurangi efisiensi. Begitu juga tidak lepas dari factor cuaca di lokasi tersebut.

4.2 Pengujian Panel Surya Saat Kondisi Dengan Saluran Air Pendingin.

Pada pengujian ini panel surya dengan menggunakan air pendingin dengan tujuan untuk menurunkan suhu yang ada pada panel. Selama penelitian dengan menggunakan tracker untuk memposisikan matahari agar tidak ada bayangan, sehingga mendapatkan cahaya matahari yang maksimal, dengan dilengkapi memasang pipa saluran air yang nantinya pipa tersebut dapat terisi air untuk menyiram permukaan pada panel surya. Yang nantinya dapat diambil output dari panel surya tersebut yang berupa arus, tegangan suhu maupun dayanya. Pada pengukuran suhu yang dilakukan oleh alat ukur thermogun dan pada arus dan tegangan menggunakan alat volt ampere digital. Proses dari penelitian ini diambil setiap setengah jam dari jam 07.00-17.00 WIB.

a. Pengukuran Pada Panel Surya Monocrystalline Dalam Kondisi Dilengkapi Dengan Air Pendingin.

Tabel 4. 3 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya monocrystalline dengan air pendingin.

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
1A	07.00	61°	1,58 A	16,8 V	26,54 W	29559 lux	29 ° C
1B			1,6 A	17,2 V	27,52 W	29551 lux	32 ° C
1C			1,58 A	16,7 V	26,39 W	29556 lux	31 ° C
1D			1,56 A	16,9 V	26,36 W	29527 lux	30 ° C
Rata-rata			1,58 A	16,9 V	26,70 W	29548,25 lux	30,5 ° C
2A	07.30	56°	1,62 A	17,5 V	28,35 W	43190 lux	30 ° C
2B			1,6 A	17,6 V	28,16 W	43196 lux	33 ° C
2C			1,58 A	17,1 V	27,02 W	43192 lux	31 ° C
2D			1,64 A	17,4 V	28,54 W	43195 lux	30 ° C

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
Rata-rata			1,61 A	17,4 V	28,01 W	43193,25 lux	31 ° C
3A	08.00	49°	1,65 A	17,8 V	29,37 W	59912 lux	31 ° C
3B			1,61 A	17,7 V	28,50 W	59917 lux	29 ° C
3C			1,63 A	18 V	29,34 W	59920 lux	30 ° C
3D			1,63 A	18,1 V	29,50 W	59919 lux	34 ° C
Rata-rata			1,63 A	17,9 V	29,18 W	59917 lux	31 ° C
4A	08.30	43°	1,6 A	17,9 V	28,64 W	75187 lux	28 ° C
4B			1,62 A	17,5 V	28,35 W	75189 lux	31 ° C
4C			1,61 A	17,4 V	28,01 W	75184 lux	30 ° C
4D			1,64 A	17,6 V	28,86 W	75190 lux	34 ° C
Rata-rata			1,61 A	17,6 V	28,47 W	75187,5 lux	30,75 ° C
5A	09.00	32°	1,66 A	18,4 V	30,54 W	85890 lux	27 ° C
5B			1,67 A	18 V	30,06 W	85988 lux	29 ° C
5C			1,65 A	17,9 V	29,54 W	86003 lux	30 ° C
5D			1,64 A	18,1 V	29,68 W	86001 lux	31 ° C
Rata-rata			1,65 A	18,1 V	29,96 W	85970,5 lux	29,25 ° C
6A	09.30	27°	1,65 A	18,2 V	30,03 W	95771lux	27 ° C
6B			1,68 A	18,6 V	31,25 W	95776 lux	29 ° C
6C			1,71 A	18,7 V	31,98 W	95775 lux	30 ° C
6D			1,65 A	18,4 V	30,36 W	95787 lux	29 ° C
Rata-rata			1,67 A	18,4 V	30,90 W	95777,25 lux	28,75 ° C
7A	10.00	22°	1,7 A	18,5 V	31,45 W	103983 lux	27 ° C
7B			1,62 A	18,4 V	29,81 W	103980 lux	29 ° C

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
7C			1,68 A	18,6 V	31,25 W	103984 lux	30 ° C
7D			1,69 A	18,5 V	31,27 W	103988 lux	28 ° C
Rata-rata			1,6725 A	18,5 V	30,94 W	103983,75 lux	28,5 ° C
8A	10.30	11°	1,66 A	18,5 V	30,71 W	113880 lux	27 ° C
8B			1,7 A	18,7 V	31,79 W	113802 lux	30 ° C
8C			1,64 A	18,9 V	31,00 W	113689 lux	26 ° C
8D			1,69 A	18,4 V	31,10 W	113601 lux	29 ° C
Rata-rata			1,67 A	18,6 V	31,15 W	113743 lux	28 ° C
9A	11.00	4°	1,66 A	18,9 V	31,37 W	121027 lux	26 ° C
9B			1,69 A	18,8 V	31,77 W	121022 lux	29 ° C
9C			1,68 A	17,9 V	30,07 W	121030 lux	30 ° C
9D			1,73 A	18,8 V	32,52 W	121037 lux	29 ° C
Rata-rata			1,69 A	18,6 V	31,44 W	121029 lux	28,5 ° C
10A	11.30	1°	1,69 A	18,7 V	31,60 W	119983 lux	25 ° C
10B			1,67 A	18,6 V	31,06 W	119986 lux	27 ° C
10C			1,7 A	18,4 V	31,28 W	120026 lux	29 ° C
10D			1,7 A	18,8 V	31,96 W	120034 lux	25 ° C
Rata-rata			1,69 A	18,6 V	31,48 W	120007,25 lux	26,5 ° C
11A	12.00	-13°	1,64 A	18,9 V	31,00 W	118009 lux	25 ° C
11B			1,68 A	18,8 V	31,58 W	118002 lux	29 ° C
11C			1,7 A	18,6 V	31,62 W	118011 lux	28 ° C
11D			1,74 A	18,9 V	32,89 W	118013 lux	25 ° C

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
Rata-rata			1,69 A	18,8 V	31,77 W	118008,75 lux	26,75 °C
12A	12.30	-13°	1,68 A	18,5 V	31,08 W	113989 lux	28 °C
12B			1,72 A	18,4 V	31,65 W	113981 lux	24 °C
12C			1,68 A	18,8 V	31,58 W	113986 lux	26 °C
12D			1,68 A	18,7 V	31,42 W	113988 lux	29 °C
Rata-rata			1,69 A	18,6 V	31,43 W	113986 lux	26,75 °C
13A	13.00	-22°	1,69 A	18,5 V	31,27 W	107001 lux	28 °C
13B			1,7 A	18,7 V	31,79 W	107005 lux	28 °C
13C			1,65 A	18,4 V	30,36 W	106999 lux	30 °C
13D			1,67 A	18,4 V	30,73 W	106997 lux	29 °C
Rata-rata			1,67 A	18,5 V	31,03 W	107000,5 lux	28,75 °C
14A	13.30	-26°	1,66 A	18,2 V	30,21 W	95119 lux	31 °C
14B			1,65 A	18,1 V	29,87 W	95121 lux	30 °C
14C			1,67 A	18,3 V	30,56 W	95101 lux	29 °C
14D			1,68 A	18,6 V	31,25 W	95114 lux	31 °C
Rata-rata			1,66 A	18,3 V	30,47 W	95113,75 lux	30,25 °C
15A	14.00	-37°	1,63 A	18,6 V	30,32 W	95225 lux	32 °C
15B			1,66 A	18,1 V	30,05 W	94999 lux	30 °C
15C			1,67 A	18,4 V	30,73 W	95329 lux	28 °C
15D			1,64 A	18,5 V	30,34 W	95320 lux	30 °C
Rata-rata			1,65 A	18,4 V	30,36 W	95218,25 lux	30 °C
16A	14.30		1,65 A	18,1 V	29,87 W	83758 lux	30 °C

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
16B		-41°	1,68 A	18 V	30,24 W	83757 lux	29 ° C
16C			1,62 A	18,3 V	29,65 W	83753 lux	32 ° C
16D			1,67 A	18,2 V	30,39 W	83760 lux	29 ° C
Rata-rata			1,655 A	18,15 V	30,04 W	83757 lux	30 ° C
17A	15.00	-46°	1,6 A	17,6 V	28,16 W	78010 lux	34 ° C
17B			1,64 A	17,4 V	28,54 W	78006 lux	31 ° C
17C			1,62 A	17,8 V	28,84 W	78004 lux	35 ° C
17D			1,6 A	17,6 V	28,16 W	78001 lux	30 ° C
Rata-rata			1,615 A	17,6 V	28,42 W	78995,25 lux	32,5 ° C
18A	15.30	-62°	1,6 A	17,2 V	27,52 W	24142 lux	33 ° C
18B			1,57 A	17 V	26,69 W	24146 lux	35 ° C
18C			1,6 A	17,1 V	27,36 W	24139 lux	37 ° C
18D			1,55 A	17,1 V	26,51 W	24136 lux	30 ° C
Rata-rata			1,58 A	17,1 V	27,02 W	24140,75 lux	33,75 ° C
19A	16.00	-72°	1,58 A	17 V	26,86 W	19082 lux	35 ° C
19B			1,55 A	16,8 V	26,04 W	19088 lux	33 ° C
19C			1,56 A	16,6 V	25,90 W	19090 lux	36 ° C
19D			1,55 A	16,4 V	25,42 W	19095 lux	33 ° C
Rata-rata			1,56 A	16,7 V	26,05 W	19088,75 lux	34,25 ° C
20A	16.30	-76°	1,19 A	10,1 V	12,02 W	5462 lux	32 C °
20B			1,2 A	9,8 V	11,76 W	5461 lux	35 ° C
20C			1,24 A	9,8 V	12,15 W	5459 lux	37 ° C
20D			1,21 A	10,3 V	12,46 W	5469 lux	36 ° C

MONOCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu
Rata-rata			1,21 A	10 V	12,10 W	5462,75 lux	35 ° C
21A	17.00	-81°	0,8 A	4,5 V	3,60 W	3870 lux	35 ° C
21B			0,83 A	4,6 V	3,82 W	3867 lux	39 ° C
21C			0,84 A	4,2 V	3,53 W	3869 lux	36 ° C
21D			0,81 A	4,7 V	3,81 W	3861 lux	39 ° C
Rata-rata			0,82 A	4,5 V	3,69 W	3866,75 lux	37,25 ° C
Rata-rata			1,59 A	17,01 V	27,69 W	75810 lux	30,380 95 ° C

Pada hasil penelitian tabel panel surya *monocrystalline* diatas yang sudah diketahui, dengan panel surya yang langsung dihubungkan dengan beban, sehingga didapat hasil yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = I \times V$$

Perlu diketahui untuk mencari suatu daya maka rumus yang digunakan dengan mengalikan hasil arus dan tegangan pada hasil output panel surya, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

$$I_{mp} = 2,85 \text{ A}$$

$$V_{mp} = 17,6 \text{ V}$$

$$\text{Panel surya} = 1 \text{ buah}$$

Maka,

$$P_{mp} = I \times V$$

$$P_{mp} = (2,85 \cdot 1) \times 17,6$$

$$P_{mp} = 50,16 \text{ Watt}$$

Jadi dapat dinyatakan daya yang dihasilkan pada perhitungan yang disesuaikan dengan spesifikasi pada panel surya *monocrystalline* adalah sebesar 50,16 Watt.

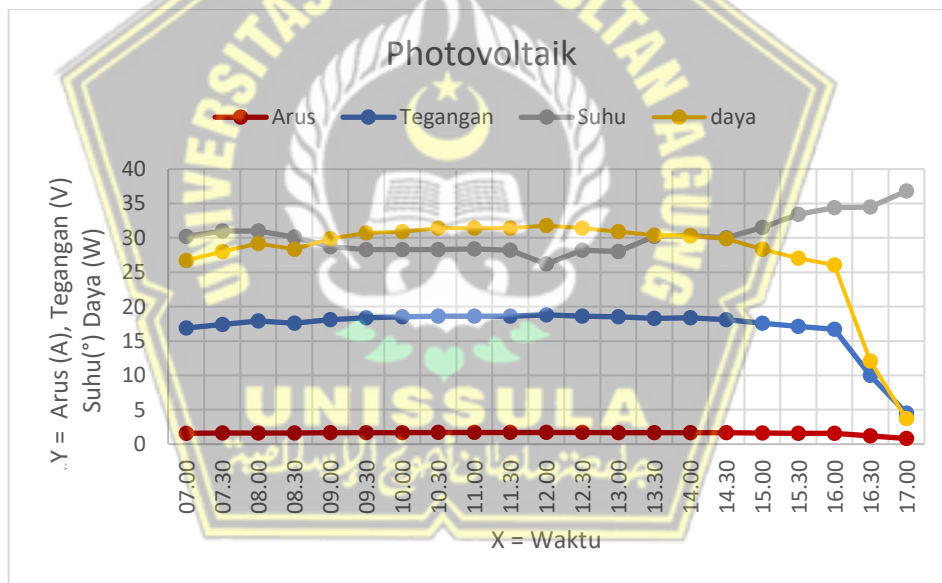
Dengan perhitungan yang sesuai dengan iradiasi pada suatu tempat atau lokasi maka, diambil sampel perhitungan:

$$I = 1,58 \text{ A}$$

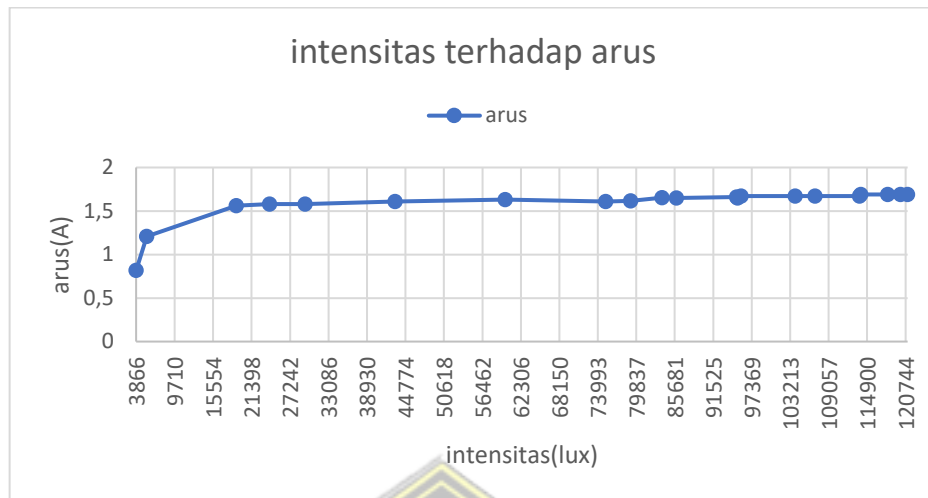
$$V = 16,9 \text{ V}$$

$$P = I \times V = 1,58 \text{ A} \times 16,9 \text{ V} \\ = 26,70 \text{ Watt}$$

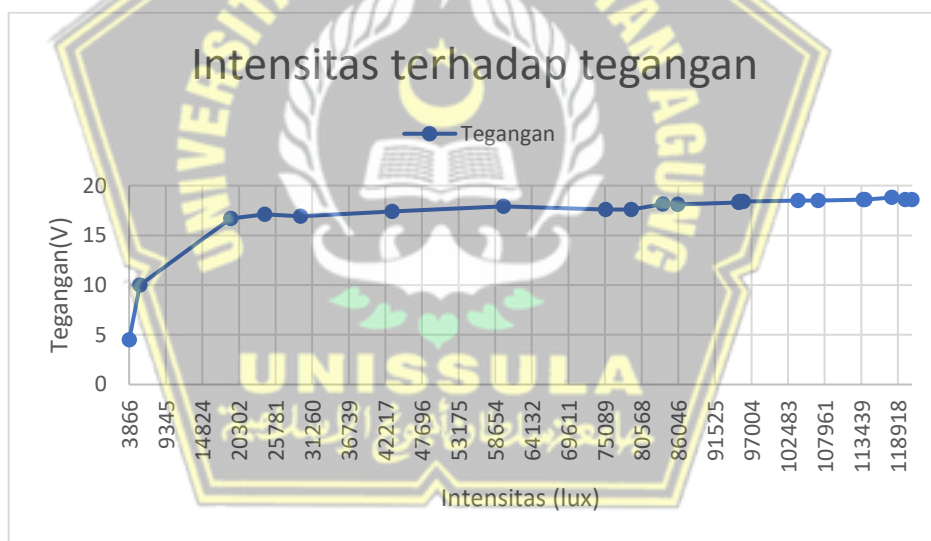
Jadi daya yang dihasilkan pada panel surya *monocrystalline* yang dilengkapi dengan air pendingin didapat pada daya yang sesuai dengan spesifikasi adalah 50,16 watt, dan daya yang dihasilkan setelah dalam pengujian menggunakan air pendingin dengan rata-rata 27,69 watt. Pada table dapat dilihat pukul 16.30-17.00 wib mengalami penurunan yang disebabkan karena iradiasi atau factor cuaca dan suhu yang ada pada permukaan panel.



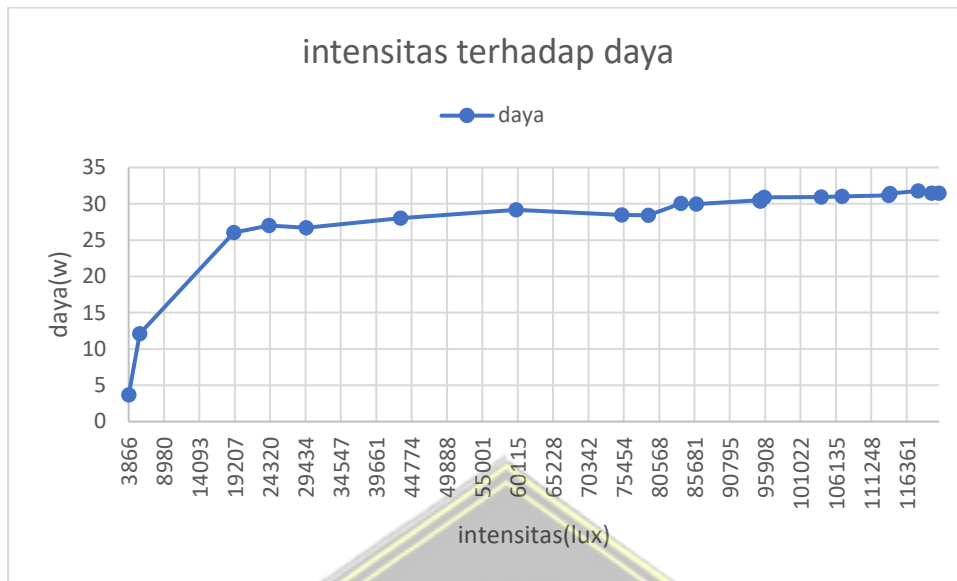
Gambar 4. 9 Grafik pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya *monocrystalline* dalam kondisi air pendingin.



Gambar 4. 10 Grafik intensitas cahaya dengan arus pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin



Gambar 4. 11 Grafik intensitas cahaya dengan tegangan pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin.



Gambar 4. 12 Grafik intensitas cahaya dengan daya pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin.

b. Pengukuran Pada Panel Surya Polycrystalline Dalam Kondisi Dengan Air Pendingin.

Tabel 4. 4 Hasil pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline dengan air pendingin.

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegang an (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
1A	07.00	61°	1,48 A	14,9 V	22,05 W	29987 lux	33 ° C
1B			1,48 A	15,2 V	22,50 W	29985 lux	37 ° C
1C			1,46 A	15,3 V	22,34 W	29992 lux	35 ° C
1D			1,5 A	15,4 V	23,10 W	29990 lux	35 ° C
Rata-rata			1,48 A	15,2 V	22,50 W	29988,5 lux	35 ° C
2A	07.30	56°	1,49 A	15,8 V	23,54 W	43321 lux	37 ° C
2B			1,5 A	15,5 V	23,25 W	43326 lux	35 ° C
2C			1,51 A	15,6 V	23,56 W	43328 lux	36 ° C
2D			1,5 A	15,5 V	23,25 W	43320 lux	36 ° C
Rata-rata			1,5 A	15,6 V	23,40 W	43323,75 lux	36 ° C

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
3A	08.00	49°	1,52 A	15,7 V	23,86 W	59412 lux	33 ° C
3B			1,5 A	15,5 V	23,25 W	59410 lux	38 ° C
3C			1,5 A	15,8 V	23,70 W	59418 lux	38 ° C
3D			1,52 A	15,4 V	23,41 W	59411 lux	36 ° C
Rata-rata			1,51 A	15,6 V	23,56 W	59412,75 lux	36,25 ° C
4A	08.30	43°	1,5 A	15,4 V	23,10 W	74624 lux	34 ° C
4B			1,5 A	15,7 V	23,55 W	74627 lux	36 ° C
4C			1,53 A	15,9 V	24,33 W	74631 lux	36 ° C
4D			1,51 A	15,4 V	23,25 W	74630 lux	38 ° C
Rata-rata			1,51 A	15,6 V	23,56 W	74628 lux	36 ° C
5A	09.00	32°	1,52 A	15,3 V	23,26 W	72352 lux	30 ° C
5B			1,53 A	15,6 V	23,87 W	73356 lux	31 ° C
5C			1,54 A	16 V	24,64 W	73860 lux	35 ° C
5D			1,57 A	15,5 V	24,34 W	73873 lux	32 ° C
Rata-rata			1,54 A	15,6 V	24,02 W	73360,25 lux	32 ° C
6A	09.30	27°	1,56 A	15,8 V	24,65 W	96130 lux	29 ° C
6B			1,55 A	15,4 V	23,87 W	96129 lux	30 ° C
6C			1,54 A	16 V	24,64 W	96127 lux	32 ° C
6D			1,51 A	15,2 V	22,95 W	96125 lux	31 ° C
Rata-rata			1,54 A	15,6 V	24,02 W	96127,75 lux	30,5 ° C
7A	10.00	22°	1,57 A	16 V	25,12 W	107093 lux	30 ° C
7B			1,56 A	15,9 V	24,80 W	107091 lux	31 ° C
7C			1,59 A	16,5 V	26,24 W	107097 lux	33 ° C
7D			1,6 A	16,8 V	26,88 W	107098 lux	30 ° C

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
Rata-rata			1,58 A	16,3 V	25,75 W	107094,75 lux	31 ° C
8A	10.30	11°	1,54 A	16 V	24,64 W	113502 lux	33 ° C
8B			1,58 A	15,9 V	25,12 W	113499 lux	34 ° C
8C			1,56 A	16,1 V	25,12 W	113506 lux	31 ° C
8D			1,56 A	16,4 V	25,58 W	113499 lux	30 ° C
Rata-rata			1,56 A	16,1 V	25,12 W	113501,5 lux	32 ° C
9A	11.00	1°	1,54 A	16,4 V	25,26 W	110205 lux	30 ° C
9B			1,59 A	15,9 V	25,28 W	110209 lux	29 ° C
9C			1,55 A	16,5 V	25,58 W	110200 lux	30 ° C
9D			1,56 A	16,4 V	25,58 W	110202 lux	28 ° C
Rata-rata			1,56 A	16,3 V	25,43 W	110204 lux	29,25 ° C
10A	11.30	1°	1,58 A	16,6 V	26,23 W	111835 lux	30 ° C
10B			1,56 A	15,9 V	24,80 W	107839 lux	29 ° C
10C			1,54 A	16,7 V	25,72 W	111840 lux	31 ° C
10D			1,56 A	16,8 V	26,21 W	108843 lux	33 ° C
Rata-rata			1,56 A	16,5 V	25,74 W	110089,25 lux	30,75 ° C
11A	12.00	-8°	1,56 A	16,8 V	26,21 W	117312 lux	33 ° C
11B			1,55 A	16,2 V	25,11 W	117317 lux	30 ° C
11C			1,53 A	17 V	26,01 W	117311 lux	28 ° C
11D			1,52 A	16,4 V	24,93 W	117320 lux	29 ° C
Rata-rata			1,54	16,6 V	25,56 W	117315 lux	30 ° C
12A	12.30	-13°	1,56	16,6 V	25,90 W	113700 lux	33 ° C
12B			1,54	16,4 V	25,26 W	113698 lux	29 ° C

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
12C			1,51	17 V	25,67 W	113696 lux	30 ° C
12D			1,55	16,4 V	25,42 W	113695 lux	29 ° C
Rata-rata			1,54	16,6 V	25,56 W	113697,25 lux	30,25 ° C
13A	13.00	-22°	1,55	16,2 V	25,11 W	107002 lux	31 ° C
13B			1,53	16,1 V	24,63 W	107004 lux	32 ° C
13C			1,57	16,4 V	25,75 W	106998 lux	30 ° C
13D			1,51	16,1 V	24,31 W	107008 lux	33 ° C
Rata-rata			1,54	16,2 V	24,95 W	107003 lux	31,5 ° C
14A	13.30	-26°	1,55	16 V	24,80 W	95892 lux	34 C °
14B			1,52 A	15,9 V	24,17 W	95871 lux	30 ° C
14C			1,56 A	16 V	24,96 W	95878 lux	33 ° C
14D			1,53 A	15,7 V	24,02 W	95888 lux	31 ° C
Rata-rata			1,54 A	15,9 V	24,49 W	95882,25 lux	32 ° C
15A	14.00	-37°	1,53 A	16 V	24,48 W	95743 lux	35 ° C
15B			1,52 A	15,7 V	23,86 W	95695 lux	33 ° C
15C			1,51 A	16 V	24,16 W	95699 lux	37 ° C
15D			1,56 A	15,5 V	24,18 W	95738 lux	32 ° C
Rata-rata			1,53 A	15,8 V	24,17 W	95718,75 lux	34,25° C
16A	14.30	-41°	1,55 A	16 V	24,80 W	83999 lux	33 ° C
16B			1,54 A	15,9 V	24,49 W	84001 lux	39 ° C
16C			1,52 A	16 V	24,32 W	84005 lux	35 ° C
16D			1,55 A	15,7 V	24,34 W	83995 lux	37 ° C
Rata-rata			1,54 A	15,9 V	24,49 W	84000 lux	36 ° C

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
17A	15.00	-46°	1,54 A	15,7 V	24,18 W	80311 lux	38° C
17B			1,55 A	15,4 V	23,87 W	80318 lux	34° C
17C			1,51 A	15,4 V	23,25 W	80298 lux	39° C
17D			1,52 A	15,1 V	22,95 W	80310 lux	37° C
Rata-rata			1,53 A	15,4 V	23,56 W	80309,25 lux	37° C
18A	15.30	-62°	1,52 A	15,4 V	23,41 W	24427 lux	34° C
18B			1,51 A	15,2 V	22,95 W	24527 lux	35° C
18C			1,51 A	15,1 V	22,80 W	24601 lux	38° C
18D			1,5 A	15,1 V	22,65 W	24423 lux	38° C
Rata-rata			1,51 A	15,2 V	22,95 W	24494,5 lux	36,25° C
19A	16.00	-72°	1,37 A	13,7 V	18,77 W	19293 lux	40° C
19B			1,37 A	13,4 V	18,36 W	19298 lux	39° C
19C			1,4 A	13,2 V	18,48 W	19328 lux	37° C
19D			1,38 A	13,7 V	18,91 W	19319 lux	40° C
Rata-rata			1,38 A	13,5 V	18,63 W	19309,5 lux	39° C
20A	16.30	-76°	0,94 A	5,9 V	5,546 W	5484 lux	44° C
20B			0,94 A	6,1 V	5,734 W	5479 lux	42° C
20C			0,95 A	6,3 V	5,99 W	5500 lux	40° C
20D			0,97 A	6,5 V	6,31 W	5470 lux	41° C
Rata-rata			0,95 A	6,2 V	5,89 W	5483,25 lux	41,75° C
21A	17.00	-81°	0,87 A	2,5 V	2,18 W	3919 lux	43° C
21B			0,83 A	2,7 V	2,24 W	3921 lux	42° C
21C			0,81 A	2,1 V	1,70 W	3926 lux	42° C
21D			0,81 A	2,3 V	1,86 W	3932 lux	41° C

POLYCRYSTALLINE Dengan Air Pendingin.							
No	Jam	Sudut (°)	Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Intensitas cahaya (Lux)	Suhu (° C)
Rata-rata			0,83 A	2,4 V	1,992 W	3924,5 lux	42° C
Rata-rata			1,47 A	14,67 V	22,16 W	74518 lux	34,23° C

Pada hasil penelitian tabel panel surya *polyceystalline* diatas yang sudah diketahui, dengan panel surya yang langsung dihubungkan dengan beban, sehingga didapat hasil yang dapat dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$P = I \times V$$

Perlu diketahui untuk mencari suatu daya maka rumus yang digunakan dengan mengalikan hasil arus dan tegangan pada hasil output panel surya, sehingga dapat dihitung sebagai berikut:

Diketahui:

$$I_{mp} = 2,81 \text{ A}$$

$$V_{mp} = 17,8 \text{ V}$$

$$\text{Panel surya} = 1 \text{ buah}$$

Maka,

$$P_{mp} = I \times V$$

$$P_{mp} = (2,81 \cdot 1) \times 17,8$$

$$P_{mp} = 50,08 \text{ Watt}$$

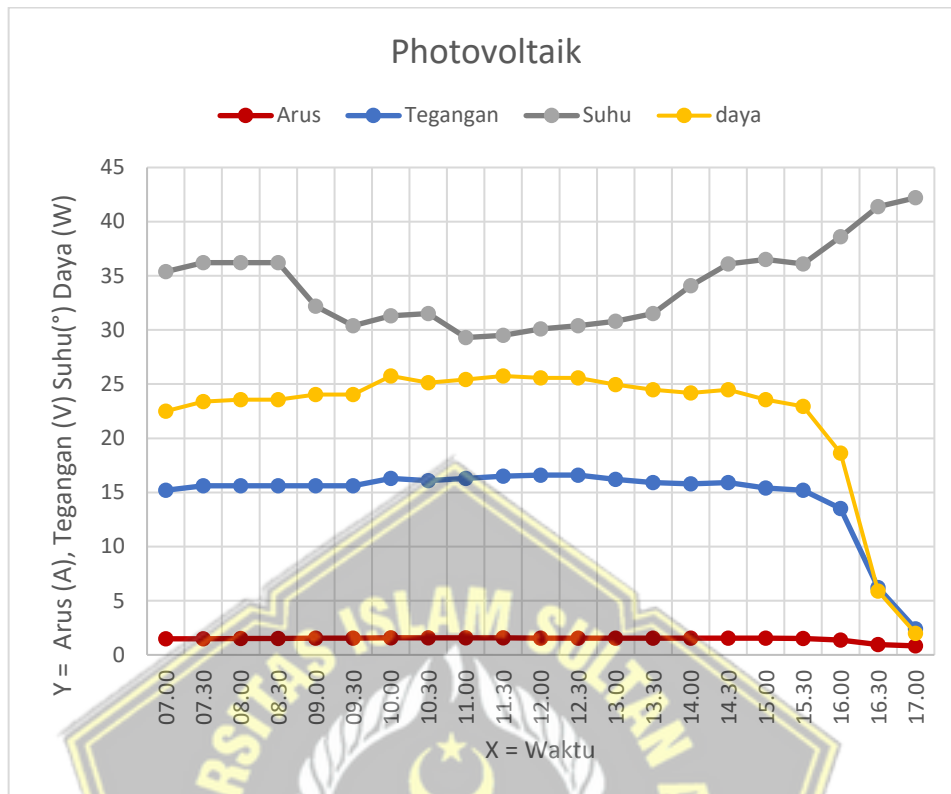
Jadi dapat dinyatakan daya yang dihasilkan pada perhitungan yang disesuaikan dengan spesifikasi pada panel surya *polycrystalline* adalah sebesar 50,08 Watt. Dengan perhitungan yang sesuai dengan cahaya matahari pada suatu tempat atau lokasi maka:

$$I = 1,48 \text{ A}$$

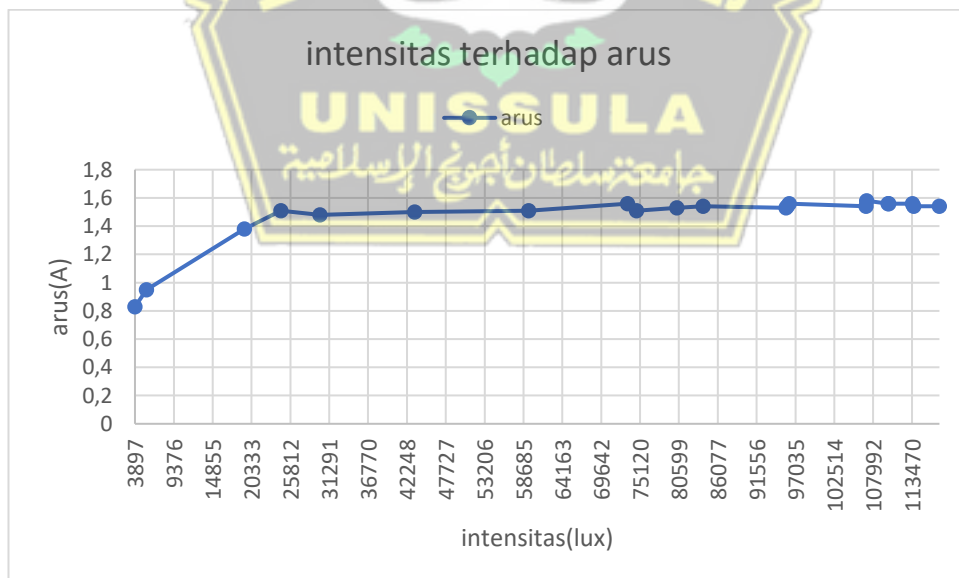
$$V = 15,2 \text{ V}$$

$$P = I \times V = 1,48 \text{ A} \times 15,2 \text{ V}$$

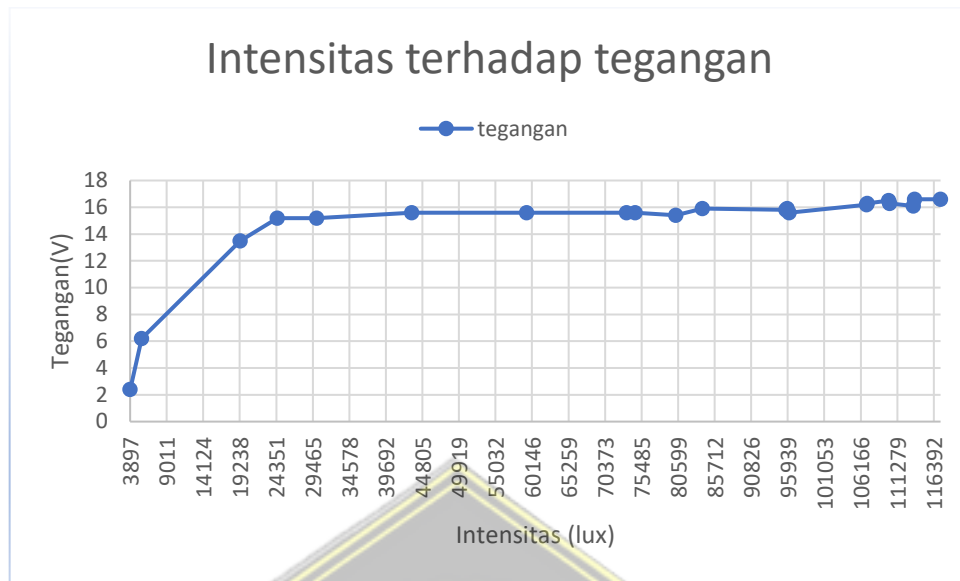
$$= 22,49 \text{ Watt}$$



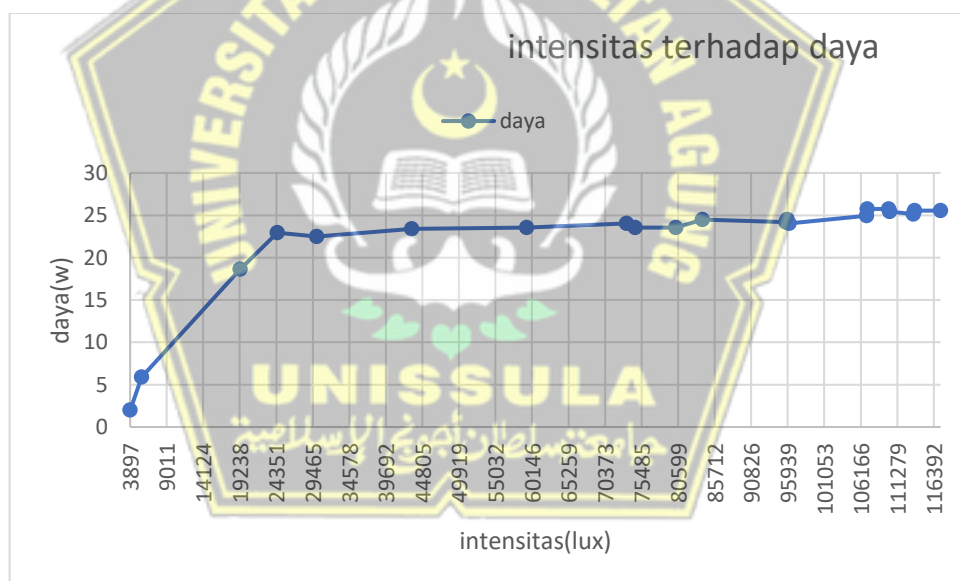
Gambar 4. 13Grafik pengukuran arus, tegangan, suhu dan daya pada panel surya polycrystalline dengan air pendingin.



Gambar 4. 14 Grafik intensitas cahaya dengan arus pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin.



Gambar 4. 15 Grafik intensitas cahaya dengan tegangan pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin



Gambar 4. 16 Grafik intensitas cahaya dengan daya pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin

4.3 Pebandingan Panel Surya Monocrystalline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

a. Perbandingan Arus Monokristaline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 5 Hasil perbandingan pengukuran arus pada panel surya monokristaline dengan air pendingin dan tanpa air pendingin.

MONOCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1A	07.00	1,54 A	15,9 V	24,49 W	1,58 A	16,8 V	26,54 W
1B		1,54 A	15,9 V	24,49 W	1,6 A	17,2 V	27,52 W
1C		1,53 A	16 V	24,48 W	1,58 A	16,7 V	26,39 W
1D		1,55 A	15,4 V	23,87 W	1,56 A	16,9 V	26,36 W
Rata-rata		1,54 A	15,8V	24,33 W	1,58 A	16,9 V	16,9 V
2A	07.30	1,6 A	16,4 V	26,57 W	1,62 A	17,5 V	28,35 W
2B		1,58 A	16,2 V	25,92 W	1,6 A	17,6 V	28,16 W
2C		1,64 A	16 V	25,28 W	1,58 A	17,1 V	27,02 W
2D		1,61 A	16,2 V	25,92 W	1,64 A	17,4 V	28,54 W
Rata-rata		1,6 A	16,2 V	25,92 W	1,61 A	17,4 V	17,4 V
3A	08.00	1,6 A	16,2 V	25,92 W	1,65 A	17,8 V	29,37 W
3B		1,64 A	16,4 V	26,90 W	1,61 A	17,7 V	28,50 W
3C		1,65 A	16,6 V	27,39 W	1,63 A	18 V	29,34 W
3D		1,58 A	16,5 V	26,07 W	1,63 A	18,1 V	29,50 W
Rata-rata		1,6175 A	16,4V	26,57 W	1,63 A	17,9 V	17,9 V
4A	08.30	1,6 A	16,6 V	26,56 W	1,6 A	17,9 V	28,64 W
4B		1,62 A	16,7 V	27,05 W	1,62 A	17,5 V	28,35 W
4C		1,65 A	16,3 V	26,90 W	1,61 A	17,4 V	28,01 W
4D		1,61 A	16,8 V	27,05 W	1,64 A	17,6 V	28,86 W
Rata-rata		1,62 A	16,6 V	26,89 W	1,6175 A	17,6 V	17,6 V
5A	09.00	1,64 A	16,8 V	27,55 W	1,66 A	18,4 V	30,54 W
5B		1,61 A	16,5 V	26,57 W	1,67 A	18 V	30,06 W
5C		1,59 A	16,7 V	26,55 W	1,65 A	17,9 V	29,54 W
5D		1,64 A	16,2 V	26,57 W	1,64 A	18,1 V	29,68 W

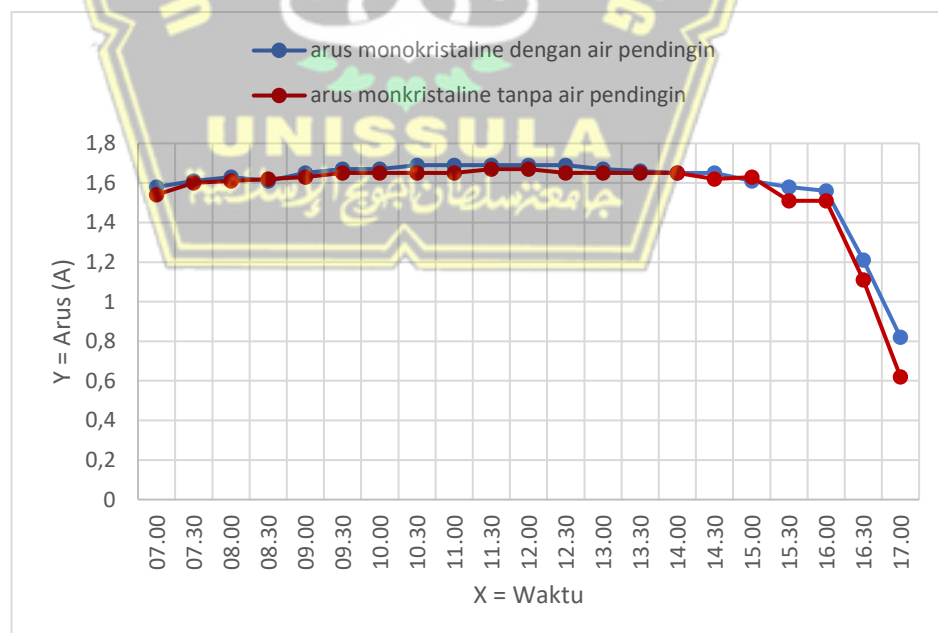
MONOCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
Rata-rata		1,62 A	16,5V	26,81 W	1,655 A	18,1 V	18,1 V
6A	09.30	1,64 A	16,8 V	27,55 W	1,65 A	18,2 V	30,03 W
6B		1,64 A	16,9 V	27,72 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
6C		1,69 A	16,9 V	28,56 W	1,71 A	18,7 V	31,98 W
6D		1,64 A	16,2 V	26,57 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
Rata-rata		1,6525 A	16,7 V	27,60 W	1,6725 A	18,4 V	18,4 V
7A	10.00	1,64 A	16,6 V	27,22 W	1,7 A	18,5 V	31,45 W
7B		1,65 A	16,7 V	27,56 W	1,62 A	18,4 V	29,81 W
7C		1,64 A	16,5 V	27,06 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
7D		1,68 A	17 V	28,56 W	1,69 A	18,5 V	31,27 W
Rata-rata		1,6525 A	16,7 V	27,60 W	1,6725 A	18,5 V	18,5 V
8A	10.30	1,65 A	16,8 V	27,72 W	1,66 A	18,5 V	30,71 W
8B		1,67 A	16,7 V	27,89 W	1,7 A	18,7 V	31,79 W
8C		1,66 A	17 V	28,22 W	1,64 A	18,9 V	31,00 W
8D		1,65 A	16,7 V	27,56 W	1,69 A	18,4 V	31,10 W
Rata-rata		1,6575 A	16,8 V	27,85 W	1,6725 A	18,6 V	18,6 V
9A	11.00	1,65 A	16,8 V	27,72 W	1,66 A	18,9 V	31,37 W
9B		1,64 A	16,7 V	27,39 W	1,69 A	18,8 V	31,77 W
9C		1,68 A	16,8 V	28,22 W	1,68 A	17,9 V	30,07 W
9D		1,63 A	16,6 V	27,06 W	1,73 A	18,8 V	32,52 W
Rata-rata		1,65 A	16,7 V	27,60 W	1,69 A	18,6 V	18,6 V
10A	11.30	1,68 A	16,8 V	28,22 W	1,69 A	18,7 V	31,60 W
10B		1,66 A	17,2 V	28,55 W	1,67 A	18,6 V	31,06 W
10C		1,68 A	16,9 V	28,39 W	1,7 A	18,4 V	31,28 W
10D		1,68 A	16,8 V	28,22 W	1,7 A	18,8 V	31,96 W
Rata-rata		1,675 A	16,9 V	28,35 W	1,69 A	18,6 V	18,6 V

MONOCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
11A	12.00	1,67 A	17 V	28,39 W	1,64 A	18,9 V	31,00 W
11B		1,66 A	16,8 V	27,89 W	1,68 A	18,8 V	31,58 W
11C		1,69 A	16,9 V	28,56 W	1,7 A	18,6 V	31,62 W
11D		1,68 A	16,9 V	28,39 W	1,74 A	18,9 V	32,89 W
Rata-rata		1,675 A	16,9 V	28,31 W	1,69 A	18,8 V	31,77 W
12A	12.30	1,67 A	16,5 V	27,56 W	1,68 A	18,5 V	31,08 W
12B		1,62 A	17 V	27,54 W	1,72 A	18,4 V	31,65 W
12C		1,64 A	16,7 V	27,39 W	1,68 A	18,8 V	31,58 W
12D		1,69 A	17 V	28,73 W	1,68 A	18,7 V	31,42 W
Rata-rata		1,655 A	16,8 V	27,80 W	1,69 A	18,6 V	31,43 W
13A	13.00	1,63 A	16,9 V	27,55 W	1,69 A	18,5 V	31,27 W
13B		1,68 A	16,7 V	28,06 W	1,7 A	18,7 V	31,79 W
13C		1,65 A	16,5 V	27,23 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
13D		1,64 A	16,7 V	27,39 W	1,67 A	18,4 V	30,73 W
Rata-rata		1,65 A	16,7 V	27,56 W	1,6775 A	18,5 V	31,03 W
14A	13.30	1,67 A	16,7 V	27,89 W	1,66 A	18,2 V	30,21 W
14B		1,62 A	16,6 V	26,89 W	1,65 A	18,1 V	29,87 W
14C		1,66 A	16,9 V	28,05 W	1,67 A	18,3 V	30,56 W
14D		1,66 A	16,8 V	27,89 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
Rata-rata		1,6525 A	16,75 V	27,68 W	1,665 A	18,3 V	30,47 W
15A	14.00	1,65 A	16,5 V	27,23 W	1,63 A	18,6 V	30,32 W
15B		1,66 A	16,9 V	28,05 W	1,66 A	18,1 V	30,05 W
15C		1,65 A	16,7 V	27,56 W	1,67 A	18,4 V	30,73 W
15D		1,65 A	16,8 V	27,72 W	1,64 A	18,5 V	30,34 W
Rata-rata		1,6525 A	16,7 V	27,64 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
16A	14.30	1,66 A	16,9 V	28,05 W	1,65 A	18,1 V	29,87 W

MONOCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
16B		1,64 A	16,7 V	27,39 W	1,68 A	18 V	30,24 W
16C		1,59 A	16,3 V	25,92 W	1,62 A	18,3 V	29,65 W
16D		1,59 A	16,8 V	26,71 W	1,67 A	18,2 V	30,39 W
Rata-rata		1,62 A	16,6 V	27,01 W	1,655 A	18,15 V	30,04 W
17A	15.00	1,67 A	16,5 V	27,56 W	1,6 A	17,6 V	28,16 W
17B		1,62 A	16,6 V	26,89 W	1,64 A	17,4 V	28,54 W
17C		1,62 A	16,2 V	26,24 W	1,62 A	17,8 V	28,84 W
17D		1,64 A	16,8 V	27,55 W	1,6 A	17,6 V	28,16 W
Rata-rata		1,6375 A	16,5 V	27,06 W	1,615 A	17,6 V	28,42 W
18A	15.30	1,5 A	15,5 V	23,25 W	1,6 A	17,2 V	27,52 W
18B		1,5 A	15,6 V	23,40 W	1,57 A	17 V	26,69 W
18C		1,55 A	15,5 V	24,03 W	1,6 A	17,1 V	27,36 W
18D		1,52 A	15,4 V	23,41 W	1,55 A	17,1 V	26,51 W
Rata-rata		1,5175 A	15,5 V	23,52 W	1,58 A	17,1 V	27,02 W
19A	16.00	1,5 A	15,3 V	22,95 W	1,58 A	17 V	26,86 W
19B		1,53 A	15,7 V	24,02 W	1,55 A	16,8 V	26,04 W
19C		1,52 A	15,5 V	23,56 W	1,56 A	16,6 V	25,90 W
19D		1,5 A	15,5 V	23,25 W	1,55 A	16,4 V	25,42 W
Rata-rata		1,5125 A	15,5 V	23,44 W	1,56 A	16,7 V	26,05 W
20A	16.30	1,1 A	8,4 V	9,24 W	1,19 A	10,1 V	12,02 W
20B		1,1 A	8 V	8,80 W	1,2 A	9,8 V	11,76 W
20C		1,15 A	8,1 V	9,32 W	1,24 A	9,8 V	12,15 W
20D		1,11 A	7,9 V	8,77 W	1,21 A	10,3 V	12,46 W
Rata-rata		1,115 A	8,1 V	9,03 W	1,21 A	10 V	12,10 W
21A	17.00	0,66 A	2,6 V	1,72 W	0,8 A	4,5 V	3,60 W
21B		0,66 A	2,4 V	1,58 W	0,83 A	4,6 V	3,82 W

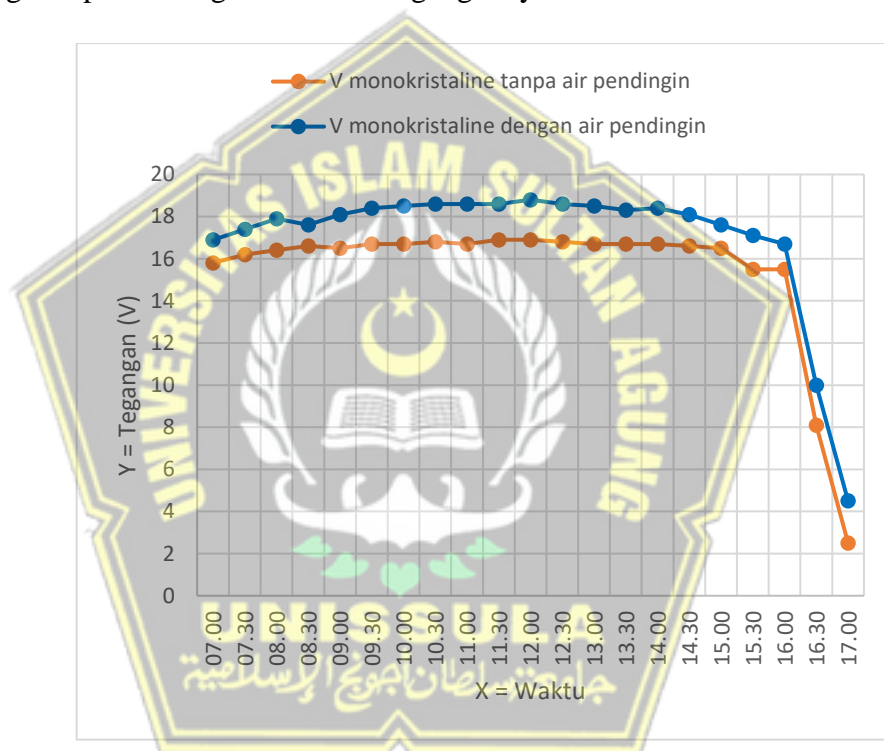
MONOCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
21C		0,53 A	2,6 V	1,38 W	0,84 A	4,2 V	3,53 W
21D		0,63 A	2,4 V	1,51 W	0,81 A	4,7 V	3,81 W
Rata-rata		0,62 A	2,5 V	1,55 W	0,82 A	4,5 V	3,69 W
Rata-rata		1,55 A	15,3 V	24,75 W	1,59 A	17,01 V	27,69 W

Dapat dilihat pada perbandingan jenis panel surya yang sama dengan menggunakan 2 panel surya jenis *monocrystalline* dengan satu tanpa air pendingin dan yang kedua dengan air pendingin, dapat dilihat dari hasil arus yang terdapat dalam tabel diatas yang menyatakan rata-rata nilai dari arus panel surya *monocrystalline* dengan air pendingin cenderung menghasilkan arus yang lebih tinggi dengan rata-rata sebesar 1,59 A, dikarenakan berbeda karena pengaruh suhu dan intensitas cahaya yang di peroleh, berikut dapat dilihat pada grafik dibawah ini:



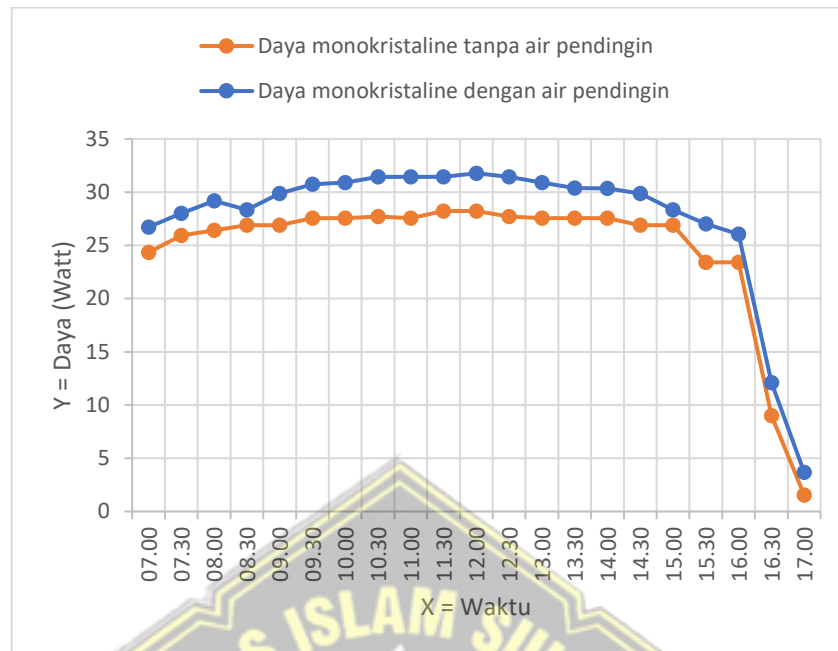
Gambar 4. 17 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin

Pada tabel diatas terlihat nilai tegangan perbandingan panel surya dengan menggunakan air pendingin dan taanpa air pendingin dengan hasil yang berbeda, dengan rata-rata nilai tegangan yang didapat lebih besar panel surya dengan menggunakan saluran air pendingin sebesar 17,01 V, dengan suhu yang rendah maka nilai dari tegangan akan semakin tinggi dan pada intensitas cahaya yang tinggi maka tegangan akan semakin tinggi outputnya. Dapat dilihat grafik dibawah ini mengenai perbandingan dari nilai tegangannya.



Gambar 4. 18 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

Nilai daya dipengaruhi oleh arus dan tegangan, semakin besar arus dan tegangan maka daya yang didapat akan semakin besar, dengan perbandingan table diatas menyatakan panel surya dengan saluran air pendingin dapat menghasilkan output daya yang tinggi sebesar 27,69 W.



Gambar 4.7 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

b. Perbandingan Suhu dan Intensitas Monokristaline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 6 Hasil perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

MONOCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)	Dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)
1A	07.00	59 °C	29809 lux	29°C	29559 lux
1B		60 °C	29808 lux	32°C	29551 lux
1C		65 °C	29810 lux	31°C	29556 lux
1D		65 °C	29805 lux	30°C	29527 lux
Rata-rata		62,25 °C	29808 lux	30,5°C	29548,25 lux
2A	07.30	59 °C	42990 lux	30°C	43190 lux
2B		57 °C	42991 lux	33°C	43196 lux
2C		60 °C	42999 lux	31°C	43192 lux

MONOCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)	Dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)
2D		62 °C	43909 lux	30°C	43195 lux
Rata-rata		59,5 °C	43222,25 lux	31°C	43193,25 lux
3A	08.00	55°C	60012 lux	31°C	59912 lux
3B		57°C	60010 lux	29°C	59917 lux
3C		57°C	59018 lux	30°C	59920 lux
3D		59°C	59019 lux	34°C	59919 lux
Rata-rata		57°C	59514,75 lux	31°C	59917 lux
4A	08.30	56°C	75889 lux	28°C	75187 lux
4B		53°C	75964 lux	31°C	75189 lux
4C		55°C	76001 lux	30°C	75184 lux
4D		58°C	75978 lux	34°C	75190 lux
Rata-rata		55,5°C	75958 lux	30,75°C	75187,5 lux
5A	09.00	57°C	73999 lux	27°C	85890 lux
5B		52°C	74782 lux	29°C	85988 lux
5C		55°C	74825 lux	30°C	86003 lux
5D		56°C	73998 lux	31°C	86001 lux
Rata-rata		55°C	74401 lux	29,25°C	85970,5 lux
6A	09.30	54°C	98100 lux	27°C	95771lux
6B		52°C	98105 lux	29°C	95776 lux
6C		57°C	97986 lux	30°C	95775 lux
6D		55°C	97998 lux	29°C	95787 lux
Rata-rata		54,5°C	98047,25 lux	28,75°C	95777,25 lux
7A	10.00	52°C	104423 lux	27°C	103983 lux
7B		55°C	104420 lux	29°C	103980 lux
7C		54°C	104424 lux	30°C	103984 lux
7D		51°C	104428 lux	28°C	103988 lux

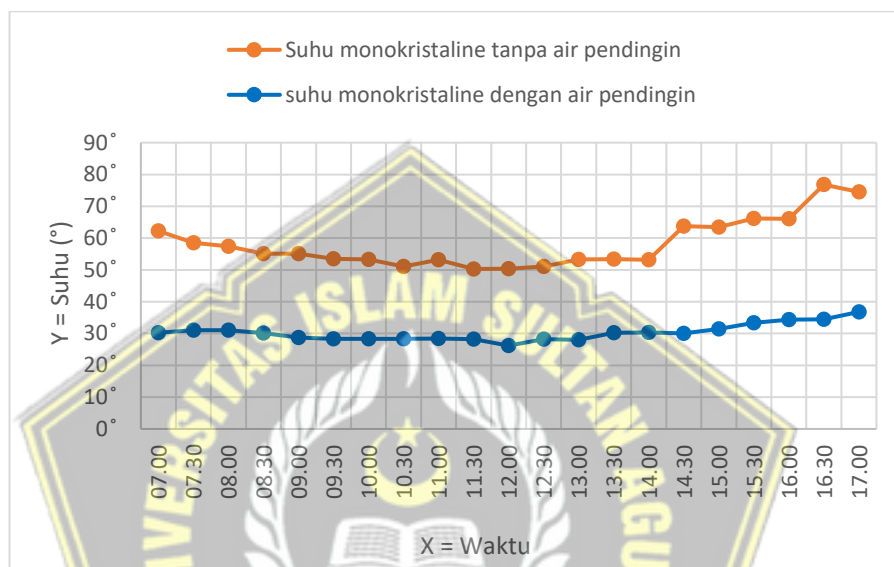
MONOCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)	Dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)
Rata-rata		53°C	104423,75 lux	28,5°C	103983,75 lux
8A	10.30	49°C	113981 lux	27°C	113880 lux
8B		52°C	114008 lux	30°C	113802 lux
8C		50°C	113980 lux	26°C	113689 lux
8D		53°C	114006 lux	29°C	113601 lux
Rata-rata		51°C	113993,75 lux	28°C	113743 lux
9A	11.00	56°C	110987 lux	26°C	121027 lux
9B		51°C	110983 lux	29°C	121022 lux
9C		53°C	120185 lux	30°C	121030 lux
9D		52°C	110957 lux	29°C	121037 lux
Rata-rata		53°C	113278 lux	28,5°C	121029 lux
10A	11.30	49°C	119989 lux	25°C	119983 lux
10B		51°C	120023 lux	27°C	119986 lux
10C		50°C	120026 lux	29°C	120026 lux
10D		52°C	112120 lux	25°C	120034 lux
Rata-rata		50,5°C	118039,5 lux	26,5	120007,25 lux
11A	12.00	48°C	117289 lux	25°C	118009 lux
11B		51°C	117284 lux	29°C	118002 lux
11C		51°C	117288 lux	28°C	118011 lux
11D		50°C	117290 lux	25°C	118013 lux
Rata-rata		50°C	117287,75 lux	26,75°C	118008,75 lux
12A	12.30	53°C	113758 lux	28°C	113989 lux
12B		51°C	113758 lux	24°C	113981 lux

MONOCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)	Dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)
12C		52°C	113762 lux	26°C	113986 lux
12D		49°C	113762 lux	29°C	113988 lux
Rata-rata		51,25°C	113760 lux	26,75°C	113986 lux
13A	13.00	50°C	106035 lux	28°C	107001 lux
13B		53°C	106036 lux	28°C	107005 lux
13C		55°C	106039 lux	30°C	106999 lux
13D		57°C	106038 lux	29°C	106997 lux
Rata-rata		53,75°C	106037 lux	28,75°C	107000,5 lux
14A	13.30	51°C	96102 lux	31°C	95119 lux
14B		56°C	95992 lux	30°C	95121 lux
14C		55°C	96004 lux	29°C	95101 lux
14D		50°C	95998 lux	31°C	95114 lux
Rata-rata		53°C	96024 lux	30,25°C	95113,75 lux
15A	14.00	55°C	95782 lux	32°C	95225 lux
15B		57°C	95782 lux	30°C	94999 lux
15C		51°C	95784 lux	28°C	95329 lux
15D		52°C	95784 lux	30°C	95320 lux
Rata-rata		53,75°C	95783 lux	30°C	95218,25 lux
16A	14.30	65°C	83998 lux	30°C	83758 lux
16B		61°C	83995 lux	29°C	83757 lux
16C		64°C	83998 lux	32°C	83753 lux
16D		67°C	83995 lux	29°C	83760 lux
Rata-rata		64,25°C	83996,5 lux	30°C	83757 lux
17A	15.00	67°C	80262 lux	34°C	78010 lux
17B		61°C	80262 lux	31°C	78006 lux
17C		66°C	80258 lux	35°C	78004 lux

MONOCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)	Dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (Lux)
17D		62°C	80258 lux	30°C	78001 lux
Rata-rata		64°C	80260 lux	32,5°C	78995,25 lux
18A	15.30	66°C	24127 lux	33°C	24142 lux
18B		67°C	24127 lux	35°C	24146 lux
18C		64°C	24123 lux	37°C	24139 lux
18D		63°C	24123 lux	30°C	24136 lux
Rata-rata		65°C	24125 lux	33,75°C	24140,75 lux
19A	16.00	65°C	19132 lux	35°C	19082 lux
19B		61°C	19132 lux	33°C	19088 lux
19C		68°C	19128 lux	36°C	19090 lux
19D		64°C	19128 lux	33°C	19095 lux
Rata-rata		64,5°C	19130 lux	34,25°C	19088,75 lux
20A	16.30	78°C	5474 lux	32°C	5462 lux
20B		75°C	5474 lux	35°C	5461 lux
20C		78°C	5470 lux	37°C	5459 lux
20D		79°C	5470 lux	36°C	5469 lux
Rata-rata		77,5°C	5472 lux	35°C	5462,75 lux
21A	17.00	71°C	3874 lux	35°C	3870 lux
21B		73°C	3874 lux	39°C	3867 lux
21C		70°C	3870 lux	36°C	3869 lux
21D		72 °C	3870 lux	39°C	3861 lux
Rata-rata		71,5°C	3872 lux	37,25°C	3866,75 lux
Rata-rata		58,0833333°C	75068 lux	30,38095°C	75810 lux

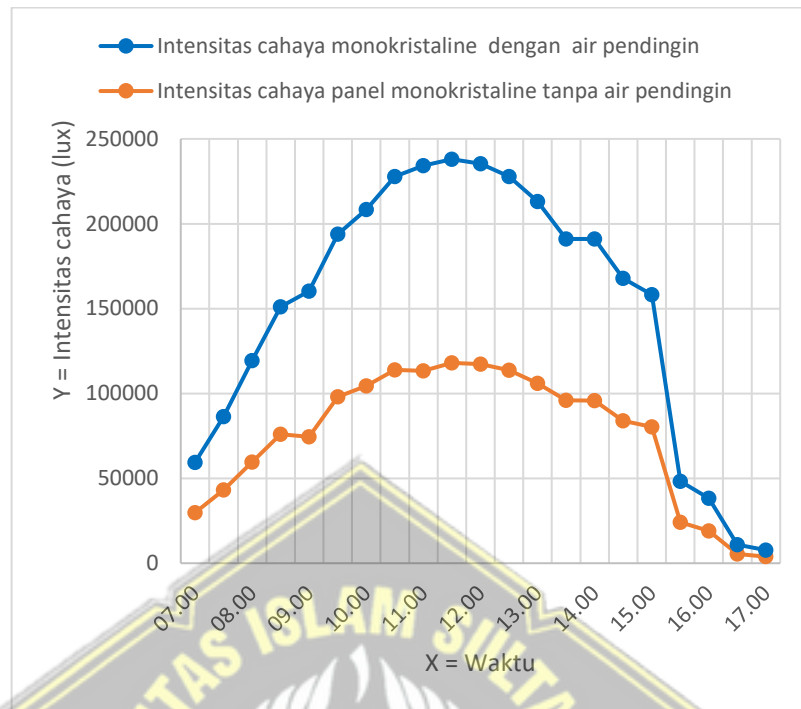
Hasil dari suhu pada permukaan panel *monocrystalline* jika dengan menggunakan air pendingin, suhu akan semakin menurun dibandingkan dengan

panel yang tanpa air pendingin. Hal ini akan berpengaruh pada output dari panel surya serta dapat mempertahankan dari efisiensi panel surya. Dapat dilihat grafik pada gambar dibawah ini mengenai perbandingan suhu. Pada jam 17.00 WIB didapat suhu yang tinggi 71,5°C, dikarenakan pada suhu PV mengalami fluktuasi.

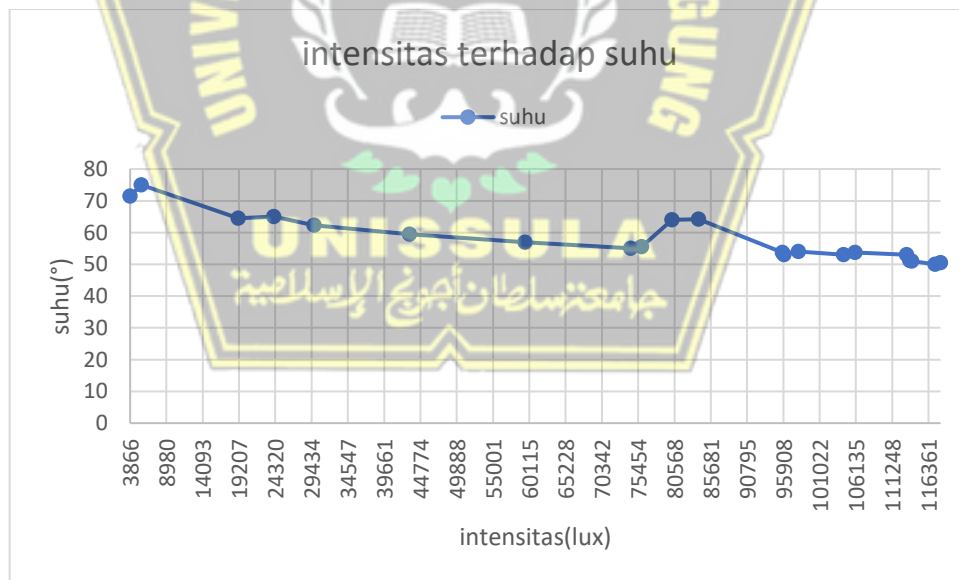


Gambar 4. 19 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

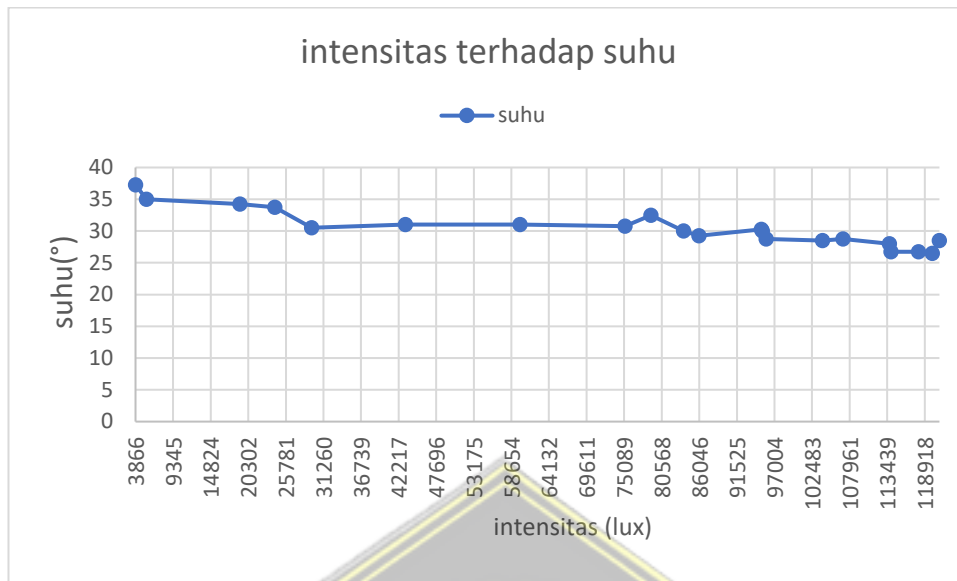
Hasil intensitas cahaya yang diserap pada panel dengan menggunakan 2 buah panel surya yang sama dengan air pendingin dan tanpa air pendingin didapat hasil yang berbeda, meskipun pada hasil perbedaan yang tidak terlalu.



Gambar 4. 20 Grafik perbandingan pengukuran intensitas pada panel surya monocrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.



Gambar 4. 21 Grafik perbandingan pengukuran intensitas dan suhu pada panel surya monocrystalline tanpa air pendingin.



Gambar 4. 22 Grafik perbandingan pengukuran intensitas dan suhu pada panel surya monocrystalline dengan air pendingin.

4.4 Perbandingan Panel Surya Polikristaline Dengan Menggunakan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

a. Perbandingan Arus Polikristaline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 7 Hasil perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

POLYCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1A	07.0	1,44 A	13,2 V	19,01 W	1,48 A	14,9 V	22,05 W
1B	0	1,44 A	13,8 V	19,87 W	1,48 A	15,2 V	22,50 W
1C		1,4 A	13 V	18,20 W	1,46 A	15,3 V	22,34 W
1D		1,4 A	13 V	18,20 W	1,5 A	15,4 V	23,10 W
Rata-rata		1,42 A	13,25 V	18,82 W	1,48 A	15,2 V	22,50 W
2A		1,42 A	13,3 V	18,89 W	1,49 A	15,8 V	23,54 W

POLYCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan(V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan(V)	Daya (W)
2B	07.3	1,47 A	13,7 V	20,14 W	1,5 A	15,5 V	23,25 W
2C	0	1,46 A	13,1 V	19,13 W	1,51 A	15,6 V	23,56 W
2D		1,45 A	13,5 V	19,58 W	1,5 A	15,5 V	23,25 W
Rata-rata		1,45 A	13,4 V	19,43 W	1,5 A	15,6 V	23,40 W
3A	08.0	1,51 A	14 V	21,14 W	1,52 A	15,7 V	23,86 W
3B		1,45 A	13,6 V	19,72 W	1,5A	15,5 V	23,25 W
3C		1,5 A	13,5 V	20,25 W	1,5 A	15,8 V	23,70 W
3D		1,48 A	13,7 V	20,28 W	1,52 A	15,4 V	23,41 W
Rata-rata		1,485 A	13,7 V	20,34 W	1,51 A	15,6 V	23,56 W
4A	08.3	1,56 A	14,7 V	22,93 W	1,5 A	15,4 V	23,10 W
4B	0	1,54 A	15 V	23,10 W	1,5 A	15,7 V	23,55 W
4C		1,51 A	14,6 V	22,05 W	1,53 A	15,9 V	24,33 W
4D		1,53 A	14,4 V	22,03 W	1,51 A	15,4 V	23,25 W
Rata-rata		1,535 A	14,675 V	22,53 W	1,51 A	15,6 V	23,56 W
5A	09.0	1,51 A	14,8 V	22,35 W	1,52 A	15,3 V	23,26 W
5B	0	1,54 A	14,5 V	22,33 W	1,53 A	15,6 V	23,87 W
5C		1,5 A	14,4 V	21,60 W	1,54 A	16 V	24,64 W
5D		1,49 A	14,2 V	21,16W	1,57 A	15,5 V	24,34 W
Rata-rata		1,51 A	14,475 V	21,86 W	1,54 A	15,6 V	24,02 W
6A	09.3	1,56 A	15,1V	23,56 W	1,56 A	15,8 V	24,65 W
6B	0	1,55 A	14,8 V	22,94 W	1,55 A	15,4 V	23,87 W
6C		1,54 A	14,6 V	22,48 W	1,54 A	16 V	24,64 W
6D		1,51 A	14,3 V	21,59 W	1,51 A	15,2 V	22,95 W
Rata-rata		1,54 A	14,7 V	22,64 W	1,54 A	15,6 V	24,02 W
7A	10.0	1,56 A	15 V	23,40 W	1,57 A	16 V	25,12 W
7B	0	1,59 A	15 V	23,85 W	1,56 A	15,9 V	24,80 W

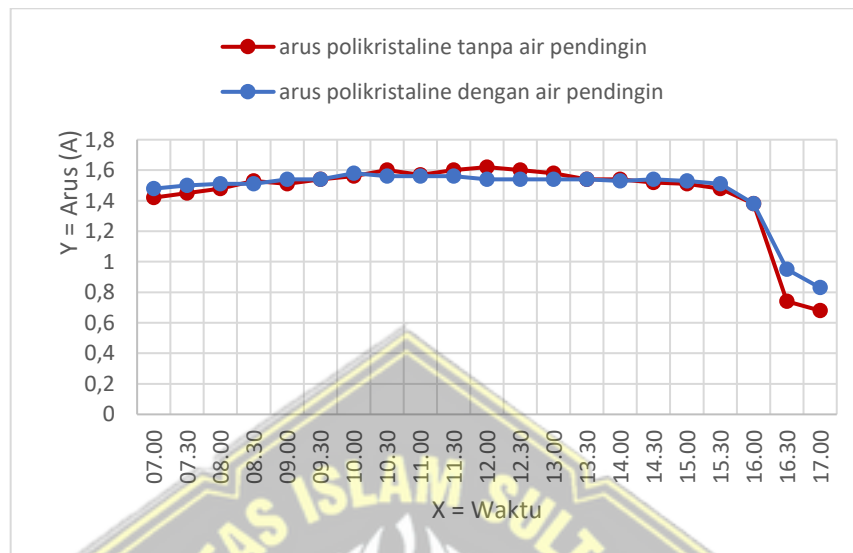
POLYCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
7C		1,53 A	14,7 V	22,49 W	1,59 A	16,5 V	26,24 W
7D		1,56 A	14,5 V	22,62 W	1,6 A	16,8 V	26,88 W
Rata-rata		1,56 A	14,8 V	23,09 W	1,58 A	16,3 V	25,75 W
8A	10.3	1,59 A	15 V	23,85 W	1,54 A	16 V	24,64 W
8B	0	1,59 A	15,1 V	24,01 W	1,58A	15,9 V	25,12 W
8C		1,62 A	15,6 V	25,27 W	1,56A	16,1 V	25,12 W
8D		1,6 A	15,5 V	24,80 W	1,56A	16,4 V	25,58 W
Rata-rata		1,6 A	15,3 V	24,48 W	1,56 A	16,1 V	25,12 W
9A	11.0	1,56 A	15,1 V	23,56 W	1,54 A	16,4 V	25,26 W
9B	0	1,59 A	15 V	23,85 W	1,59 A A	15,9 V	25,28 W
9C		1,58 A	14,9 V	23,54 W	1,55 A	16,5 V	25,58 W
9D		1,55 A	14,6 V	22,63 W	1,56 A	16,4 V	25,58 W
Rata-rata		1,57 A	14,9 V	23,39 W	1,56 A	16,3 V	25,43 W
10A	11.3	1,64 A	15,5 V	25,42 W	1,58 A	16,6 V	26,23 W
10B	0	1,62 A	15,3 V	24,79 W	1,56 A	15,9 V	24,80 W
10C		1,59 A	14,8 V	23,53 W	1,54 A	16,7 V	25,72 W
10D		1,55 A	15,8 V	24,49 W	1,56 A	16,8 V	26,21 W
Rata-rata		1,6 A	15,35 V	24,56 W	1,56 A	16,5 V	25,74 W
11A	12.0	1,6 A	15,4 V	24,64 W	1,56 A	16,8 V	26,21 W
11B	0	1,64 A	15,6 V	25,58 W	1,55 A	16,2 V	25,11 W
11C		1,66 A	15,7 V	26,06 W	1,53 A	17 V	26,01 W
11D		1,61 A	15,2 V	24,47 W	1,52 A	16,4 V	24,93 W
Rata-rata		1,6275 A	15,4 V	25,19 W	1,54 A	16,6 V	25,56 W
12A	12.3	1,58 A	15,3 V	24,17 W	1,56 A	16,6 V	25,90 W
12B	0	1,64 A	15 V	24,60 W	1,54 A	16,4 V	25,26 W
12C		1,61 A	15,5 V	24,96 W	1,51 A	17 V	25,67 W

POLYCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
12D		1,6 A	15,5 V	24,80 W	1,55 A	16,4 V	25,42 W
Rata-rata		1,6075 A	15,325 V	24,63 W	1,54 A	16,6 V	25,56 W
13A	13.0	1,59 A	15,2 V	24,17 W	1,55 A	16,2 V	25,11 W
13B	0	1,58 A	15 V	23,70 W	1,53 A	16,1 V	24,63 W
13C		1,57 A	15 V	23,55 W	1,57 A	16,4 V	25,75 W
13D		1,59 A	14,8 V	23,53 W	1,51 A	16,1 V	24,31 W
Rata-rata		1,5825 A	15 V	23,74 W	1,54 A	16,2 V	24,95 W
14A	13.3	1,52 A	15 V	22,80 W	1,55 A	16 V	24,80 W
14B	0	1,56 A	14,6 V	22,78 W	1,52 A	15,9 V	24,17 W
14C		1,58 A	14,5 V	22,91 W	1,56 A	16 V	24,96 W
14D		1,51 A	14,7 V	22,20 W	1,53 A	15,7 V	24,02 W
Rata-rata		1,5425 A	14,7 V	22,67 W	1,54 A	15,9 V	24,49 W
15A	14.0	1,53 A	14,7 V	22,49 W	1,53 A	16 V	24,48 W
15B	0	1,52 A	14,6 V	22,19 W	1,52 A	15,7 V	23,86 W
15C		1,56 A	14,7 V	22,93 W	1,51 A	16 V	24,16 W
15D		1,55 A	14,8 V	22,94 W	1,56 A	15,5 V	24,18 W
Rata-rata		1,54 A	14,7 V	22,64 W	1,53 A	15,8 V	24,17 W
16A	14.3	1,52 A	14,4 V	21,89 W	1,55 A	16 V	24,80 W
16B	0	1,5 A	14,5 V	21,75 W	1,54 A	15,9 V	24,49 W
16C		1,52 A	14,6 V	22,19 W	1,52 A	16 V	24,32 W
16D		1,54 A	14,5 V	22,33 W	1,55 A	15,7 V	24,34 W
Rata-rata		1,52 A	14,5 V	22,04 W	1,54 A	15,9 V	24,49 W
17A	15.0	1,54 A	14,4 V	22,18 W	1,54 A	15,7 V	24,18 W
17B	0	1,52 A	14,5 V	22,04 W	1,55 A	15,4 V	23,87 W
17C		1,51 A	14,3 V	21,59 W	1,51 A	15,4 V	23,25 W
17D		1,5 A	14,4 V	21,60 W	1,52 A	15,1 V	22,95 W

POLYCRYSTALLINE							
No	Jam	Tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
Rata-rata		1,5175 A	14,4 V	21,85 W	1,53 A	15,4 V	23,56 W
18A	15.3 0	1,5 A	13,7 V	20,55 W	1,52 A	15,4 V	23,41 W
18B		1,48 A	13,9 V	20,57 W	1,51 A	15,2 V	22,95 W
18C		1,46 A	14,1 V	20,59 W	1,51 A	15,1 V	22,80 W
18D		1,48 A	13,3 V	19,68 W	1,5 A	15,1 V	22,65 W
Rata-rata		1,48 A	13,7 V	20,55 W	1,51 A	15,2 V	22,95 W
19A	16.0 0	1,37 A	12 V	16,44 W	1,37 A	13,7 V	18,77 W
19B		1,37 A	12,4 V	16,99 W	1,37 A	13,4 V	18,36 W
19C		1,4 A	12,5 V	17,50 W	1,4 A	13,2 V	18,48 W
19D		1,38 A	12,3 V	16,97 W	1,38 A	13,7 V	18,91 W
Rata-rata		1,38 A	12,3 V	16,97 W	1,38 A	13,5 V	18,63 W
20A	16.3 0	0,72 A	5,6 V	4,032 W	0,94 A	5,9 V	5,546 W
20B		0,77 A	5,4 V	4,158 W	0,94 A	6,1 V	5,734 W
20C		0,74 A	5,3 V	3,92 W	0,95 A	6,3 V	5,99 W
20D		0,73 A	5,3 V	3,87 W	0,97 A	6,5 V	6,31 W
Rata-rata		0,74 A	5,4 V	3,996 W	0,95 A	6,2 V	5,89 W
21A	17.0 0	0,64 A	0,9 V	0,58 W	0,87 A	2,5 V	2,18 W
21B		0,69 A	0,9 V	0,62 W	0,83 A	2,7 V	2,24 W
21C		0,71 A	0,8 V	0,57 W	0,81 A	2,1 V	1,70 W
21D		0,68 A	0,64 V	0,44 W	0,81 A	2,3 V	1,86 W
Rata-rata		0,68 A	0,81 V	0,55 W	0,83 A	2,4 V	1,992 W
Rata-rata		1,45 A	13,38 V	20,28 W	1,47 A	14,67 V	22,16 W

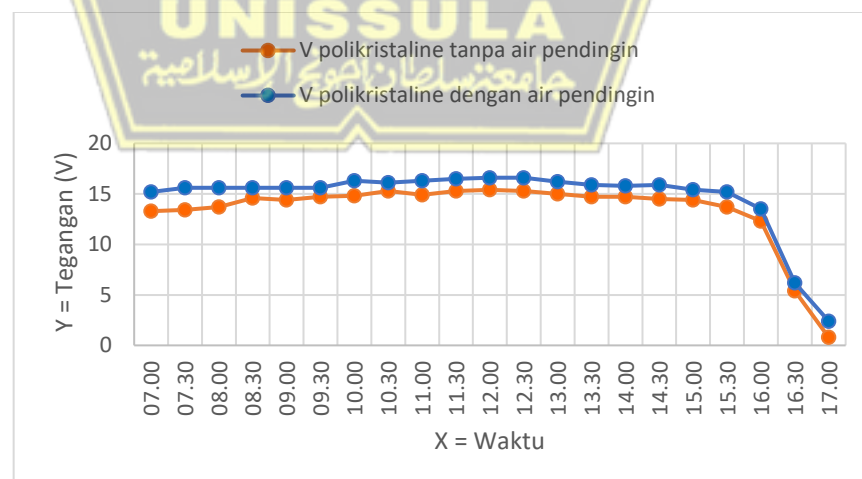
Didapat hasil pengukuran arus pada panel surya *polycrystalline* dengan menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin dengan selisih arus yang tidak jauh berbeda, pada *polycrystalline* menggunakan air pendingin dengan rata-rata 1,47A dan pada polikristaline tanpa air pendingin 1,45A, hal ini dikarenakan

ditambah air pendingin sehingga memungkinkan permukaan pada panel pada kinerjanya lebih baik pada keluaran outputnya.



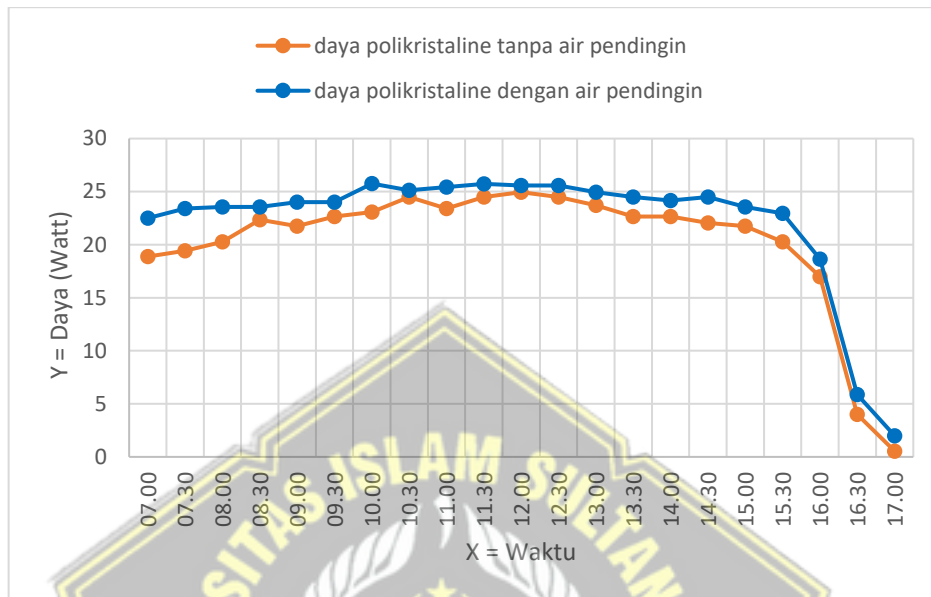
Gambar 4. 23 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dantanpa air pendingin.

Nilai tegangan dari hasil perbandingan panel surya dengan variasi air pendingin dan langsung terpapar matahari diperoleh hasil yang lebih besar pada saat kondisi dialiri air pendingin dengan rata-rata 14,67 V, yang di pengaruhi oleh aliran air pendingin yang menyebabkan keluaran berbeda.



Gambar 4. 24Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dantanpa air pendingin.

Daya dari hasil output yang dihasilkan dipengaruhi oleh besar kecilnya dari arus dan tegangan, pada polycrystalline ini terlihat daya yang lebih tinggi saat panel surya diberi dengan variasi air pendingin sebesar 22,16W.



Gambar 4. 25 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya polycrystalline dalam kondisi air pendingin dan tanpa air pendingin

b. Perbandingan Intensitas Cahaya dan suhu Polycrystalline Dengan Air Pendingin Dan Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 8 Hasil perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.

POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
1A	07.00	29830 lux	64 °C	29987 lux	33 °C
1B		29835 lux	63 °C	29985 lux	37 °C
1C		29833 lux	64 °C	29992 lux	35 °C
1D		29837 lux	65 °C	29990 lux	35 °C

POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata		29833,75 lux	64 °C	29988,5 lux	35 °C
2A	07.30	42977 lux	65 °C	43321 lux	37 °C
2B		42979 lux	62 °C	43326 lux	35 °C
2C		42980 lux	63 °C	43328 lux	36 °C
2D		43975 lux	64 °C	43320 lux	36 °C
Rata-rata		43227,75 lux	63,5 °C	43323,75 lux	36 °C
3A	08.00	59227 lux	60 °C	59412 lux	33 °C
3B		59229 lux	59 °C	59410 lux	38 °C
3C		59225 lux	63 °C	59418 lux	38 °C
3D		59222 lux	62 °C	59411 lux	36 °C
Rata-rata		59225,75 lux	61 °C	59412,75 lux	36,25 °C
4A	08.30	74990 lux	55 °C	74624 lux	34 °C
4B		74994 lux	58 °C	74627 lux	36 °C
4C		74990 lux	59 °C	74631 lux	36 °C
4D		74995 lux	57 °C	74630 lux	38 °C
Rata-rata		74992,25 lux	57,25 °C	74628 lux	36 °C
5A	09.00	82503 lux	60 °C	72352 lux	30 °C
5B		82707 lux	57 °C	73356 lux	31 °C
5C		83190 lux	58 °C	73860 lux	35 °C
5D		82990 lux	57 °C	73873 lux	32 °C
Rata-rata		82847,5 lux	58 °C	73360,25 lux	32 °C
6A	09.30	95990 lux	55 °C	96130 lux	29 °C
6B		95996 lux	59 °C	96129 lux	30 °C
6C		95994 lux	57 °C	96127 lux	32 °C

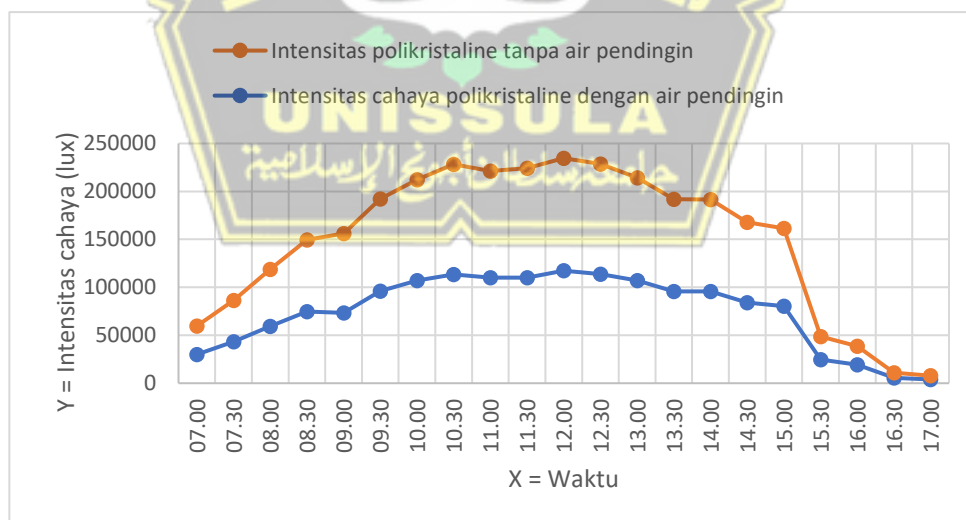
POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
6D		95997 lux	53 °C	96125 lux	31 °C
Rata-rata		95994,25 lux	56 °C	96127,75 lux	30,5 °C
7A	10.00	104991 lux	58 °C	107093 lux	30 °C
7B		104986 lux	57 °C	107091 lux	31 °C
7C		104998 lux	55 °C	107097 lux	33 °C
7D		104990 lux	55 °C	107098 lux	30 °C
Rata-rata		104991,25 lux	56,25 °C	107094,75 lux	31 °C
8A	10.30	114621 lux	53 °C	113502 lux	33 °C
8B		114620 lux	55 °C	113499 lux	34 °C
8C		114626 lux	54 °C	113506 lux	31 °C
8D		114624 lux	52 °C	113499 lux	30 °C
Rata-rata		114622,75 lux	53,5 °C	113501,5 lux	32 °C
9A	11.00	111046 lux	55 °C	110205 lux	30 °C
9B		111041 lux	54 °C	110209 lux	29 °C
9C		111043 lux	55 °C	110200 lux	30 °C
9D		111044 lux	56 °C	110202 lux	28 °C
Rata-rata		111043,5 lux	55 °C	110204 lux	29,25 °C
10A	11.30	111998 lux	55 °C	111835 lux	30 °C
10B		121267 lux	52 °C	107839 lux	29 °C
10C		111263 lux	55 °C	111840 lux	31 °C
10D		111996 lux	51 °C	108843 lux	33 °C
Rata-rata		114131 lux	53,25°C	110089,25 lux	30,75 °C
11A	12.00	117345 lux	50 °C	117312 lux	33 °C
11B		117341 lux	54 °C	117317 lux	30 °C

POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
11C		117344 lux	54 °C	117311 lux	28 °C
11D		117349 lux	53 °C	117320 lux	29 °C
Rata-rata		117344,75 lux	52,75 °C	117315 lux	30 °C
12A	12.30	114958 lux	55 °C	113700 lux	33 °C
12B		114958 lux	56 °C	113698 lux	29 °C
12C		114962 lux	53 °C	113696 lux	30 °C
12D		114969 lux	50 °C	113695 lux	29 °C
Rata-rata		114961,75 lux	53,5 °C	113697,25 lux	30,25 °C
13A	13.00	107155 lux	55 °C	107002 lux	31 °C
13B		107158 lux	57 °C	107004 lux	32 °C
13C		107157 lux	53 °C	106998 lux	30 °C
13D		107152 lux	55 °C	107008 lux	33 °C
Rata-rata		107155,5 lux	55 °C	107003 lux	31,5 °C
14A	13.30	96201 lux	58 °C	95892 lux	34 C °
14B		96205 lux	59 °C	95871 lux	30 °C
14C		95981 lux	56 °C	95878 lux	33 °C
14D		95983 lux	55 °C	95888 lux	31 °C
Rata-rata		96092,5 lux	57 °C	95882,25 lux	32 °C
15A	14.00	95960 lux	54 °C	95743 lux	35 °C
15B		95969 lux	58 °C	95695 lux	33 °C
15C		95966 lux	59 °C	95699 lux	37 °C
15D		95970 lux	56 °C	95738 lux	32 °C
Rata-rata		95966,25 lux	56,75 °C	95718,75 lux	34,25° C

POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
16A	14.30	83898 lux	55 °C	83999 lux	33 °C
16B		83895 lux	58 °C	84001 lux	39 °C
16C		83891 lux	57 °C	84005 lux	35 °C
16D		83893 lux	58 °C	83995 lux	37 °C
Rata-rata		83894,25 lux	57 °C	84000 lux	36 °C
17A	15.00	81262 lux	60 °C	80311 lux	38° C
17B		81262 lux	56 °C	80318 lux	34° C
17C		81258 lux	57 °C	80298 lux	39° C
17D		81258 lux	59 °C	80310 lux	37° C
Rata-rata		81260 lux	58 °C	80309,25 lux	37° C
18A	15.30	24321 lux	60 °C	24427 lux	34° C
18B		24325 lux	61 °C	24527 lux	35° C
18C		24327 lux	62 °C	24601 lux	38° C
18D		24320 lux	63 °C	24423 lux	38° C
Rata-rata		24323,25 lux	61,5 °C	24494,5 lux	36,25° C
19A	16.00	19220 lux	68 °C	19293 lux	40° C
19B		19228 lux	65 °C	19298 lux	39° C
19C		19224 lux	66 °C	19328 lux	37° C
19D		19221 lux	68 °C	19319 lux	40° C
Rata-rata		19223,25 lux	66,75 °C	19309,5 lux	39° C
20A	16.30	5470 lux	70 °C	5484 lux	44° C
20B		5465 lux	73 °C	5479 lux	42° C
20C		5464 lux	71 °C	5500 lux	40° C
20D		5461 lux	69 °C	5470 lux	41° C

POLYCRYSTALLINE					
No	Jam	Tanpa air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)	dengan air pendingin Intensitas Cahaya (Lux)	Suhu (°C)
Rata-rata		5465 lux	70,75 °C	5483,25 lux	41,75° C
21A	17.00	3912 lux	71 °C	3919 lux	43° C
21B		3915 lux	75 °C	3921 lux	42° C
21C		3911 lux	74 °C	3926 lux	42° C
21D		3918 lux	72 °C	3932 lux	41° C
Rata-rata		3914 lux	73 °C	3924,5 lux	42° C
Rata-rata		75262 Lux	59,24 °C	74518 Lux	34,23° C

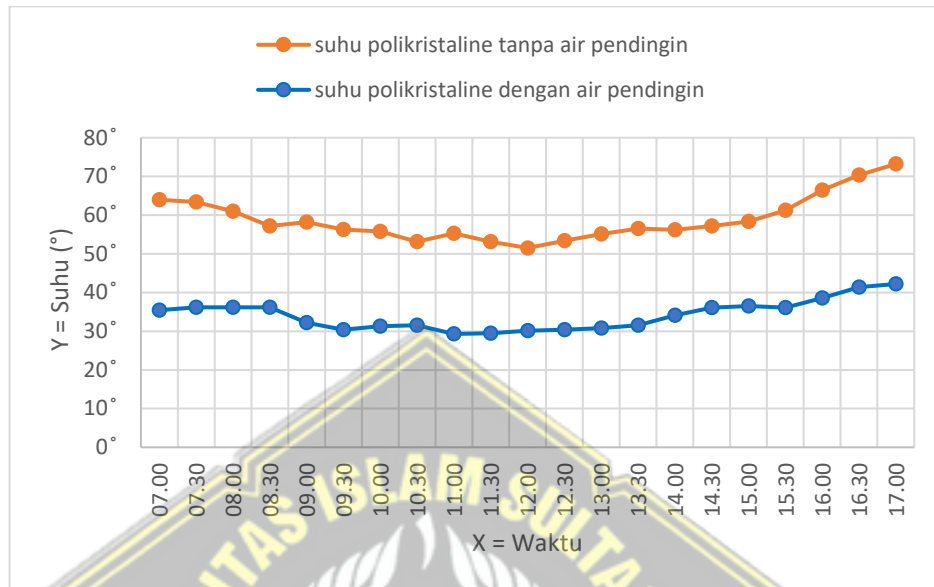
Hasil intensitas cahaya yang diserap pada panel dengan menggunakan 2 buah panel surya yang sama dengan air pendingin dan tanpa air pendingin didapat hasil yang berbeda, meskipun pada hasil perbedaan yang tidak terlalu.



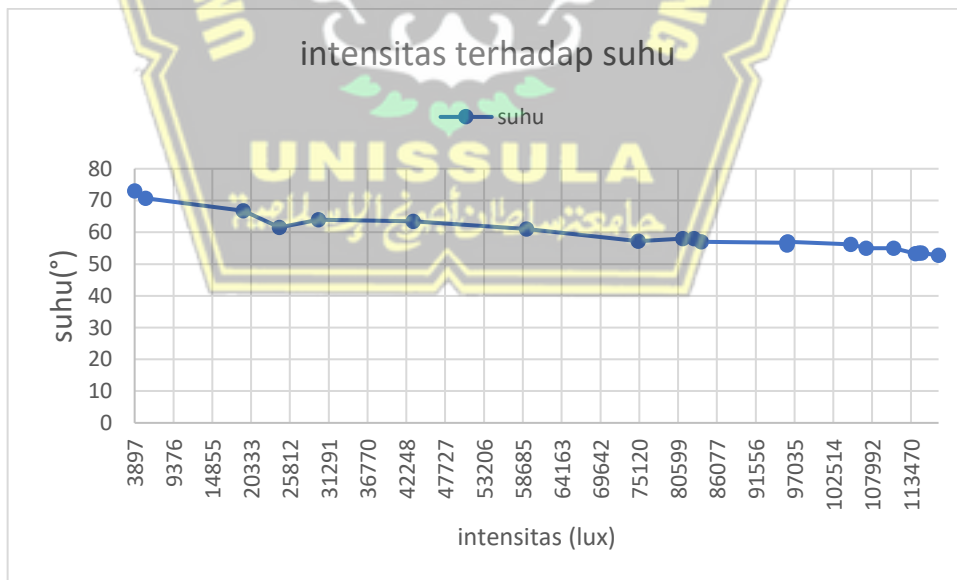
Gambar 4. 26 Grafik perbandingan pengukuran intensitas pada panel surya monocrystalline dalam kondisi air pendingin dan tanpa air pendingin.

Dilihat dari tabel diatas bahwa panel surya dengan menggunakan variasi air pendingin menghasilkan suhu yang lebih rendah sebesar 34°C, dan untuk jam 17.00

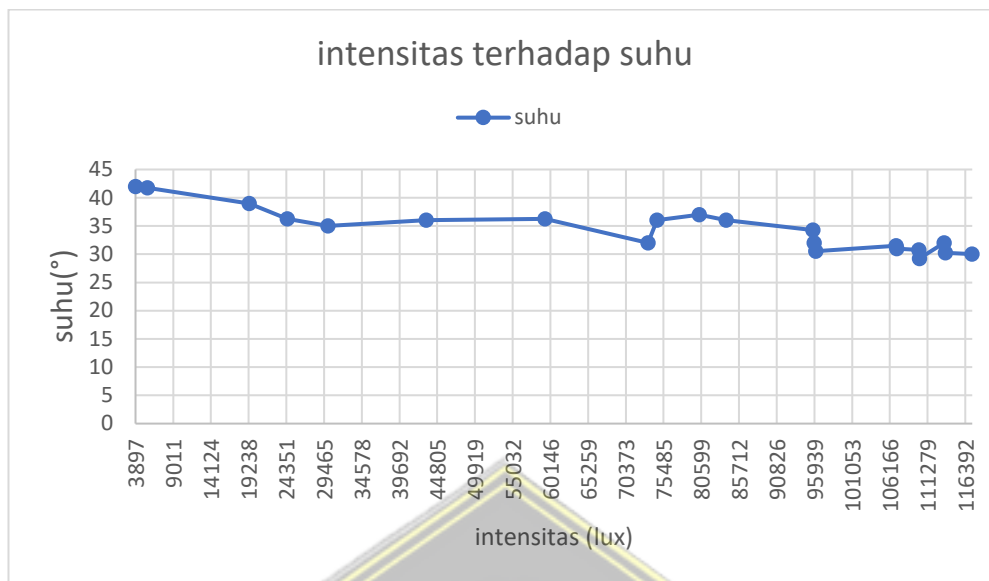
mendapat suhu yang tinggi karena fluktuasi, dengan suhu yang rendah akan berpengaruh pada hasil output dari panel surya serta efisiensi pada panel.



Gambar 4. 27 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel polycrystalline menggunakan air pendingin dan tanpa air pendingin.



Gambar 4. 28 Grafik perbandingan pengukuran suhu dan intensitas cahaya pada panel polycrystalline tanpa air pendingin.



Gambar 4. 29 Grafik perbandingan pengukuran suhu dan intensitas cahaya pada panel polycrystalline dengan air pendingin.

4.4 Perbandingan Panel Surya Polycrystalline dan Monocrystalline Dengan Menggunakan Air Pendingin.

a. Perbandingan Arus Polycrystalline dan Monocrystalline Dengan Air Pendingin.

Tabel 4. 9 Hasil perbandingan arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline menggunakan air pendingin.

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Monocrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
1A	07.00	1,48 A	14,9 V	22,05 W	1,58A	16,8 V	26,54 W
1B		1,48 A	15,2 V	22,50 W	1,6 A	17,2 V	27,52 W
1C		1,46 A	15,3 V	22,34 W	1,58 A	16,7 V	26,39 W
1D		1,5 A	15,4 V	23,10 W	1,56 A	16,9 V	26,36 W
Rata-rata		1,48 A	15,2 V	22,50 W	1,58 A	16,9 V	26,70 W
2A	07.30	1,49 A	15,8 V	23,54 W	1,62 A	17,5 V	28,35 W
2B		1,5 A	15,5 V	23,25 W	1,6 A	17,6 V	28,16 W

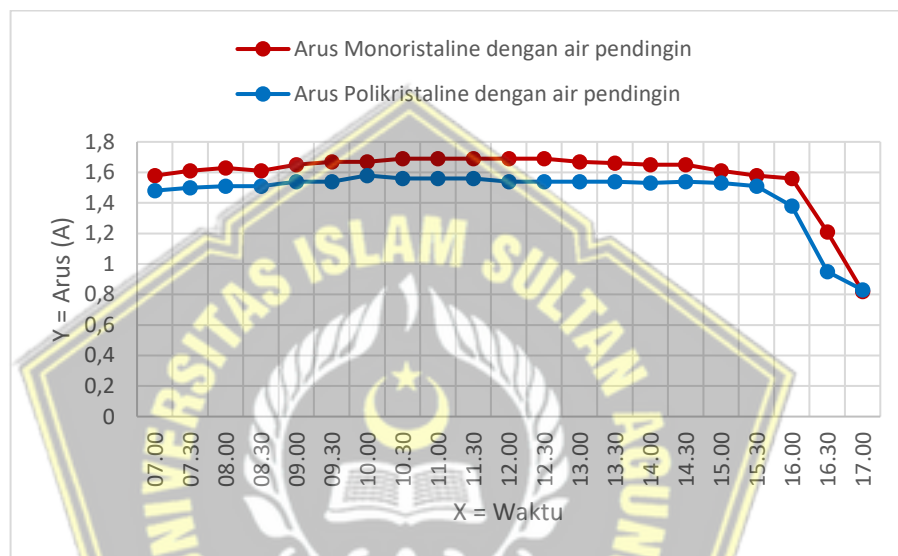
No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Monocrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
2C		1,51 A	15,6 V	23,56 W	1,58 A	17,1 V	27,02 W
2D		1,5 A	15,5 V	23,25 W	1,64 A	17,4 V	28,54 W
Rata-rata		1,5 A	15,6 V	23,40 W	1,61 A	17,4 V	28,01 W
3A	08.00	1,52 A	15,7 V	23,86 W	1,65 A	17,8 V	29,37 W
3B		1,5 A	15,5 V	23,25 W	1,61 A	17,7 V	28,50 W
3C		1,5 A	15,8 V	23,70 W	1,63 A	18 V	29,34 W
3D		1,52 A	15,4 V	23,41 W	1,63 A	18,1 V	29,50 W
Rata-rata		1,51 A	15,6 V	23,56 W	1,63 A	17,9 V	29,18 W
4A	08.30	1,5 A	15,4 V	23,10 W	1,6 A	17,9 V	28,64 W
4B		1,5 A	15,7 V	23,55 W	1,62 A	17,5 V	28,35 W
4C		1,53 A	15,9 V	24,33 W	1,61 A	17,4 V	28,01 W
4D		1,51 A	15,4 V	23,25 W	1,64 A	17,6 V	28,86 W
Rata-rata		1,51 A	15,6 V	23,56 W	1,6175 A	17,6 V	28,47 W
5A	09.00	1,52 A	15,3 V	23,26 W	1,66 A	18,4 V	30,54 W
5B		1,53 A	15,6 V	23,87 W	1,67 A	18 V	30,06 W
5C		1,54 A	16 V	24,64 W	1,65 A	17,9 V	29,54 W
5D		1,57 A	15,5 V	24,34 W	1,64 A	18,1 V	29,68 W
Rata-rata		1,54 A	15,6 V	24,02 W	1,655 A	18,1 V	29,96 W
6A	09.30	1,56 A	15,8 V	24,65 W	1,65 A	18,2 V	30,03 W
6B		1,55 A	15,4 V	23,87 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
6C		1,54 A	16 V	24,64 W	1,71 A	18,7 V	31,98 W
6D		1,51 A	15,2 V	22,95 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
Rata-rata		1,54 A	15,6 V	24,02 W	1,6725 A	18,4 V	30,90 W
7A	10.00	1,57 A	16 V	25,12 W	1,7 A	18,5 V	31,45 W
7B		1,56 A	15,9 V	24,80 W	1,62 A	18,4 V	29,81 W

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Monocrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
7C		1,59 A	16,5 V	26,24 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
7D		1,6 A	16,8 V	26,88 W	1,69 A	18,5 V	31,27 W
Rata-rata		1,58 A	16,3 V	25,75 W	1,6725 A	18,5 V	30,94 W
8A	10.30	1,54 A	16 V	24,64 W	1,66 A	18,5 V	30,71 W
8B		1,58 A	15,9 V	25,12 W	1,7 A	18,7 V	31,79 W
8C		1,56 A	16,1 V	25,12 W	1,64 A	18,9 V	31,00 W
8D		1,56 A	16,4 V	25,58 W	1,69 A	18,4 V	31,10 W
Rata-rata		1,56 A	16,1 V	25,12 W	1,6725 A	18,6 V	31,15 W
9A	11.00	1,54 A	16,4 V	25,26 W	1,66 A	18,9 V	31,37 W
9B		1,59 A	15,9 V	25,28 W	1,69 A	18,8 V	31,77 W
9C		1,55 A	16,5 V	25,58 W	1,68 A	17,9 V	30,07 W
9D		1,56 A	16,4 V	25,58 W	1,73 A	18,8 V	32,52 W
Rata-rata		1,56 A	16,3 V	25,43 W	1,69 A	18,6 V	31,44 W
10A	11.30	1,58 A	16,6 V	26,23 W	1,69 A	18,7 V	31,60 W
10B		1,56 A	15,9 V	24,80 W	1,67 A	18,6 V	31,06 W
10C		1,54 A	16,7 V	25,72 W	1,7 A	18,4 V	31,28 W
10D		1,56 A	16,8 V	26,21 W	1,7 A	18,8 V	31,96 W
Rata-rata		1,56 A	16,5 V	25,74 W	1,69 A	18,6 V	31,48 W
11A	12.00	1,56 A	16,8 V	26,21 W	1,64 A	18,9 V	31,00 W
11B		1,55 A	16,2 V	25,11 W	1,68 A	18,8 V	31,58 W
11C		1,53 A	17 V	26,01 W	1,7 A	18,6 V	31,62 W
11D		1,52 A	16,4 V	24,93 W	1,74 A	18,9 V	32,89 W
Rata-rata		1,54 A	16,6 V	25,56 W	1,69 A	18,8 V	31,77 W
12A	12.30	1,56 A	16,6 V	25,90 W	1,68 A	18,5 V	31,08 W
12B		1,54 A	16,4 V	25,26 W	1,72 A	18,4 V	31,65 W

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Monocrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
12C		1,51 A	17 V	25,67 W	1,68 A	18,8 V	31,58 W
12D		1,55 A	16,4 V	25,42 W	1,68 A	18,7 V	31,42 W
Rata-rata		1,54 A	16,6 V	25,56 W	1,69 A	18,6 V	31,43 W
13A	13.00	1,55 A	16,2 V	25,11 W	1,69 A	18,5 V	31,27 W
13B		1,53 A	16,1 V	24,63 W	1,7 A	18,7 V	31,79 W
13C		1,57 A	16,4 V	25,75 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
13D		1,51 A	16,1 V	24,31 W	1,67 A	18,4 V	30,73 W
Rata-rata		1,54 A	16,2 V	24,95 W	1,6775 A	18,5 V	31,03 W
14A	13.30	1,55 A	16 V	24,80 W	1,66 A	18,2 V	30,21 W
14B		1,52 A	15,9 V	24,17 W	1,65 A	18,1 V	29,87 W
14C		1,56 A	16 V	24,96 W	1,67 A	18,3 V	30,56 W
14D		1,53 A	15,7 V	24,02 W	1,68 A	18,6 V	31,25 W
Rata-rata		1,54 A	15,9 V	24,49 W	1,665 A	18,3 V	30,47 W
15A	14.00	1,53 A	16 V	24,48 W	1,63 A	18,6 V	30,32 W
15B		1,52 A	15,7 V	23,86 W	1,66 A	18,1 V	30,05 W
15C		1,51 A	16 V	24,16 W	1,67 A	18,4 V	30,73 W
15D		1,56 A	15,5 V	24,18 W	1,64 A	18,5 V	30,34 W
Rata-rata		1,53 A	15,8 V	24,17 W	1,65 A	18,4 V	30,36 W
16A	14.30	1,55 A	16 V	24,80 W	1,65 A	18,1 V	29,87 W
16B		1,54 A	15,9 V	24,49 W	1,68 A	18 V	30,24 W
16C		1,52 A	16 V	24,32 W	1,62 A	18,3 V	29,65 W
16D		1,55 A	15,7 V	24,34 W	1,67 A	18,2 V	30,39 W
Rata-rata		1,54 A	15,9 V	24,49 W	1,655 A	18,15 V	30,04 W
17A	15.00	1,54 A	15,7 V	24,18W	1,6 A	17,6 V	28,16 W
17B		1,55 A	15,4 V	23,87 W	1,64 A	17,4 V	28,54 W

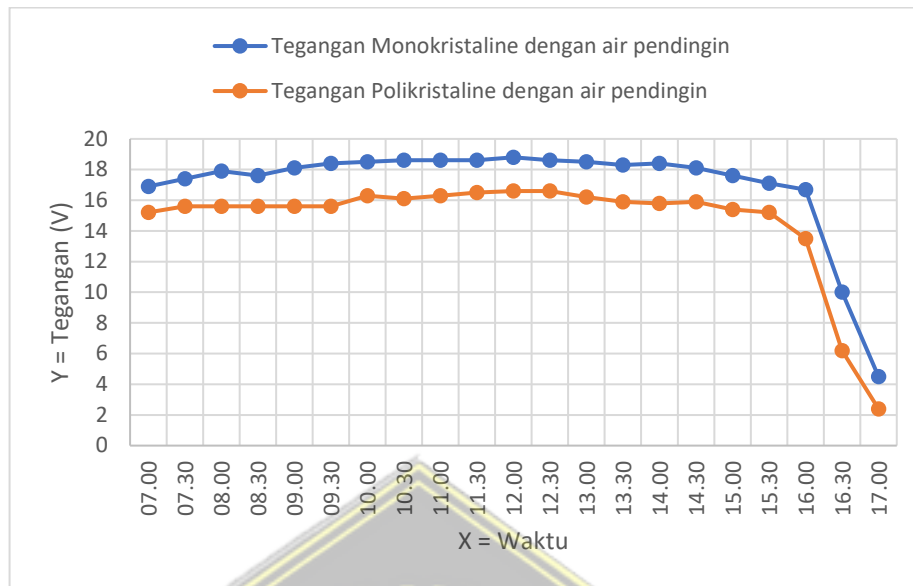
No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)	Monocrystalline dengan air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya (W)
17C		1,51 A	15,4 V	23,25 W	1,62 A	17,8 V	28,84 W
17D		1,52 A	15,1 V	22,95 W	1,6 A	17,6 V	28,16 W
Rata-rata		1,53 A	15,4 V	23,56 W	1,615 A	17,6 V	28,42 W
18A	15.30	1,52 A	15,4 V	23,41 W	1,6 A	17,2 V	27,52 W
18B		1,51 A	15,2 V	22,95 W	1,57A	17 V	26,69 W
18C		1,51 A	15,1 V	22,80 W	1,6A	17,1 V	27,36 W
18D		1,5 A	15,1 V	22,65 W	1,55A	17,1 V	26,51 W
Rata-rata		1,51 A	15,2 V	22,95 W	1,58A	17,1 V	27,02 W
19A	16.00	1,37 A	13,7 V	18,77 W	1,58 A	17 V	26,86 W
19B		1,37 A	13,4 V	18,36 W	1,55 A	16,8 V	26,04 W
19C		1,4 A	13,2 V	18,48 W	1,56 A	16,6 V	25,90 W
19D		1,38 A	13,7 V	18,91 W	1,55 A	16,4 V	25,42 W
Rata-rata		1,38 A	13,5 V	18,63 W	1,56 A	16,7 V	26,05 W
20A	16.30	0,94 A	5,9 V	5,546 W	1,19 A	10,1 V	12,02 W
20B		0,94 A	6,1 V	5,734 W	1,2 A	9,8 V	11,76 W
20C		0,95 A	6,3 V	5,99 W	1,24 A	9,8 V	12,15 W
20D		0,97 A	6,5 V	6,31 W	1,21 A	10,3 V	12,46 W
Rata-rata		0,95 A	6,2 V	5,89 W	1,21 A	10 V	12,10 W
21A	17.00	0,87 A	2,5 V	2,18 W	0,8 A	4,5 V	3,60 W
21B		0,83 A	2,7 V	2,24 W	0,83A	4,6 V	3,82 W
21C		0,81 A	2,1 V	1,70 W	0,84 A	4,2 V	3,53 W
21D		0,81 A	2,3 V	1,86 W	0,81 A	4,7 V	3,81 W
Rata-rata		0,83 A	2,4 V	1,992 W	0,82 A	4,5 V	3,69 W
Rata-rata		1,47 A	14,67 V	22,16 W	1,59 A	17,01 V	27,69 W

Hasil nilai arus panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *polycrystalline* dan *monocrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor suhu pada permukaan panel dan juga pada intensitas cahaya yang didapat.



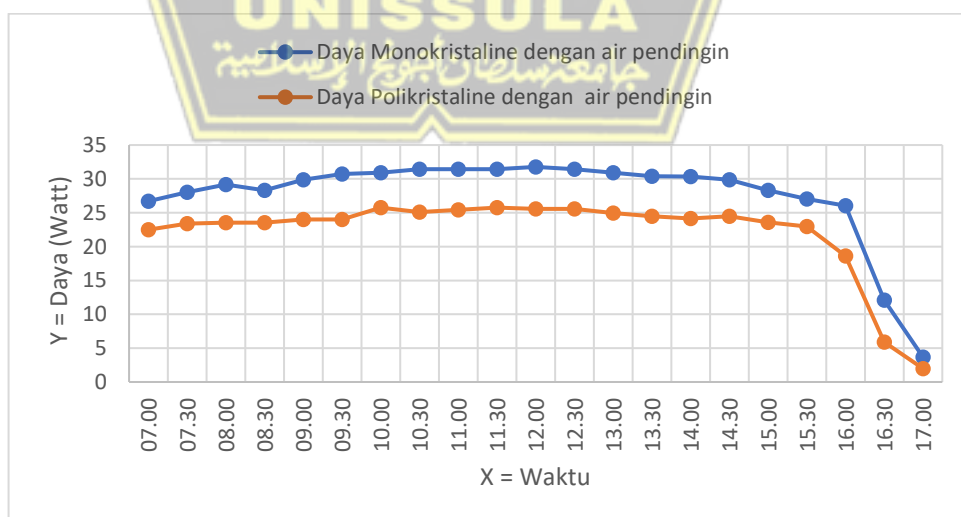
Gambar 4. 30 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dalam kondisi air pendingin.

Hasil nilai tegangan panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor suhu pada permukaan panel dan juga pada intensitas cahaya yang didapat.



Gambar 4. 31 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dengan air pendingin.

Hasil nilai daya panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel monokristaline lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor dari arus dan tegangan, karena semakin besar arus dan tegangan maka daya juga akan semakin besar dan sebaliknya, dan dipengaruhi juga karena intensitas cahaya yang didapat.



Gambar 4. 32 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan air pendingin.

b. Perbandingan Suhu dan Intensitas Cahaya Polycrystalline dan Monocrystalline Dengan Air Pendingin.

Tabel 4. 10 Hasil perbandingan suhu pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline dengan air pendingin.

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)	Monocrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)
1A	07.00	33°C	29987 lux	29°C	29559 lux
1B		37°C	29985 lux	32°C	29551 lux
1C		35°C	29992 lux	31°C	29556 lux
1D		35°C	29990 lux	30°C	29527 lux
Rata-rata		35°C	29988,5 lux	30,5°C	29548,25 lux
2A	07.30	37°C	43321 lux	30°C	43190 lux
2B		35°C	43326 lux	33°C	43196 lux
2C		36°C	43328 lux	31°C	43192 lux
2D		36°C	43320 lux	30°C	43195 lux
Rata-rata		36°C	43323,75 lux	31°C	43193,25 lux
3A	08.00	33°C	59412 lux	31°C	59912 lux
3B		38°C	59410 lux	29°C	59917 lux
3C		38°C	59418 lux	30°C	59920 lux
3D		36°C	59411 lux	34°C	59919 lux
Rata-rata		36,25°C	59412,75 lux	31°C	59917 lux
4A	08.30	34°C	74624 lux	28°C	75187 lux
4B		36°C	74627 lux	31°C	75189 lux
4C		36°C	74631 lux	30°C	75184 lux
4D		38°C	74630 lux	34°C	75190 lux
Rata-rata		36°C	74628 lux	30,75°C	75187,5 lux

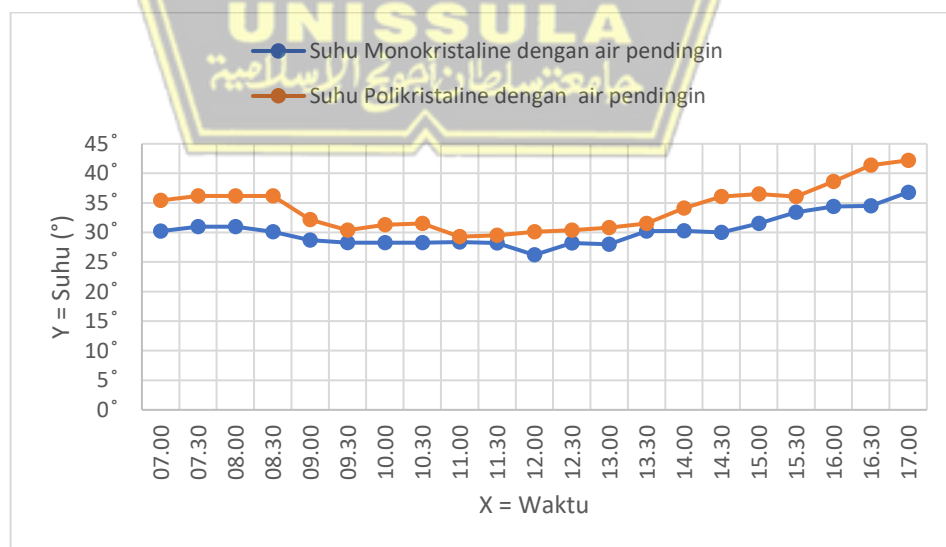
No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)	Monocrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)
5A	09.00	30°C	72352 lux	27°C	85890 lux
5B		31°C	73356 lux	29°C	85988 lux
5C		35°C	73860 lux	30°C	86003 lux
5D		32°C	73873 lux	31°C	86001 lux
Rata-rata		32°C	73360,25 lux	29,25°C	85970,5 lux
6A	09.30	29°C	96130 lux	27°C	95771 lux
6B		30°C	96129 lux	29°C	95776 lux
6C		32°C	96127 lux	30°C	95775 lux
6D		31°C	96125 lux	29°C	95787 lux
Rata-rata		30,5°C	96127,75 lux	28,75°C	95777,25 lux
7A	10.00	30°C	107093 lux	27°C	103983 lux
7B		31°C	107091 lux	29°C	103980 lux
7C		33°C	107097 lux	30°C	103984 lux
7D		30°C	107098 lux	28°C	103988 lux
Rata-rata		31°C	107094,75 lux	28,5°C	103983,75 lux
8A	10.30	33°C	113502 lux	27°C	113880 lux
8B		34°C	113499 lux	30°C	113802 lux
8C		31°C	113506 lux	26°C	113689 lux
8D		30°C	113499 lux	29°C	113601 lux
Rata-rata		32°C	113501,5 lux	28°C	113743 lux
9A	11.00	30°C	110205 lux	26°C	121027 lux
9B		29°C	110209 lux	29°C	121022 lux
9C		30°C	110200 lux	30°C	121030 lux
9D		28°C	110202 lux	29°C	121037 lux
Rata-rata		29,25°C	110204 lux	28,5°C	121029 lux
10A	11.30	30°C	111835 lux	25°C	119983 lux

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)	Monocrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)
10B		29°C	107839 lux	27°C	119986 lux
10C		31°C	111840 lux	29°C	120026 lux
10D		33°C	108843 lux	25°C	120034 lux
Rata-rata		30,75°C	110089,25 lux	26,5°C	120007,25 lux
11A	12.00	33°C	117312 lux	25°C	118009 lux
11B		30°C	117317 lux	29°C	118002 lux
11C		28°C	117311 lux	28°C	118011 lux
11D		29°C	117320 lux	25°C	118013 lux
Rata-rata		30°C	117315 lux	26,75°C	118008,75 lux
12A	12.30	33°C	113700 lux	28°C	113989 lux
12B		29°C	113698 lux	24°C	113981 lux
12C		30°C	113696 lux	26°C	113986 lux
12D		29°C	113695 lux	29°C	113988 lux
Rata-rata		30,25°C	113697,25 lux	26,75°C	113986 lux
13A	13.00	31°C	107002 lux	28°C	107001 lux
13B		32°C	107004 lux	28°C	107005 lux
13C		30°C	106998 lux	30°C	106999 lux
13D		33°C	107008 lux	29°C	106997 lux
Rata-rata		31,5°C	107003 lux	28,75°C	107000,5 lux
14A	13.30	34°C	95892 lux	31°C	95119 lux
14B		30°C	95871 lux	30°C	95121 lux
14C		33°C	95878 lux	29°C	95101 lux
14D		31°C	95888 lux	31°C	95114 lux
Rata-rata		32°C	95882,25 lux	30,25°C	95113,75 lux
15A	14.00	35°C	95743 lux	32°C	95225 lux
15B		33°C	95695 lux	30°C	94999 lux

No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)	Monocrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)
15C		37°C	95699 lux	28°C	95329 lux
15D		32°C	95738 lux	30°C	95320 lux
Rata-rata		34,25°C	95718,75 lux	30°C	95218,25 lux
16A	14.30	33°C	83999 lux	30°C	83758 lux
16B		39°C	84001 lux	29°C	83757 lux
16C		35°C	84005 lux	32°C	83753 lux
16D		37°C	83995 lux	29°C	83760 lux
Rata-rata		36°C	84000 lux	30°C	83757 lux
17A	15.00	38°C	80311 lux	34°C	78010 lux
17B		34°C	80318 lux	31°C	78006 lux
17C		39°C	80298 lux	35°C	78004 lux
17D		37°C	80310 lux	30°C	78001 lux
Rata-rata		37°C	80309,25 lux	30,25°C	78995,25 lux
18A	15.30	34°C	24427 lux	33°C	24142 lux
18B		35°C	24527 lux	35°C	24146 lux
18C		38°C	24601 lux	37°C	24139 lux
18D		38°C	24423 lux	30°C	24136 lux
Rata-rata		36,25°C	24494,5 lux	33,75°C	24140,75 lux
19A	16.00	40°C	19293 lux	35°C	19082 lux
19B		39°C	19298 lux	33°C	19088 lux
19C		37°C	19328 lux	36°C	19090 lux
19D		40°C	19319 lux	33°C	19095 lux
Rata-rata		39°C	19309,5 lux	34,25°C	19088,75 lux
20A	16.30	44°C	5484 lux	32°C	5462 lux
20B		42°C	5479 lux	35°C	5461 lux
20C		40°C	5500 lux	37°C	5459 lux

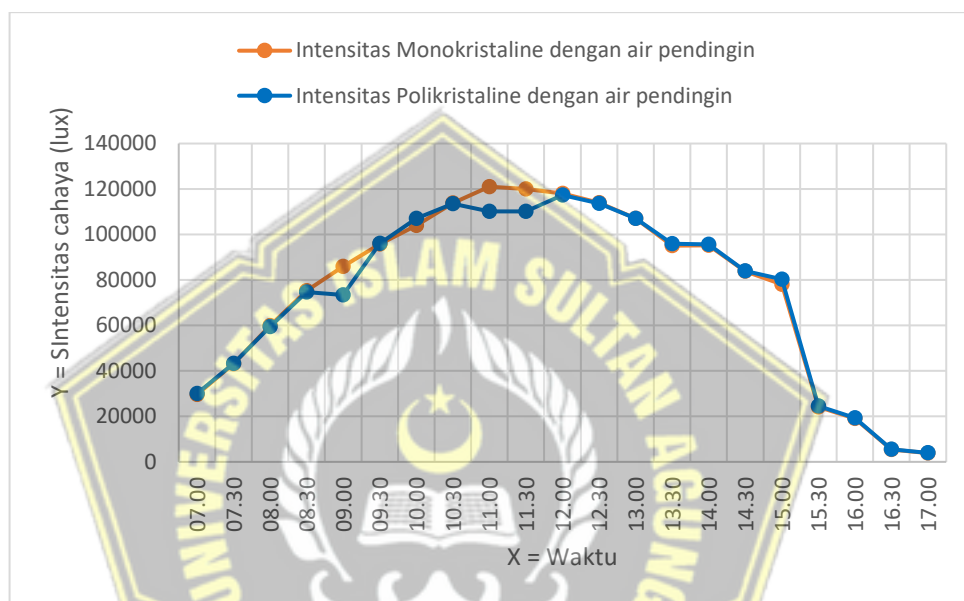
No	Jam	Polycrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)	Monocrystalline dengan air pendingin Suhu(°C)	Intensitas cahaya (lux)
20D		41°C	5470 lux	36°C	5469 lux
Rata-rata		41,75°C	5483,25 lux	35°C	5462,75 lux
21A	17.00	43°C	3919 lux	35°C	3870 lux
21B		42°C	3921 lux	39°C	3867 lux
21C		42°C	3926 lux	36°C	3869 lux
21D		41°C	3932 lux	39°C	3861 lux
Rata-rata		42°C	3924,5 lux	37,25°C	3866,75 lux
Rata-rata		34,23°C	74518 lux	30,38095°C	75810 lux

Hasil nilai suhu panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor intensitas cahaya yang didapat.



Gambar 4. 33 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dengan air pendingin.

Hasil nilai intensitas cahaya panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, ini disebabkan karena dari factor dari factor cuaca yang ada di alam seperti sedikit mendung atau berawan maka dari itu intensitas cahaya yang diserap berbeda dan pada jenis panel surya yang berbeda yang memiliki efisiensi yang berbeda.



Gambar 4. 34 Grafik perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline dengan air pendingin.

4.5 Perbandingan Panel Surya Polycrystalline dan Monocrystalline Tanpa Air Pendingin.

a. Perbandingan Arus Polycrystalline dan Monocrystalline Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 11 Hasil perbandingan arus pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline tanpa air pendingin.

No	Jam	Polycrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)	Monocrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)
1A	07.00	1,44 A	13,2 V	19,01 W	1,54 A	15,9 V	24,49 W
1B		1,44 A	13,8 V	19,87 W	1,54 A	15,9 V	24,49 W
1C		1,4 A	13 V	18,20 W	1,53 A	16 V	24,48 W
1D		1,4 A	13 V	18,20 W	1,55 A	15,4 V	23,87 W
Rata-rata		1,42 A	13,25 V	18,82 W	1,54 A	15,8V	24,33 W
2A	07.30	1,42 A	13,3 V	18,89 W	1,62 A	16,4 V	26,57 W
2B		1,47 A	13,7 V	20,14 W	1,6 A	16,2 V	25,92 W
2C		1,46 A	13,1 V	19,13 W	1,58 A	16 V	25,28 W
2D		1,45 A	13,5 V	19,58 W	1,6 A	16,2 V	25,92 W
Rata-rata		1,45 A	13,4 V	19,43 W	1,6 A	16,2 V	25,92 W
3A	08.00	1,51 A	14 V	21,14 W	1,6 A	16,2 V	25,92 W
3B		1,45 A	13,6 V	19,72 W	1,64 A	16,4 V	26,90 W
3C		1,5 A	13,5 V	20,25 W	1,65 A	16,6 V	27,39 W
3D		1,48 A	13,7 V	20,28 W	1,58A	16,5 V	26,07 W
Rata-rata		1,485 A	13,7 V	20,34 W	1,6175 A	16,4V	26,57 W
4A	08.30	1,56 A	14,7 V	22,93 W	1,6 A	16,6 V	26,56 W
4B		1,54 A	15 V	23,10 W	1,62 A	16,7 V	27,05 W
4C		1,51 A	14,6 V	22,05 W	1,65 A	16,3 V	26,90 W
4D		1,53 A	14,4 V	22,03 W	1,61 A	16,8 V	27,05 W
Rata-rata		1,535 A	14,675 V	22,53 W	1,62 A	16,6 V	26,89 W
5A	09.00	1,51 A	14,8 V	22,35 W	1,64 A	16,8 V	27,55 W
5B		1,54 A	14,5 V	22,33 W	1,61A	16,5 V	26,57 W
5C		1,5 A	14,4 V	21,60 W	1,59 A	16,7 V	26,55 W
5D		1,49 A	14,2 V	21,16W	1,64 A	16,2 V	26,57 W

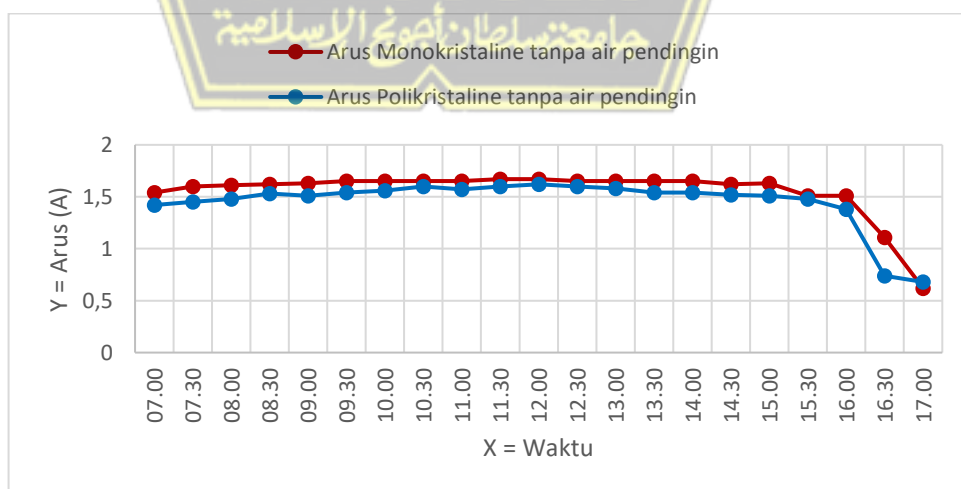
No	Jam	Polycrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)	Monocrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)
Rata-rata		1,51 A	14,475 V	21,86 W	1,62 A	16,5V	26,81 W
6A	09.30	1,56 A	15,1V	23,56 W	1,64 A	16,8 V	27,55 W
6B		1,55 A	14,8 V	22,94 W	1,64 A	16,9 V	27,72 W
6C		1,54 A	14,6 V	22,48 W	1,69 A	16,9 V	28,56 W
6D		1,51 A	14,3 V	21,59 W	1,64 A	16,2 V	26,57 W
Rata-rata		1,54 A	14,7 V	22,64 W	1,6525 A	16,7 V	27,60 W
7A	10.00	1,56 A	15 V	23,40 W	1,64 A	16,6 V	27,22 W
7B		1,59 A	15 V	23,85 W	1,65 A	16,7 V	27,56 W
7C		1,53 A	14,7 V	22,49 W	1,64 A	16,5 V	27,06 W
7D		1,56 A	14,5 V	22,62 W	1,68 A	17 V	28,56 W
Rata-rata		1,56 A	14,8 V	23,09 W	1,6525 A	16,7 V	27,60 W
8A	10.30	1,59 A	15 V	23,85 W	1,65 A	16,8 V	27,72 W
8B		1,59 A	15,1 V	24,01 W	1,67 A	16,7 V	27,89 W
8C		1,62 A	15,6 V	25,27 W	1,66 A	17 V	28,22 W
8D		1,6 A	15,5 V	24,80 W	1,65 A	16,7 V	27,56 W
Rata-rata		1,6 A	15,3 V	24,48 W	1,6575 A	16,8 V	27,85 W
9A	11.00	1,56 A	15,1 V	23,56 W	1,65 A	16,8 V	27,72 W
9B		1,59 A	15 V	23,85 W	1,64 A	16,7 V	27,39 W
9C		1,58 A	14,9 V	23,54 W	1,68 A	16,8 V	28,22 W
9D		1,55 A	14,6 V	22,63 W	1,63 A	16,6 V	27,06 W
Rata-rata		1,57 A	14,9 V	23,39 W	1,65 A	16,7 V	27,60 W
10A	11.30	1,64 A	15,5 V	25,42 W	1,68 A	16,8 V	28,22 W
10B		1,62 A	15,3 V	24,79 W	1,66 A	17,2 V	28,55 W
10C		1,59 A	14,8 V	23,53 W	1,68A	16,9 V	28,39 W
10D		1,55 A	15,8 V	24,49 W	1,68 A	16,8 V	28,22 W

No	Jam	Polycrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)	Monocrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)
Rata-rata		1,6A	15,35 V	24,56 W	1,675 A	16,9 V	28,35 W
11A	12.00	1,6 A	15,4 V	24,64 W	1,67 A	17 V	28,39 W
11B		1,64 A	15,6 V	25,58 W	1,66 A	16,8 V	27,89 W
11C		1,66 A	15,7 V	26,06 W	1,69 A	16,9 V	28,56 W
11D		1,61 A	15,2 V	24,47 W	1,68 A	16,9 V	28,39 W
Rata-rata		1,6275 A	15,4 V	25,19 W	1,675 A	16,9 V	28,31 W
12A	12.30	1,58 A	15,3 V	24,17 W	1,67 A	16,5 V	27,56 W
12B		1,64 A	15 V	24,60 W	1,62 A	17 V	27,54 W
12C		1,61 A	15,5 V	24,96 W	1,64 A	16,7 V	27,39 W
12D		1,6 A	15,5 V	24,80 W	1,69 A	17 V	28,73 W
Rata-rata		1,6075 A	15,325 V	24,63 W	1,655 A	16,8 V	27,80 W
13A	13.00	1,59 A	15,2 V	24,17 W	1,63 A	16,9 V	27,55 W
13B		1,58 A	15 V	23,70 W	1,68 A	16,7 V	28,06 W
13C		1,57 A	15 V	23,55 W	1,65 A	16,5 V	27,23 W
13D		1,59 A	14,8 V	23,53 W	1,64 A	16,7 V	27,39 W
Rata-rata		1,5825 A	15 V	23,74 W	1,65 A	16,7 V	27,56 W
14A	13.30	1,52A	15 V	22,80 W	1,67 A	16,7 V	27,89 W
14B		1,56A	14,6 V	22,78 W	1,62 A	16,6 V	26,89 W
14C		1,58A	14,5 V	22,91 W	1,66 A	16,9 V	28,05 W
14D		1,51 A	14,7 V	22,20 W	1,66 A	16,8 V	27,89 W
Rata-rata		1,5425A	14,7 V	22,67 W	1,6525 A	16,75 V	27,68 W
15A	14.00	1,53 A	14,7 V	22,49 W	1,65 A	16,5 V	27,23 W
15B		1,52 A	14,6 V	22,19 W	1,66 A	16,9 V	28,05 W
15C		1,56 A	14,7 V	22,93 W	1,65 A	16,7 V	27,56 W

No	Jam	Polycrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)	Monocrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)
15D		1,55 A	14,8 V	22,94 W	1,65 A	16,8 V	27,72 W
Rata-rata		1,54 A	14,7 V	22,64 W	1,6525 A	16,7 V	27,64 W
16A	14.30	1,52 A	14,4 V	21,89 W	1,66 A	16,9 V	28,05 W
16B		1,5 A	14,5 V	21,75 W	1,64 A	16,7 V	27,39 W
16C		1,52 A	14,6 V	22,19 W	1,59 A	16,3 V	25,92 W
16D		1,54 A	14,5 V	22,33 W	1,59 A	16,8 V	26,71 W
Rata-rata		1,52 A	14,5 V	22,04 W	1,62 A	16,6 V	27,01 W
17A	15.00	1,54 A	14,4 V	22,18 W	1,67 A	16,5 V	27,56 W
17B		1,52 A	14,5 V	22,04 W	1,62 A	16,6 V	26,89 W
17C		1,51 A	14,3 V	21,59 W	1,62 A	16,2 V	26,24 W
17D		1,5 A	14,4 V	21,60 W	1,64 A	16,8 V	27,55 W
Rata-rata		1,5175 A	14,4 V	21,85 W	1,6375 A	16,5 V	27,06 W
18A	15.30	1,5 A	13,7 V	20,55 W	1,5 A	15,5 V	23,25 W
18B		1,48 A	13,9 V	20,57 W	1,5 A	15,6 V	23,40 W
18C		1,46 A	14,1 V	20,59 W	1,55 A	15,5 V	24,03 W
18D		1,48 A	13,3 V	19,68 W	1,52 A	15,4 V	23,41 W
Rata-rata		1,48 A	13,75 V	20,35 W	1,5175 A	15,5 V	23,52 W
19A	16.00	1,37 A	12 V	16,44 W	1,5 A	15,3 V	22,95 W
19B		1,37 A	12,4 V	16,99 W	1,53 A	15,7 V	24,02 W
19C		1,4 A	12,5 V	17,50 W	1,52 A	15,5 V	23,56 W
19D		1,38 A	12,3 V	16,97 W	1,5 A	15,5 V	23,25 W
Rata-rata		1,38 A	12,3 V	16,97 W	1,5125 A	15,5 V	23,44 W
20A	16.30	0,72 A	5,6 V	4,032 W	1,1 A	8,4 V	9,24 W
20B		0,77 A	5,4 V	4,158 W	1,1 A	8 V	8,80 W
20C		0,74 A	5,3 V	3,92 W	1,15 A	8,1 V	9,32 W

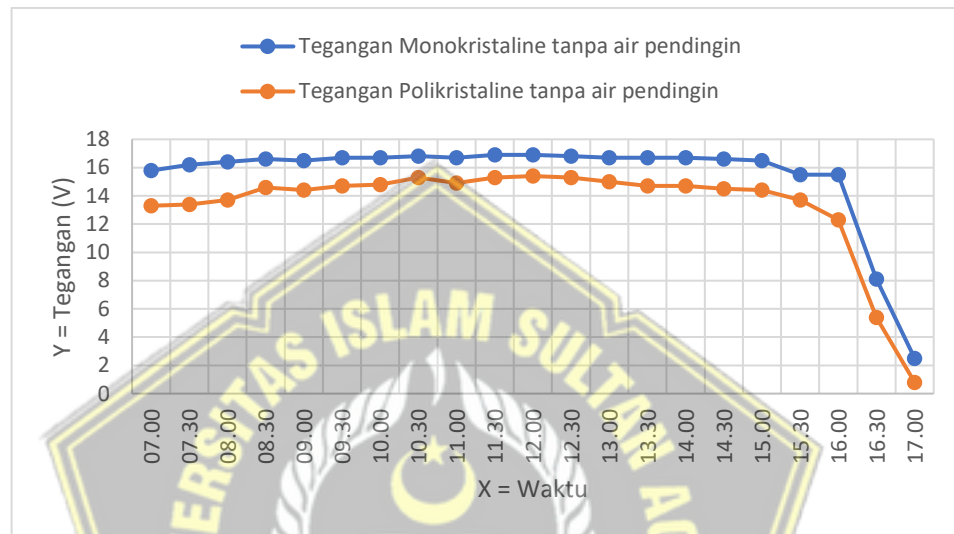
No	Jam	Polycrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)	Monocrystalline tanpa air pendingin Arus (A)	Tegangan (V)	Daya(W)
20D		0,73 A	5,3 V	3,87 W	1,11 A	7,9 V	8,77 W
Rata-rata		0,74 A	5,4 V	3,996 W	1,115 A	8,1 V	9,03 W
21A	17.00	0,64 A	0,9 V	0,58 W	0,66 A	2,6 V	1,72 W
21B		0,69A	0,9 V	0,62 W	0,66 A	2,4 V	1,58 W
21C		0,71 A	0,8 V	0,57 W	0,53 A	2,6 V	1,38 W
21D		0,68 A	0,64 V	0,44 W	0,63 A	2,4 V	1,51 W
Rata-rata		0,68 A	0,81 V	0,55 W	0,62 A	2,5 V	1,55 W
Rata-rata		1,45 A	13,38 V	20,28 W	1,55 A	15,3 V	24,75 W

Hasil nilai arus panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor suhu pada permukaan panel dan juga pada intensitas cahaya yang didapat.



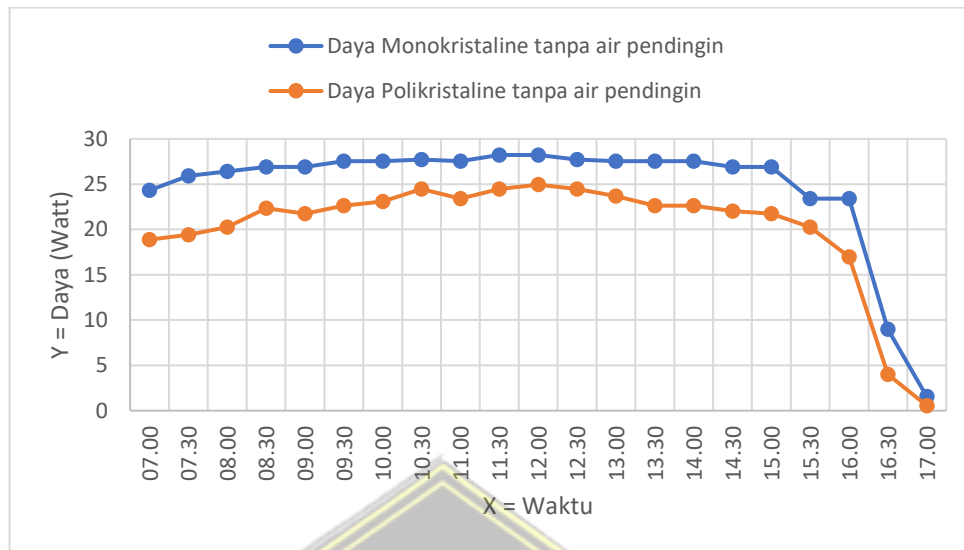
Gambar 4. 35 Grafik perbandingan pengukuran arus pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dalam kondisi tanpa air pendingin.

Hasil nilai tegangan panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor suhu pada permukaan panel dan juga pada intensitas cahaya yang didapat.



Gambar 4. 36 Grafik perbandingan pengukuran tegangan pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* tanpa air pendingin.

Hasil nilai daya panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor dari arus dan tegangan, karena semakin besar arus dan tegangan maka daya juga akan semakin besar dan sebaliknya, dan dipengaruhi juga karena intensitas cahaya yang didapat.



Gambar 4. 37 Grafik perbandingan pengukuran daya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa air pendingin

b. Perbandingan Suhu dan Intensitas cahaya Polykristaline dan Monokristaline Tanpa Air Pendingin.

Tabel 4. 12 Hasil perbandingan suhu pada panel surya polycrystalline dan monocrystalline tanpa air pendingin.

No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
1A	07.00	64°C	29830 lux	59°C	29809 lux
1B		63°C	29835 lux	60°C	29808 lux
1C		64°C	29833 lux	65°C	29810 lux
1D		65°C	29837 lux	65°C	29805 lux
Rata-rata		64°C	29833,75 lux	62,25°C	29808 lux
2A	07.30	65°C	42977 lux	59°C	42990 lux
2B		62°C	42979 lux	57°C	42991 lux
2C		63°C	42980 lux	60°C	42999 lux

No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
2D		64°C	43975 lux	62°C	43909 lux
Rata-rata		63,5°C	43227,75 lux	59,5°C	43222,25 lux
3A	08.00	60°C	59227 lux	55°C	60012 lux
3B		59°C	59229 lux	57°C	60010 lux
3C		63°C	59225 lux	57°C	59018 lux
3D		62°C	59222 lux	59°C	59019 lux
Rata-rata		61°C	59225,75 lux	57°C	59514,75 lux
4A	08.30	55°C	74990 lux	56°C	75889 lux
4B		58°C	74994 lux	53°C	75964 lux
4C		59°C	74990 lux	55°C	76001 lux
4D		57°C	74995 lux	58°C	75978 lux
Rata-rata		57,25°C	74992,25 lux	55,5°C	75958 lux
5A	09.00	60°C	82503 lux	57°C	73999 lux
5B		57°C	82707 lux	52°C	74782 lux
5C		58°C	83190 lux	55°C	74825 lux
5D		57°C	82990 lux	56°C	73998 lux
Rata-rata		58°C	82847,5 lux	55°C	74401 lux
6A	09.30	55°C	95990 lux	54°C	98100 lux
6B		59°C	95996 lux	52°C	98105 lux
6C		57°C	95994 lux	57°C	97986 lux
6D		53°C	95997 lux	55°C	97998 lux
Rata-rata		56°C	95994,25 lux	54,5°C	98047,25 lux
7A	10.00	58°C	104991 lux	52°C	104423 lux

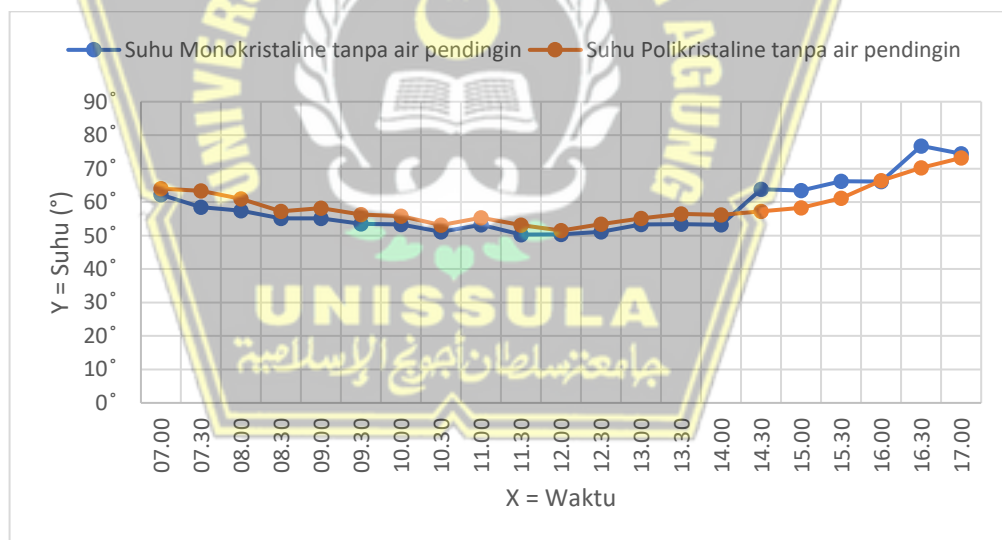
No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
7B		57°C	104986 lux	55°C	104420 lux
7C		55°C	104998 lux	54°C	104424 lux
7D		55°C	104990 lux	51°C	104428 lux
Rata-rata		56,25°C	104991,25lux x	53°C	104423,75 lux
8A	10.30	64°C	114621 lux	49°C	113981 lux
8B		63°C	114620 lux	52°C	114008 lux
8C		64°C	114626 lux	50°C	113980 lux
8D		65°C	114624 lux	53°C	114006 lux
Rata-rata		64°C	114622,75 lux	51°C	113993,75 lux
9A	11.00	53°C	111046 lux	56°C	110987 lux
9B		55°C	111041 lux	51°C	110983 lux
9C		54°C	111043 lux	53°C	120185 lux
9D		52°C	111044 lux	52°C	110957 lux
Rata-rata		53,5°C	111043,5 lux	53°C	113278 lux
10A	11.30	55°C	111998 lux	49°C	119989 lux
10B		54°C	121267 lux	51°C	120023 lux
10C		55°C	111263 lux	50°C	120026 lux
10D		56°C	111996 lux	52°C	112120 lux
Rata-rata		55°C	114131 lux	50,5°C	118039,5 lux
11A	12.00	55°C	117345 lux	48°C	117289 lux
11B		52°C	117341 lux	51°C	117284 lux
11C		55°C	117344 lux	51°C	117288 lux
11D		51°C	117349 lux	50°C	117290 lux

No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
Rata-rata		53,25°C	117344,75 lux	50°C	117287,75 lux
12A	12.30	50°C	114958 lux	53°C	113758 lux
12B		54°C	114958 lux	51°C	113758 lux
12C		54°C	114962 lux	52°C	113762 lux
12D		53°C	114969 lux	49°C	113762 lux
Rata-rata		52,75°C	114961,75lu x	50°C	113760 lux
13A	13.00	53°C	107155 lux	50°C	106035 lux
13B		55°C	107158 lux	53°C	106036 lux
13C		57°C	107157 lux	55°C	106039 lux
13D		50°C	107152 lux	57°C	106038 lux
Rata-rata		53,5°C	107155,5 lux	53,75°C	106037 lux
14A	13.30	55°C	96201 lux	51°C	96102 lux
14B		57°C	96205 lux	56°C	95992 lux
14C		53°C	95981 lux	55°C	96004 lux
14D		55°C	95983 lux	50°C	95998 lux
Rata-rata		55°C	96092,5 lux	53°C	96024 lux
15A	14.00	58°C	95960 lux	55°C	95782 lux
15B		59°C	95969 lux	57°C	95782 lux
15C		56°C	95966 lux	51°C	95784 lux
15D		55°C	95970 lux	52°C	95784 lux
Rata-rata		57°C	95966,25 lux	53,75°C	95783 lux
16A	14.30	54°C	83898 lux	65°C	83998 lux
16B		58°C	83895 lux	61°C	83995 lux
16C		59°C	83891 lux	64°C	83998 lux

No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
16D		56°C	83893 lux	67°C	83995 lux
Rata-rata		56,75°C	83894,25 lux	64,25°C	83996,5 lux
17A	15.00	55°C	81262 lux	67°C	80262 lux
17B		58°C	81262 lux	61°C	80262 lux
17C		57°C	81258 lux	66°C	80258 lux
17D		58°C	81258 lux	62°C	80258 lux
Rata-rata		57°C	81260 lux	64°C	80260 lux
18A	15.30	60°C	24321 lux	66°C	24127 lux
18B		56°C	24325 lux	67°C	24127 lux
18C		57°C	24327 lux	64°C	24123 lux
18D		59°C	24320 lux	63°C	24123 lux
Rata-rata		58°C	24323,25 lux	65°C	24125 lux
19A	16.00	60°C	19220 lux	65°C	19132 lux
19B		61°C	19228 lux	61°C	19132 lux
19C		62°C	19224 lux	68°C	19128 lux
19D		63°C	19221 lux	64°C	19128 lux
Rata-rata		61,5°C	19223,25 lux	64,5°C	19130 lux
20A	16.30	68°C	5470 lux	78°C	5474 lux
20B		65°C	5465 lux	75°C	5474 lux
20C		66°C	5464 lux	78°C	5470 lux
20D		68°C	5461 lux	79°C	5470 lux
Rata-rata		66,75°C	5465 lux	77,5°C	5472 lux
21A	17.00	70°C	3912 lux	71°C	3874 lux
21B		73°C	3915 lux	73°C	3874 lux
21C		71°C	3911 lux	70°C	3870 lux
21D		69°C	3918 lux	72°C	3870 lux

No	Jam	Suhu (°C) Polycrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)	Suhu (°C) Monocrystalline tanpa air pendingin	Intensitas cahaya (lux)
Rata-rata		70,75°C	3914 lux	71,75°C	3872 lux
Rata-rata		59,24°C	75262lux	58,08333333°C	75068 lux

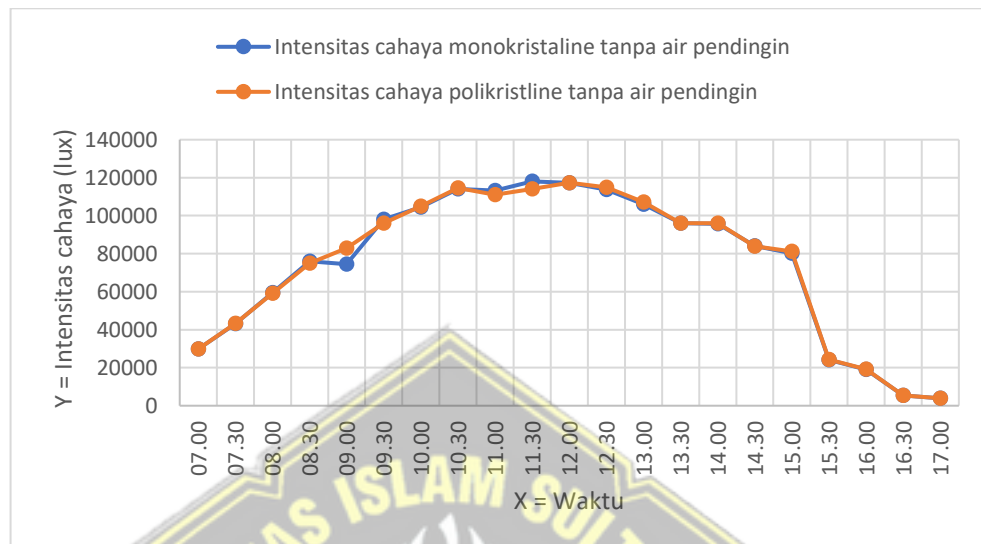
Hasil nilai suhu panel surya yang menggunakan air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* yang mendapatkan hasil yang berbeda, dapat dilihat perbandingan pada table diatas, hasil dari panel *monocrystalline* lebih tinggi, ini disebabkan karena dari factor intensitas cahaya yang didapat. Pada jam 17.00 WIB didapat suhu yang tinggi 71,75°C, dikarenakan pada suhu PV mengalami fluktuasi.



Gambar 4. 38 Grafik perbandingan pengukuran suhu pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline tanpa air pendingin.

Hasil nilai intensitas cahaya panel surya yang menggunakan variasi air pendingin dengan menggunakan 2 panel surya monocrystalline dan polycrystalline yang mendapatkan hasil yang berbeda, ini disebabkan karena dari factor dari factor cuaca yang ada di alam seperti sedikit mendung atau berawan maka dari itu

intensitas cahaya yang diserap berbeda dan pada jenis panel surya yang berbeda yang memiliki efisiensi yang berbeda.



Gambar 4. 39 Grafik perbandingan pengukuran intensitas cahaya pada panel surya monocrystalline dan polycrystalline langsung terpapar matahari.

BAB V

KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan analisa yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

1. Dengan menggunakan strategi dengan air pendingin, pada panel surya *monocrystalline* dengan pendingin dapat menghasilkan output dengan rata-rata keseluruhan arus 1,59A, tegangan 17,01V daya 27,69 W, dan pada panel surya *monocrystalline* tanpa air pendingin dapat menghasilkan output dengan rata-rata keseluruhan arus 1,55A, tegangan 15,39V daya 24,75W, dengan mekanisme menggunakan pendingin dapat menghasilkan daya output yang lebih tinggi.
2. Pada panel surya *polycrystalline* dengan pendingin dapat menghasilkan output dengan rata-rata keseluruhan arus 1,47A, tegangan 14,67V daya 22,16 W, dan pada panel surya *polycrystalline* yang tanpa air pendingin dapat menghasilkan output dengan rata-rata keseluruhan arus 1,45A, tegangan 13,38V daya 20,28W, dengan mekanisme menggunakan pendingin dapat menghasilkan daya output yang lebih tinggi.
3. Hasil perbandingan pada panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* dengan air pendingin, menghasilkan output yang lebih tinggi dengan *monocrystalline* arus 1,59A, tegangan 17,01V daya 27,69 W dan *polycrystalline* arus 1,47A, tegangan 14,67V daya 22,16 W, sedangkan pada perbandingan tanpa air pendingin *monocrystalline* menghasilkan output arus 1,55A, tegangan 15,39V daya 24,75W dan *polycrystalline* 1,45A, tegangan 13,38V dan daya 20,28W.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disarankan sebagai berikut:

1. Penelitian sebaiknya dilakukan ditempat yang luas yang tidak ada penghalangnya/pepohonan.
2. Penelitian dapat dilakukan pada musim penghujan.
3. Penelitian dapat memanfaatkan tracker otomatis.
4. Penelitian dengan menggunakan data loger.



DAFTAR PUSTAKA

- [1] P. Harahap, I. Bustami, and B. Oktrialdi, “Jurnal Mesil (Mesin, Elektro, Sipil,) Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari Dan Suhu Terhadap Daya Yang Dikeluarkan Oleh Modul Sel Surya Monocrystalline Dan Polycrystalline,” vol. 3, no. 3, pp. 1–5, 2022.
- [2] M. Senthil Kumar, K. R. Balasubramanian, and L. Maheswari, “Effect of temperature on solar photovoltaic panel efficiency,” *Int. J. Eng. Adv. Technol.*, vol. 8, no. 6, pp. 2593–2595, 2019, doi: 10.35940/ijeat.F8745.088619.
- [3] - Suwarti and - Wahyono, “Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya,” *Eksergi*, vol. 14, no. 2, pp. 46–52, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v14i2.1325.
- [4] X. Hou *et al.*, “Influence of light and its temperature on solar photovoltaic panels,” *E3S Web Conf.*, vol. 118, pp. 10–12, 2019, doi: 10.1051/e3sconf/201911801047.
- [5] F. Husnayain, “Analisis rancang bangun PLTS ON-Grid hibrid baterai dengan PVSYST pada kantin teknik FTUI,” *Electrices*, vol. 2, no. 1, pp. 21–29, 2020, doi: 10.32722/ees.v2i1.2846.
- [6] P. Widjanarko, Wahyu Nugroho and A. Dani dan Nila Alia, “STUDI IMPLEMENTASI SMALL PLTS OFF GRID BERBASIS BATERAI LiFePO4 PADA RUMAH TINGGAL DAYA TENAGA SURYA 200 W STUDY OF SMALL PLTS OFF GRID IMPLEMENTATION BASED ON LiFePO4 BATTERY AT 200 SOLAR SURYA POWER HOUSE,” *J. Ilm. Teknol. FST Undana*, vol. 13, no. 2, pp. 10–14, 2019.
- [7] Sapto Prayogo, “Pengembangan sistem manajemen baterai pada PLTS menggunakan on-off grid tie inverter,” *J. Tek. Energi*, vol. 9, no. 1, pp. 58–63, 2019, doi: 10.35313/energi.v9i1.1646.
- [8] S. Tri, I. Isdawimah, and I. Kamil, “Implementasi Penggunaan Super

- Kapasitor Pada Sistem PLTS Off-grid Sebagai Penstabil Baterai,” *Electrices*, vol. 4, no. 1, pp. 7–11, 2022, doi: 10.32722/ees.v4i1.4420.
- [9] R. Sianipar, “Dasar Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya,” *Jetri J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 11, pp. 61–78, 2017, doi: 10.25105/jetri.v11i2.1445.
- [10] R. T. Jurnal, “Studi Penyimpanan Energi Pada Baterai Plts,” *Energi & Kelistrikan*, vol. 9, no. 2, pp. 120–125, 2018, doi: 10.33322/energi.v9i2.48.
- [11] U. dan Hidayat, “Bab Ii Landasan Teori,” *J. Chem. Inf. Model.*, vol. 53, no. 9, pp. 8–24, 2019.
- [12] B. Ramdhani, “Dasar – dasar pembangkit listrik tenaga surya (PLTS),” *Giz*, pp. 1–28, 2017.
- [13] Muhammad Irfan, “Analisis Teknis dan Ekonomis Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) Sistem On Grid Menggunakan Software PVsyst (Studi Kasus PT. Pertamina RU II Dumai,” pp. 1–37, 2017.
- [14] Wiguna and A. W. Adhi, “Analisis Perbandingan Performansi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Statis Dan Tracking Sistem,” *Tek. Mesin Unisma*, pp. 5–23, 2022.
- [15] R. P. Merchán, M. J. Santos, A. Medina, and A. Calvo Hernández, “High temperature central tower plants for concentrated solar power: 2021 overview,” *Renew. Sustain. Energy Rev.*, vol. 155, p. 111828, 2022, doi: 10.1016/j.rser.2021.111828.
- [16] A. Wazwaz and M. S. Khan, “Variation in direct solar irradiation with relative humidity and atmospheric temperature,” *J. Ecol. Eng.*, vol. 20, no. 9, pp. 38–43, 2019, doi: 10.12911/22998993/112341.
- [17] E. Hasan Harun, F. Ahmad, and J. Ilham, “Pengaruh Temperatur Permukaan Panel Surya Terhadap Kapasitas Daya Yang Dihasilkan,” *J. Renew. Energy Eng.*, vol. 1, no. 2, pp. 25–28, 2023, doi: 10.56190/jree.v1i2.19.
- [18] B. R. Julian, Muliadi, and Syukri, “Analisis Pengaruh Radiasi Matahari Dan

Temperatur Terhadap Daya Keluaran Fotovoltaik Menggunakan SPSS,”
Aceh J. Electr. Eng. Tachnology, vol. III, no. 1, 2023.

- [19] Imania, “Bab 2 dasar teori 2.1,” *Repos. IT Telkom Porwokerto*, vol. d, pp. 5–17, 2019, [Online]. Available: [http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6282/2/BAB II.pdf](http://repository.ittelkom-pwt.ac.id/6282/2/BAB%20II.pdf).

