

TUGAS AKHIR

**ANALISIS HUBUNGAN ANTARA SUHU, KELEMBABAN UDARA DAN INTENSITAS
CAHAYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA
SURYA (STUDI KASUS : GUMIT KABUPATEN LANGKAT)**

*Diajukan Untuk Memenuhi Syarat Memperoleh Gelar Sarjana
Teknik Elektro Pada Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara*

Disusun Oleh:

RIZKY ELDY PRATAMA
1707220026



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH SUMATERA UTARA
MEDAN
2024**

LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan oleh :

Nama : Rizky Eldy Pratama

NPM : 1707220026

Program Studi : Teknik Elektro

Judul Skripsi : Analisis Hubungan Antara Suhu, Kelembaban Udara Dan Intensitas Cahaya Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Studi Kasus : Gomit Kabupaten Langkat)

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

Medan, 28 Mei 2024

Mengetahui dan Menyetujui

Pembimbing

(Noorly Evalina, S.T, M.T)

Penguji I

(Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T)

Penguji II

(Partaonan Harahap, S.T, M.T)

**Menyetujui,
Program Studi Teknik Elektro**

(Faisal Irsan Pasaribu, S.T, M.T)

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Lengkap : Rizky Eldy Pratama
Tempat /Tanggal Lahir : Binjai / 26 April 2000
NPM : 1707220026
Fakultas : Teknik
Program Studi : Teknik Elektro

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

Analisis Hubungan Antara Suhu, Kelembaban Udara Dan Intensitas Cahaya Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Studi Kasus : Gomit Kabupaten Langkat)

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

Bila kemudian hari diduga kuat ada ketidaksesuaian antara fakta dengan kenyataan ini, saya bersedia diproses oleh Tim Fakultas yang dibentuk untuk melakukan verifikasi, dengan sanksi terberat berupa pembatalan kelulusan/ kesarjanaan saya. Demikian Surat Pernyataan ini saya buat dengan kesadaran sendiri dan tidak atas tekanan ataupun paksaan dari pihak manapun demi menegakkan integritas akademik di Program Studi Teknik Sipil/Mesin/Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.

Medan, 20 Mei 2024

Saya yang menyatakan,



Rizky Eldy Pratama



LEMBAR ASISTENSI

Nama : Rizky Eldy Pratama
Pembimbing : Noorly Evalina, S.T., M.T.
Judul : Analisis Hubungan Antara Suhu, Kelembapan Udara, Dan Intensitas Cahaya Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Studi Kasus : Gomit, Kabupaten Langkat)

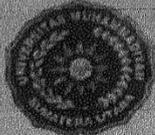
No.	Tanggal	Keterangan	Tanda Tangan
1	26-8-2021	- Buat rencana masalah dan tujuan TP	
2	8-9-2021	- Pembantu kajian teor, gambar blok diagram	
3	21-9-2021	- Pembantu gambar dan rencana yg sudah	
4	5-10-2021	- Pembantu label judul penelitian	
5	15-10-2021	- Pembantu diagram alir, gambar	
6	2-11-2021	Pembantu daftar Pustaka	
7	11-11-2021	Acc skripsi proposal	

Medan, 11 November 2021

Dosen Pembimbing

11/2021 Acc
11/

Noorly Evalina, 2022.02.23 15:10



UMSU
UNIVERSITAS SUMATERA UTARA

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RIZKY ELDY PRATAMA
NPM : 1707220026
PEMBIMBING : NOORLY EVALINA, S.T., M.T.
JUDUL : ANALISIS HUBUNGAN ANTARA SUHU, KELEMBAPAN UDARA DAN INTENSITAS CAHAYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (STUDI KASUS : GUMIT, KABUPATEN LANGKAT)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
8	5/12-2022 Perbaikan Perbaikan	Perbaikan kempil disekitar In rumah masalah dan ljin	
9	17/12-2022	Perbaikan Hal Pajiji	
10	20/12-2022	Ace Seulas	

MEDAN, 20 Desember..... 2022
DOSEN PEMBIMBING

20/12 2022
Ace Seulas

NOORLY EVALINA, S.T., M.T.



UMSU
Unggul | Cerdas | Terpercaya

LEMBAR ASISTENSI

NAMA : RIZKY ELDY PRATAMA
NPM : 1707220026
PEMBIMBING : NOORLY EVALINA, S.T., M.T.
JUDUL : ANALISIS HUBUNGAN ANTARA SUHU, KELEMBABAN UDARA, DAN INTENSITAS CAHAYA SEBAGAI ENERGI ALTERNATIF PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA (STUDI KASUS : GUMIT, KABUPATEN LANGKAT)

NO.	TANGGAL	KETERANGAN	TANDA TANGAN
	20/4 - 2024	Publikasi B20 TV	
	24/4 - 2024	Acc Eddy TA	

Acc Eddy TA
24/4 - 2024

MEDAN, 24 April 2024
DOSEN PEMBIMBING

NOORLY EVALINA, S.T., M.T.

ABSTRAK

Indonesia terletak pada iklim khatulistiwa, sehingga Indonesia mempunyai sumber energi surya yang berlimpah dengan intensitas radiasi matahari rata-rata sekitar 4,8 kWh/m² perhari diseluruh wilayah. Sel surya adalah suatu pembangkit energi listrik baru terbarukan yang semakin populer bagi masyarakat karena sumber energi yang tidak terbatas dan ramah lingkungan. Sumber energi yang hanya memanfaatkan sinar matahari dan bisa dirubah menjadi energi listrik. Namun untuk membangun sistem pembangkit listrik Sel Surya pada daerah Gumit Kabupaten Langkat dapat diperhatikan terlebih dahulu yaitu Suhu, Kelembapan Udara dan juga intensitas cahaya agar Sel Surya dapat bekerja maksimal dan energi yang di hasilkan cukup baik. Maka tujuan dari Penelitian ini adalah untuk menganalisis hubungan antara Suhu, Kelembapan udara dan juga intensitas cahaya yang ada pada pembangkit energi listrik tenaga sel surya yang ada pada daerah Gumit Kabupaten Langkat. Dengan dilakukannya pengujian dalam waktu 7 hari dengan melakukan percobaan waktu dari jam 08.00 wib sampai dengan 16.00 wib maka didapatkan dari hasil pengujian diperoleh data rata-rata suhu tertinggi pada temperatur 30 °C, dan kelembapan udara tertinggi sebesar 80 % , sedangkan intensitas cahaya matahari tertinggi sebesar 124.813 lux.

Kata Kunci : Sel Surya, Suhu, Kelembapan, Intensitas Cahaya

ABSTRACT

Indonesia is located in an equatorial climate, so Indonesia has abundant solar energy sources with an average solar radiation intensity of around 4.8 kWh/m² per day throughout the region. Solar cells are a new renewable electrical energy generator that is increasingly popular with the public because it is an unlimited and environmentally friendly energy source. An energy source that only uses sunlight and can be converted into electrical energy. However, to build a solar cell power generation system in the Gomit area, Langkat Regency, you must first pay attention to temperature, air humidity and light intensity so that the solar cells can work optimally and the energy produced is good enough. So the aim of this research is to analyze the relationship between temperature, humidity and light intensity in solar cell-powered electric energy plants in the Gomit area, Langkat Regency. By carrying out the test within 7 days by conducting time experiments from 08.00 WIB to 16.00 WIB, the test results obtained the highest temperature data at 30 °C, and the highest air humidity at 80%, while the intensity of sunlight the highest was 124.813 lux.

Keywords : *Solar Cells, Temperature, Humidity, Light Intensity*

KATA PENGANTAR



Puji dan syukur Penulis panjatkan kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulisan laporan Tugas Akhir, penulis dapat menyelesaikan dengan baik.

Laporan ini disusun untuk melengkapi tugas dan memenuhi syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik Jurusan Teknik Elektro Program Studi Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara

Penulisan laporan ini dapat terselesaikan atas bantuan, motivasi, bimbingan, dan kerja sama yang baik dari berbagai pihak. Oleh karena itu pada kesempatan ini, penulis berkenan menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Tuhan Yang Maha Esa.
2. Kedua orang tua atas segala jerih payah dan doa, dan juga saudara-saudara saya yang selalu memberi motivasi kepada saya dalam menyelesaikan tugas akhir ini.
3. Bapak Munawar Alfansury Siregar,ST,M,T., selaku Dekan Fakultas Teknik UMSU.
4. Ibu Noorly Evalina,S.T.,M.T. selaku Dosen Pembimbing Akademik dalam Kegiatan Pelaksanaan Tugas Akhir.
5. Bapak Faisal Irsan Pasaribu, S.T., M.T., selaku Ketua Jurusan Teknik Elektro.
6. Seluruh Dosen dan Staf Pengajar Universitas Muhammadiyah Sumatera Utara.
7. Wulan Nuzul Qoriati Siregar,S.Pd., selaku Pasangan yang telah memberikan support Penulis dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
8. Rekan – Rekan Guru dan Staff Tata Usaha SMA Negeri 1 Binjai Langkat yang telah memberikan banyak support dalam Penulisan Tugas Akhir.
9. Teman-teman seperjuangan stambuk 2017 yang telah memberikan dukungan terhadap penyelesaian laporan ini.

Penulis menyadari sepenuhnya, bahwa dalam penyusunan Laporan Tugas Akhir ini masih terdapat banyak kekurangan, baik dari segi tata tulis dan kualitas serta wawasan ulasan terhadap masalah yang disampaikan. Oleh karena itu penulis dengan sepenuh hati menerima kritik dan saran dari semua pihak yang mana nantinya dapat membuat laporan ini menjadi lebih baik.

Akhir kata semoga Laporan Tugas Akhir ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan juga bagi pembaca. Atas perhatiannya penulis mengucapkan terima kasih.

Binjai, Mei 2024
Hormat Saya

Penulis
Rizky Eldy Pratama
(1707220026)

DAFTAR ISI

COVER	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TUGAS AKHIR	iii
ABSTRAK	iv
ABSTRACT	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GRAFIK	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Ruang Lingkup	2
1.4. Tujuan Penelitian	3
1.5. Manfaat Penelitian	3
1.6. Sistematika Penulisan	3
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Tinjauan Pustaka Relavan	5
2.2. Cahaya	12
2.2.1. Sumber dari cahaya	13
2.2.2. Sifat-Sifat Cahaya	13
2.2.3. Refleksi Cahaya	14
2.3 Intensitas Cahaya	14
2.4 Iklim	14
2.4.1 Suhu Udara	16
2.5 Panel Surya (Solar Cell)	16
2.5.1 Semikonduktor dan Panel Surya	17
2.5.2 Proses Konversi Solar Cell	18

2.5.3	Jenis – Jenis Panel Surya	23
2.5.4	Pemanfaatan Energi Surya	25
2.5.5	Konversi Fotovoltaik	26
2.6	Solar Charger Controller	26
2.7	Baterai	28
2.7.1	Konstruksi Baterai	28
2.7.2	Tutup Ventilasi	29
2.7.3	Elektrolit	29
2.7.4	Terminal Baterai	30
BAB 3	METODOLOGI PENELITIAN	31
3.1	Waktu Penelitian	31
3.2	Denah Lokasi Penelitian	31
3.3	Diagram Blok Alat	32
3.4	Bahan dan Alat	32
3.5	Diagram Alir Penelitian	33
3.6	Metode Pengumpulan Data	33
3.7	Metode Pengolahan Data	34
BAB 4	HASIL PEMBAHASAN PENELITIAN	35
4.1	Pembangkit Tenaga Surya	35
4.2	Spesifikasi Solar Cell yang digunakan	36
4.3	Spesifikasi PLTS	36
4.3.1	Solar Cell	36
4.3.2	SCC	36
4.3.3	Baterai DC	36
4.4	Pengambilan Data Suhu, Kelembaban Udara, Intensitas Cahaya, dan Daya Semu Pada PLTS	37
4.4.1	Pengujian Hari Ke – 1	38
4.4.2	Pengujian Hari Ke – 2	42
4.4.3	Pengujian Hari Ke – 3	47
4.4.4	Pengujian Hari Ke – 4	52
4.4.5	Pengujian Hari Ke – 5	56
4.4.6	Pengujian Hari Ke – 6	60

4.4.7	Pengujian Hari Ke – 7	65
4.5	Hasil Pengambilan Data Selama 7 Hari	70
4.6	Perbandingan Antara Suhu dengan Kelembaban Udara Serta Perbandingan Antara Daya Semua ,dan Intensitas Cahaya Selama 7 Hari Penelitian	74
4.7	Pengaruh Antara Suhu, Kelembaban Udara, Intensitas Cahaya, dan Daya Semu Pada Panel Surya.	74
BAB 5 PENUTUP		75
5.1	Kesimpulan	75
5.2	Saran	75
DAFTAR PUSTAKA		76

LAMPIRAN

LEMBAR ASISTENSI

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Solar Cell	17
Gambar 2.2.	Semikonduktor	18
Gambar 2.3.	Semikonduktor Sebelum Tersambung	19
Gambar 2.4.	Elektron – Elektron Berpindah	20
Gambar 2.5.	Elektron Menyatu	20
Gambar 2.6.	Medan Listrik Internal	21
Gambar 2.7.	Proses Konversi	22
Gambar 2.8.	Sambungan Elektron Terkena Cahaya Matahari	22
Gambar 2.9.	Arus Listrik Timbul	23
Gambar 2.10.	Sel dan Deparator	28
Gambar 3.1	Denah Lokasi Penelitian	31
Gambar 3.2	Diagram Blok Alat	32
Gambar 3.3	Diagram Alir Penelitian	33
Gambar 4.1	Skema PLTS	35
Gambar 4.2	PLTS yang Digunakan	35
Gambar 4.3	Pengukuran Tegangan pada Baterai yang disuplai PLTS	37
Gambar 4.4	Pengambilan Data Hari Ke – 1	37
Gambar 4.5	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	38
Gambar 4.6	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	38
Gambar 4.7	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	39
Gambar 4.8	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	39
Gambar 4.9	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	40
Gambar 4.10	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	40
Gambar 4.11	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	40
Gambar 4.12	Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	41
Gambar 4.13	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	42
Gambar 4.14	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	43
Gambar 4.15	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	43
Gambar 4.16	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	44
Gambar 4.17	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	44

Gambar 4.18	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	45
Gambar 4.19	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	45
Gambar 4.20	Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	46
Gambar 4.21	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	47
Gambar 4.22	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	48
Gambar 4.23	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	48
Gambar 4.24	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	49
Gambar 4.25	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	49
Gambar 4.26	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	50
Gambar 4.27	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	50
Gambar 4.28	Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	50
Gambar 4.29	Pengambilan Data Hari Ke – 4	52
Gambar 4.30	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	52
Gambar 4.31	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	52
Gambar 4.32	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	53
Gambar 4.33	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	53
Gambar 4.34	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	55
Gambar 4.35	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	55
Gambar 4.36	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	56
Gambar 4.37	Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	56
Gambar 4.38	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	57
Gambar 4.39	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	58
Gambar 4.40	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	58
Gambar 4.41	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	58
Gambar 4.42	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	59
Gambar 4.43	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	59
Gambar 4.44	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	59
Gambar 4.45	Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	60
Gambar 4.46	Pengambilan Data Hari Ke – 6	61
Gambar 4.47	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	62
Gambar 4.48	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	62
Gambar 4.49	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	63

Gambar 4.50	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	.....63
Gambar 4.51	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	.....64
Gambar 4.52	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	.....64
Gambar 4.53	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	.....64
Gambar 4.54	Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	.....65
Gambar 4.55	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 08:00 – 09:00 WIB	.....66
Gambar 4.56	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 09:00 – 10:00 WIB	.....67
Gambar 4.57	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 10:00 – 11:00 WIB	.....67
Gambar 4.58	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 11:00 – 12:00 WIB	.....68
Gambar 4.59	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 12:00 – 13:00 WIB	.....68
Gambar 4.60	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 13:00 – 14:00 WIB	.....69
Gambar 4.61	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 14:00 – 15:00 WIB	.....69
Gambar 4.62	Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 15:00 – 16:00 WIB	.....70

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1	Spesifikasi Solar Cell	36
Tabel 4.2	Hasil Percobaan Hari Ke – 1	41
Tabel 4.3	Hasil Percobaan Hari Ke – 2	46
Tabel 4.4	Hasil Percobaan Hari Ke – 3	51
Tabel 4.5	Hasil Percobaan Hari Ke – 4	55
Tabel 4.6	Hasil Percobaan Hari Ke – 5	59
Tabel 4.7	Hasil Percobaan Hari Ke – 6	64
Tabel 4.8	Hasil Percobaan Hari Ke – 7	69
Tabel 4.9	Hasil Data Percobaan selama 7 Hari (rata-rata)	72

DAFTAR GRAFIK

Grafik 4.1	Grafik Pengujian Hari Ke – 1	42
Grafik 4.2	Grafik Pengujian Hari Ke – 2	47
Grafik 4.3	Grafik Pengujian Hari Ke – 3	51
Grafik 4.4	Grafik Pengujian Hari Ke – 4	56
Grafik 4.5	Grafik Pengujian Hari Ke – 5	60
Grafik 4.6	Grafik Pengujian Hari Ke – 6	65
Grafik 4.7	Grafik Pengujian Hari Ke – 7	70
Grafik 4.8	Grafik Rata-Rata Suhu selama 7 Hari	70
Grafik 4.9	Grafik Rata-Rata Kelembaban Udara selama 7 Hari	71
Grafik 4.10	Grafik Rata-Rata Intensitas Cahaya selama 7 Hari	71
Grafik 4.11	Grafik Rata-Rata Daya Semu selama 7 Hari	72
Grafik 4.12	Grafik Rata – Rata Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara Selama 7 Hari Penelitian	73
Grafik 4.13	Grafik Rata – Rata Perbandingan Intensitas Cahaya dan Daya Semu Selama 7 Hari Penelitian	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Data konsumsi energi mengalami peningkatan setiap tahunnya, peningkatan ini sejalan dengan pertumbuhan ekonomi nasional. Terkhusus di Indonesia, peningkatan konsumsi energi ini akan menjadi suatu masalah apabila kebutuhan tidak mencukupi dari yang dibutuhkan. Kebijakan-kebijakan yang diambil oleh PLN (Perusahaan Milik Negara) sebagai Badan Usaha Milik Negara (BUMN) untuk menyediakan energi telah menunjukkan bahwa ketersediaan listrik yang ada sudah tidak mampu lagi memenuhi kebutuhan listrik nasional. Apabila permasalahan kebutuhan listrik ini tidak diatasi maka pertumbuhan perekonomian nasional akan terganggu, mengingat segala aspek dalam lingkup masyarakat Indonesia bergantung pada energi listrik.

Berbagai upaya telah dilakukan pemerintah dan para peneliti untuk memecahkan masalah kebutuhan energi listrik. Salah satu upaya yang dilakukan adalah mencari energy alternative dan bersifat terbarukan. Pada hal ini energi alternatif yang terbarukan adalah cahaya matahari. Mengingat bahwa Indonesia adalah Negara tropis yang dilewati oleh garis katulistiwa, hal itu menyebabkan energi matahari yang diterima di Indonesia lebih efektif untuk dimanfaatkan sebagai sumber energi alternatif terbarukan.

Upaya yang telah dikembangkan untuk memanfaatkan cahaya matahari adalah PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya). PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya akan lebih diminati jika dapat digunakan untuk keperluan yang relevan terkhusus dirumah-rumah ibadah.

Energi yang dihasilkan PLTS sangat dipengaruhi oleh intensitas cahaya matahari pada suatu tempat. Pada suatu kasus didaerah gumi langkat, ketika melihat secara kasat mata matahari terlihat sangatlah terik. Namun pada sisi lain suhu pada daerah tersebut relatif dingin. Hal itu tentu saja membuat kita bertanya tanya apakah intensitas cahaya matahari berbanding lurus atau berbanding terbalik dengan suhu sekitar. Atau bahkan suhu dan intensitas tidak menentu, kadang berbanding lurus dan kadang berbanding terbalik.

Mengingat juga pada Daerah Gomit Kabupaten Langkat tersebut adalah desa yang tidak jarang terjadinya pemadaman listrik. Daerah ini juga cukup unik, karna apabila dirasakan daerah ini memiliki cuaca yang sejuk. Tetapi intensitas cahaya matahari yang kita rasakan juga cukup terik. Maka dari itu penulis ingin melakukan penelitian untuk menganalisa hubungan antara suhu, kelembapan udara dan intensitas cahaya sebagai potensi pembangkit listrik tenaga surya.

Maka dari itu penulis ingin mengangkat judul “Analisis Hubungan Antara Suhu, Kelembaban Udara dan Intensitas Cahaya Sebagai Energi Alternatif Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Studi Kasus : Gomit Kabupaten Langkat)” untuk membuktikan apakah PLTS efisien digunakan pada daerah tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah yang diambil pada penelitian ini adalah :

1. Berapa Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara yang ada didaerah Gomit Kabupaten Langkat selama penelitian 7 hari ?
2. Bagaimana pengaruh Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara pada daerah Gomit Kabupaten Langkat terhadap daya yang dihasilkan PLTS ?
3. Bagaimana pengaruh intensitas cahaya terhadap daya yang akan dihasilkan panel surya?.

1.3. Ruang Lingkup

Karena luasnya permasalahan, penulis merasa perlu untuk membatasi masalah yang akan dibahas dalam laporan ini, mengingat keterbatasan waktu, tempat, kemampuan dan pengalaman.

Adapun hal-hal yang akan dibatasi dalam Tugas Akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Mengukur tingkat kebesaran intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara pada daerah Gomit Kabupaten Langkat selama 7 Hari. Pengujian hanya di lakukan mulai pagi hari sampai sore hari , tidak dilakukan pada malam hari
2. Beberapa pengaruh instensitas cahaya, suhu dan kelembaban udara yang telah diukur dapat mengalami perbedaan dalam setiap waktu pengujiannya dari beberapa musim panas maupun hujan. Tempat yang dilakukan adalah ruangan terbuka.

3. Bentuk grafik perbandingan yang dihasilkan antara intensitas Cahaya, suhu, dan Kelembaban Udara pada daerah Gomit Kabupaten Langkat terdapat hasil yang berbeda dari setiap waktu pengujiannya. Grafik yang didapatkan didalam sebuah perhitungan.

1.4. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah :

1. Mampu menganalisis untuk mencari besaran nilai intensitas Cahaya, suhu, dan Kelembapan Udara pada daerah Gomit Kabupaten Langkat selama penelitian 7 hari .
2. Mampu menganalisis pengaruh Intensitas Cahaya, Suhu dan Kelembaban Udara pada daerah Gomit Kabupaten Langkat terhadap daya yang dihasilkan PLTS.
3. Mampu menganalisis grafik perbandingan antara Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban Udara dan Daya yang dihasilkan dari penelitian PLTS yang dilakukan di daerah Gomit Kabupaten Langkat.

1.5. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat yang diharapkan penulis adalah

1. Mengetahui pengaruh suhu, kelembapan udara dan intensitas cahaya terhadap arus , tegangan dan daya yang dihasilkan PLTS.
2. Mengetahui daya semu panel surya 240 WP pada daerah Gomit Kabupaten Langkat.

1.6 Sistematika Penulisan

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

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada BAB ini menjelaskan tentang pendahuluan, latar belakang, rumusan masalah, ruang lingkup, tujuan, manfaat dan sistematika penulisan.

BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA

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

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Pada BAB ini menjelaskan tentang tempat dan waktu penelitian, fungsi-fungsi dari alat dan bahan penelitian, tahapan-tahapan yang dilakukan dalam pengerjaan, tata cara pengujian dan struktur dari langkah-langkah pengujian.

BAB 4 HASIL PEMBAHASAN PENELITIAN

Pada BAB ini menjelaskan tentang analisis hasil dari penelitian serta penyelesaian masalah yang terdapat didalam penelitian ini.

BAB 5 PENUTUP

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

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Tinjauan Pustaka Relevan

Penelitian ini bertujuan memberikan gambaran yang jelas mengenai efisiensi penggunaan Panel Surya sebagai sumber energi alternatif jika dibandingkan dengan penggunaan generator/Genset sebagai sumber energi untuk peralatan listrik. Dalam penelitian ini, digunakan Panel Surya dengan kapasitas 100 WP, yang mana energi yang dihasilkan Panel Surya tersebut kemudian disimpan dalam baterai (accu) dengan kapasitas 12 volt 70 Ah. Energi listrik yang dihasilkan oleh Panel Surya tersebut masih berupa energi listrik dengan tegangan searah. Oleh karena kebanyakan peralatan listrik yang ada menggunakan tegangan bolak-balik, maka diperlukan sebuah inverter untuk mengubah tegangan searah yang dihasilkan oleh Panel Surya menjadi tegangan bolak balik. Inverter yang digunakan dalam penelitian ini berkapasitas 200 watt sebagai pengubah tegangan DC 12 volt ke AC 220 vol, yang kemudian akan digunakan sebagai sumber energi listrik untuk peralatan listrik yang berupa blender dan lampu listrik. [1]

Sel Photovoltaic atau Sel PV merupakan suatu perangkat yang mengkonversikan energi radiasi matahari menjadi energi listrik. Solar cell dapat bekerja secara optimum dengan kondisi tertentu. Pengoperasian maksimum sel surya sangat tergantung pada temperatur panel surya, radiasi matahari, keadaan atmosfer bumi, orientasi panel surya, serta letak posisi panel surya (array) terhadap matahari (tilt angle). Pada penelitian ini yang diamati yaitu pengaruh suhu terhadap daya output solar cell 10 wp tipe monocrystalline, solar cell yang dipakai untuk penelitian memiliki daya output maksimal sebesar 17.82 Volt penelitian dilakukan di tondano selatan dengan suhu minimum antara 16,1°C dan 18,7°C, suhu maksimum berkisar antara 28,6° dan 30,4°C dan memiliki kelembaban udara berkisar antara 84% dan 93%. Tekanan udara antara 940,0 dan 941,5 mb dengan kecepatan angin antara 1 dan 5,4 knot . Untuk mengukur suhu permukaan solar cell pada penelitian ini memakai Thermometer digital dan untuk daya output memakai Wattmeter. Pada penelitian ini menggunakan sudut kemiringan sebesar 2° dengan 4 arah kemiringan yaitu lintang selatan (LS), lintang utara (LU), lintang timur (LT),

dan lintang barat (LB). Hasil penelitian menunjukkan suhu permukaan solar cell bekerja efektif berkisar pada angka 40-48°C dengan daya output mencapai angka 14 Volt, pada sudut kemiringann yang efektif yaitu pada 2° LS. Suhu permukaan yang dihasilkan sebesar 45.3°C dengan daya output 14.98 Volt kemudian juga suhu permukaan meningkat sebesar 52.7°C dengan daya output sebesar 13.04 Volt, sehinnnga selisih daya mencapai 1.94 Volt, hal ini terjadi karena tahanan pada solar Cell yang dimana pada ketahanan solar cell ada beberapa indikator yaitu ketahanan shunt dan tahanan seri, tahanan shunt (R_{sh}) muncul dari ketidak sempurnaan pada permukaan perangkat dan dalam jumlah besar serta dari arus bocor di tepi sel. Ini merupakan jalur parallel konduktivitas di persimpangan p-n dan mengurangi efisiensi sel dengan meningkatkan arus bocor yang menurunkan daya keluaran maksimum (P_m), tegangan sirkuit terbuka (V_{oc}), dan faktor kurva (CF). ada beberapa mekanisme fisik yang bertanggung jawab atas tahanan seri, dimana contributor utama adalah tahanan bulk pada semikonduktor, tahanan lembar kontak logam dan interkoneksi, dan tahanan kontak antara kontak logam dan semikonduktor. Dalam sel surya konsentrator penting untuk meminimalkan tahanan seri. Tahanan seri dan shunt dalam sel surya adalah parameter parasite, yang mempengaruhi karakteristik arus-tegangan (I-V) dan efisiensi sel. Nilai tahanan seri (R_s) yang sangat tinggi dan nilai tahanan shunt (R_{sh}) yang sangat rendah masing-masing mengurangi kepadatan arus hubung singkat (I_{sc}) dan voltase sirkuit terbuka (V_{oc}). Pengaruh tahanan seri dan shunt pada fill factor dan efisiensi panel surya adalah menurunkan fill factor (FF) dan menurunkan efisiensi.[2]

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh temperatur, kelembaban, kecepatan udara dan intensitas cahaya matahari terhadap daya listrik yang dihasilkan oleh panel surya. Metode penelitian yang digunakan adalah metode eksperimen, dengan melakukan pengambilan data secara langsung menggunakan dua buah panel surya yang dirangkaikan secara seri dan paralel dan dilakukan di dua tempat yang berbeda yaitu kawasan pesisir dan dataran tinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa temperatur, kelembaban dan kecepatan udara dengan terhitung yaitu -0,5765; 0.0063; dan 0.5608. Nilai thitung lebih kecil daripada tabel

2,2281 menunjukkan tidak ada pengaruh yang signifikan antara signifikan antara temperatur, kelembaban dan kecepatan udara terhadap daya listrik panel surya. Untuk intensitas cahaya didapatkan nilai thitung adalah 2,301. Nilai thitung lebih besar dari ttabel 2,2281 maka disimpulkan ada pengaruh yang signifikan antara intensitas cahaya terhadap daya listrik panel surya.[3]

Penelitian ini merancang sebuah sistem PLTS ongrid pada atap Masjid Jami' Al-Muhajirin menggunakan perangkat lunak PVSyst untuk mengetahui potensi dan kelayakan dari segi ketenagalistrikan dan kelayakan dari aspek ekonomi. Sistem PLTS dengan kapasitas sebesar 8,2 kWp di atap Masjid Jami' Al-Muhajirin menggunakan 4 variasi rancangan sistem PLTS. Variasi 1 menggunakan panel polikristalin 150 Wp. Variasi 2 menggunakan panel polikristalin 250 Wp. Variasi 3 menggunakan panel surya monokristalin 150 Wp. Variasi 4 menggunakan panel surya monokristalin 250 Wp. Berdasarkan hasil rancangan dan simulasi menggunakan perangkat lunak PVSyst, yang paling layak diimplementasikan adalah sistem PLTS variasi 2 dengan produksi energi sebesar 12.31 MWh/tahun dan performance ratio sebesar 81.93%. Hasil analisis kelayakan investasi berdasarkan sudut pandang ekonomi dari keempat variasi menunjukkan bahwa investasi yang paling layak untuk diimplementasikan yaitu sistem PLTS variasi 1 karena memiliki nilai NPV yang paling besar dan waktu pengembalian dana investasi awal yang paling cepat.[4]

Dalam penelitian ini membahas semakin hari sumber daya fosil semakin berkurang, penggunaan bahan bakar fosil untuk pengairan di daerah persawahan juga berdampak pada pencemaran lingkungan, juga mahal biaya oprasionalnya. Untuk mengurangi masalah ini kami menawarkan energi alternatif sebagai pengganti dari energi fosil. Energi alternatif yang kami gunakan adalah energi yang bersumber dari matahari dengan panel surya. Panel surya dipasang dengan membentuk sudut agar intensitas cahaya matahari yang didapat lebih besar. Tegangan dan arus bergantung dengan intensitas cahaya matahari yang dihasilkan oleh panel surya, sehingga daya yang didapat juga besar. Rangkaian panel surya ditambah dengan SCC (Solar Charger Controller) agar tidak terjadi kelebihan

pengisian daya dan juga menambah efisiensi kerja dari solar cell tersebut. Penggunaan solar cell ini sangat membantu para petani agar lebih hemat biaya operasional dan juga ramah lingkungan. Waktu yang tepat untuk penyiraman adalah pada pagi dan sore hari saat arus yang dihasilkan mencapai maksimum, dan pengisian daya paling cocok dilakukan pada siang hari saat intensitas cahaya matahari dan daya yang dihasilkan mencapai maksimum.[5]

Dalam penelitian ini solar panel digunakan sebagai emergency ketika sumber aliran listrik dari PLN mengalami masalah. Hasil yang didapat dari perancangan alat ini adalah ketahanan battery selama 12 jam dengan beban 2 buah lampu DC 5 watt dan 2 buah slot untuk mencharge hp spesifikasi 5 volt. Ketika sumber listrik dari PLN terputus, maka akan segera pindah ke sumber panel surya dengan waktu 01,43 detik.[6]

Kemudian Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui unjuk kerja dari sistem kelistrikan PLTS serta mensimulasikan hasil produksi PLTS menggunakan software Helioscope sehingga dapat membandingkan antara hasil produksi simulasi 2 skenario dengan kondisi riil untuk mengetahui tingkat efektivitas dalam penghematan tagihan listrik dan faktor yang mempengaruhi dari hasil produksi energi PLTS. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa potensi energi listrik yang dihasilkan selama setahun dari simulasi Skenario 1 dengan Skenario 2 yaitu sebesar 38,90MWh dan 39,07MWh. Diketahui hasil produksi energi riil dari bulan Juli s.d Desember 2021 sebesar 18.083 kWh dengan hasil simulasi skenario 1 dengan skenario 2 dari bulan Juli s.d Desember 2021 yaitu sebesar 19.810 kWh dan 20.015 kWh. Selisih produksi energi riil dengan hasil simulasi pada skenario 1 dan scenario 2 yaitu sebesar 1.727kWh dengan persentase 8,72%, dan sebesar 1.931kWh dengan persentase 9,65%. Persentase penghematan yang diperoleh selama 6 bulan di tahun 2021 dibandingkan 6 bulan di tahun 2020 yaitu sebesar 56,42% dengan nilai penghematan sebesar Rp.18.783.953.[7]

Ada juga penelitian yang memanfaatkan energi matahari sebagai sumber daya yang akan digunakan pada lampu lalu lintas, seperti penelitian yang dilakukan oleh

dimana Penelitian ini bertujuan mengembangkan inovasi teknologi pembangkit listrik bersumber dari energi matahari. Pengkonversi energi matahari menjadi energi listrik menggunakan fotovoltaik atau sel surya. Sedangkan energi listrik yang dihasilkan disimpan dalam sebuah baterai. Manfaat dari penelitian untuk memberdayakan energi matahari secara optimal sebagai sumber energi listrik pada lampu pengatur lalu lintas. Berdasarkan percobaan dari satu modul surya 50 Wp diperoleh kuat arus pada sel surya dan kuat arus yang mengalir ke dalam baterai yang berfluktuatif besarnya. Energi listrik yang dihasilkan dari penyinaran sinar matahari selama 6 jam mampu menyalakan 4 buah lampu dengan total daya 30 watt selama 16 jam. Diharapkan dari hasil riset ini dapat diadakan penelitian lanjutan mengenai teknologi pengukuran secara realtime agar dapat memonitoring potensi energi sepanjang musim.[8]

Energi surya merupakan salah satu sumber energy yang tersedia ada di alam. Energi surya juga merupakan energi yang tidak akan pernah habis. PLTS adalah sebuah alat pembangkit listrik dengan memanfaatkan energi surya diubah menjadi energi listrik. PLTS sering juga disebut dengan sel surya (cell photovoltaic). PLTS sering digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan di berbagai tempat seperti industri, pabrik, perumahan, sekolah dan tempat umum yang lain. Kelebihan dari PLTS adalah ramah lingkungan dan sumber energinya tak terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui berapa besar daya yang dihasilkan dari sebuah instalasi sederhana dari surya sell. Metode eksperimen di gunakan dalam penelitian ini. Variabel dari penelitian ini adalah kapasitas dari panel surya sell yaitu 10 WP, 20 WP dan 30 WP. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya yang dihasilkan yaitu perbandingan daya maksimal dari ketiga panel surya yang di teliti bahwa pada panel surya berkapasitas 10WP pada jam 10.00 yaitu 5,6 Watt. Sedangkan daya maksimum pada panel surya kapasitas 20WP pada jam 10.00 yaitu 6,33 Watt. Dan daya maksimum pada panel surya kapasitas 30WP adalah pada jam 13.00 yaitu 3,89 Watt. Pada penelitian hasil perbandingan antara daya yang dihasilkan pada panel surya tersebut berubahubah tergantung kondisi cuaca alam yang sedang terjadi.[9]

Penelitian ini melakukan perancangan prototype alat pemilah sampah secara otomatis, sampah jenis organik dan jenis anorganik dengan menggunakan Solar Panel 100 WP sebagai sumber energi listrik terbarukan. Dengan perancangan prototype alat ini diharapkan alat mampu memilah-milah sampah secara otomatis dan masing-masing langsung masuk ke dalam box sampah, baik sampah jenis logam maupun sampah jenis anorganik dan organik. Penggunaan Solar Panel 100 WP sebagai sumber energi listrik diharapkan mampu menekan penggunaan energi fosil dan keselamatan lingkungan terhadap dampak polusi CO₂. Maka diharapkan mampu menunjang program penggunaan energi terbarukan yang dicanangkan oleh pemerintah dapat terwujudkan.[10]

Meningkatnya kebutuhan energi listrik mengakibatkan bertambahnya penggunaan pembangkit listrik berbahan bakar fosil yang ketersediaannya semakin lama semakin menipis. Hal tersebut menjadi alasan berkembangnya energi baru terbarukan. Sel surya merupakan salah satu energi baru terbarukan yang berpotensi untuk dikembangkan di Indonesia, karena intensitas Matahari yang tinggi. Dan diharapkan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) dapat meringankan beban PLN dalam menyediakan kebutuhan energi listrik. Penelitian ini membahas analisa ekonomi perencanaan sistem PLTS terhubung dengan jaringan listrik PLN hasil simulasi HOMER dan PVsyst. Dari sisi ekonomi menganalisis biaya investasi dan alur kas selama investasi PLTS, menggunakan beberapa metode, yaitu Net Present Value (NPV), Benefit–Cost Ratio (B-CR), dan Discounted Payback Period (DPP). Serta menghitung harga jual energi listrik untuk memperoleh kelayakan investasi. Hasil perhitungan analisis ekonomi teknik berdasarkan simulasi HOMER dan PVsyst dengan harga jual energi sebesar Rp 840,2 tidak layak, karena tidak mampu mengimbangi biaya investasi awal yang tinggi. Setelah dilakukan analisis sensitivitas dengan menaikkan harga jual energi, hasil perhitungan analisis ekonomi teknik berdasarkan simulasi HOMER dapat dikatakan layak apabila harga jual energi sebesar Rp 1932,8/kWh, sedangkan untuk PVsyst sebesar Rp 1440,2/kWh, karena mampu menutup biaya investasi. [11]

Tujuan utama penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh intensitas matahari, suhu permukaan, dan sudut pengarah terhadap daya panel surya. Pengaruh intensitas matahari didapat dengan cara perubahan waktu sehingga intensitasnya bervariasi dengan sudut tetap 90° dan suhu permukaan relatif sama, suhu permukaan didapatkan dengan cara memvariasi suhu dengan sudut pengarah tetap 90° dan intensitas relatif sama, sudut pengarah didapat dengan cara memvariasi sudut pengarah dengan intensitas dan suhunya relatif sama. Pengaruh kinerja panel surya yaitu semakin besar intensitas matahari maka arusnya semakin besar dan tegangannya cenderung tetap. Suhu permukaan mempengaruhi performa panel surya yaitu semakin besar temperaturnya maka tegangannya semakin kecil dan arusnya cenderung tetap. Sudut pengarah mempengaruhi performa panel surya yaitu semakin mendekati tegak lurus terhadap datangnya cahaya matahari maka tegangan dan arusnya akan semakin besar. Data-data hasil pengujian kemudian diolah untuk mengetahui daya listrik maksimum yang mampu dihasilkan. Hasil tugas akhir ini menunjukkan bahwa pada intensitas matahari 1006 W/m^2 dengan daya terbesar yang mampu dihasilkan adalah $28,035 \text{ watt}$. Pada temperature permukaan $54,5^\circ\text{C}$ dengan daya terbesar $28,035 \text{ watt}$. Pada sudut pengarah 90° daya terbesar yang dihasilkan adalah $26,7735 \text{ watt}$. Performa panel surya dipengaruhi oleh intensitas matahari, temperatur permukaan, dan sudut pengarah semakin besar faktor yang mempengaruhinya daya yang dihasilkan juga semakin besar.[12]

Dalam penelitian ini, kami menganalisis pengaruh intensitas cahaya, suhu, dan kelembaban di modul PLTS terhadap output tegangan dan daya. Di dalam percobaan, kami menghitung output tegangan dan daya PLTS menggunakan Multimeter serta rumus perhitungan. Serta dengan intensitas cahaya yang dapat diukur dengan sensor cahaya LDR dan suhu modul PLTS yang diukur menggunakan sensor DHT11 sebagai pembaca suhu serta kelembaban. Kedua sensor ini dipadukan dengan ESP32, sebagai unit processor pengolah dan pengirim data. Dari hasil penelitian tersebut didapatkan output tegangan $16\text{-}17 \text{ VDC}$ pada suhu modul $38\text{-}45^\circ\text{C}$ dan diperoleh tegangan $17\text{-}19 \text{ VDC}$ pada suhu modul $25\text{-}38^\circ\text{C}$. Hasil percobaan tersebut menggambarkan output tegangan yang baik pada

suhu normal yaitu 25-38°C dan output tegangan kurang baik di suhu overheating 38-45°C. Serta kondisi aktual saat pengujian dipengaruhi juga dari Intensitas cahaya dan kelembaban, ketiganya tersebut saling berkaitan untuk hasil daya yang dihasilkan.. Untuk kedepannya, hasil penelitian ini dapat dikembangkan bukan hanya memonitoring tegangan tetapi juga dapat memonitoring parameter yang lain seperti langsung kalibrasi Pout (Daya yang dikeluarkan), Pin (Daya yang diterima) serta langsung dapat menghitung efisiensinya (ρ) oleh panel surya berdasar pengaruh lingkungan intensitas cahaya, suhu dan kelembaban. [13]

Kebutuhan energi listrik semakin meningkat seiring dengan tumbuhnya kemajuan di berbagai sektor seperti perekonomian, industri dan berbagai bidang lainnya, energi listrik yang umumnya menggunakan bahan bakar konvensional seperti minyak bumi dan batubara menyebabkan ketersediaannya di alam semakin menipis, upaya-upaya terus dilakukan. untuk mengatasi permasalahan tersebut dengan menggunakan energi baru dan terbarukan yang sumber alaminya tidak akan pernah habis seperti matahari, besarnya energi matahari yang dapat dikonversi tergantung pada luas sel surya yang digunakan, sinar matahari yang diterima oleh modul PV akan diubah. menjadi tegangan listrik arus searah untuk dibebankan ke baterai oleh solar charge controller, yang berfungsi untuk menghindari pengisian baterai yang berlebihan, baterai akan mengirimkan arus searah yang dibutuhkan inverter untuk diubah menjadi arus bolak-balik sehingga bisa digunakan pada beban yang diperlukan, penelitian ini menggunakan pembangkit listrik tenaga surya berkapasitas 200 wp dengan pengontrol solar charger, mampu memenuhi daya yang dibutuhkan beban listrik bila diubah menjadi tegangan 220 VAC, pengujian menggunakan beban solder, diperoleh rata-rata faktor daya adalah 0,97, daya rata-rata 13,13 watt.[14]

2.2. Cahaya

Energi dalam bentuk gelombang elektro magnetic yang dapat dilihat dengan mata telanjang yang memiliki panjang gelombang 380 dan 750 nm disebut dengan cahaya. Cahaya adalah partikel yang disebut foton. Dimana foton adalah medan elektromagnetik kuantum yang berinteraksi dengan electron dan inti. Didalam kamus

besar Bahasa Indonesia, Cahaya diartikan sebagai sinar atau terang (dari sesuatu yang bersinar seperti matahari, bulan, lampu) yang memungkinkan mata menangkap bayangan benda-benda disekitarnya.

2.2.1. Sumber dari Cahaya

Objek yang dapat memancarkan cahaya disebut sumber cahaya. Ada dua jenis cahaya berdasarkan sumbernya, yaitu :

1. Cahaya yang berasal dari objek itu sendiri (matahari, lilin, lampu, senter, dll)
2. Cahaya yang terpancar dari objek karena cahaya yang dipantulkan dari sumber cahaya utamanya.

2.2.2 Sifat – sifat cahaya

1. Cahaya Lurus

Jenis cahaya yang merambat dapat dideteksi dengan mengamati cahaya pada kendaraan bermotor yang kita gunakan. Garis rambat cahaya ini disebut cahaya. Karena sifat cahaya ini yang merambat lurus kedepan, manusia dapat menggunakan cahaya untuk berbagai keperluan seperti senter, lampu, dll.

2. Cahaya bias menembus benda bening

Benda transparan dapat ditransmisikan oleh cahaya. Objek transparan ini dapat diterima oleh semua cahaya yang diterimanya. Contoh benda bening adalah gelas, air bening, kaca bening, dll. Berdasarkan intrusi cahaya yang bias dipindahkan, benda dibagi menjadi tiga bagian, yaitu :

- a) Benda transparan
- b) Benda translusens (hanya sebagai cahaya yang dapat diterima)
- c) Benda buram (benda yang tidak dapat ditembus cahaya)

3. Cahaya bias dipantulkan

Cahaya adalah termasuk gelombang elektromagnetik dalam fisika. Gelombang cahaya dapat dipantulkan, refleksi cahaya terjadi ketika cahaya menyerang area pantulan.

2.2.3 Refleksi cahaya

1. Refleksi teratur

Refleksi teratur adalah refleksi yang menghasilkan sinar paralel dari cahaya yang dipantulkan. Refleksi teratur terjadi ketika cahaya mengenai benda dengan permukaan datar atau mengkilap. Cermin adalah objek yang dapat memantulkan cahaya dengan sempurna. Objek yang dibuat dengan refleksi biasa sangat bagus dan sesuai dengan objek aslinya.

2. Refleksi yang menyebar

Refleksi menyebar adalah refleksi yang menciptakan sinar cahaya ke segala arah dan tidak teratur. Refleksi menyebar biasanya terjadi ketika cahaya menyerang objek yang dipantulkan dengan permukaan yang tidak rata, bergelombang dan kasar. Contoh reflektifitas difus atau menyebar adalah cahaya yang dipantulkan oleh gelombang air dan membentuk objek yang tidak terlihat seperti aslinya.

2.3 Intensitas Cahaya

Cahaya merupakan suatu bentuk energi yang sangat penting yang dibutuhkan oleh seluruh makhluk hidup yang ada di bumi. Kehidupan di bumi dipastikan tidak berjalan sempurna tanpa adanya cahaya. Sinar putih yang biasa terlihat disebut juga cahaya tampak atau *visble light* terdiri dari semua komponen warna dari spektrum cahaya. Spektrum cahaya terbagi berdasarkan atas *range* (jarak) panjang gelombang. alat ukur cahaya (lux meter) adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya intensitas cahaya di suatu tempat. Besarnya intensitas cahaya ini perlu diketahui karena biasanya manusia juga memerlukan penerangan yang cukup. Untuk mengetahui besarnya intensitas cahaya diperlukan sensor yang cukup peka terhadap cahaya.[15]

2.4 Iklim

Iklim merupakan suatu sintesis kejadian-kejadian cuaca selama kurun waktu yang panjang, yang secara statistik cukup dapat dipakai untuk menunjukkan nilai statistik. Nilai statistik yang dimaksudkan antara lain nilai rata-rata, variasi, peluang

nilai ekstrim, dan lain-lain, dimana kondisi tersebut berbeda dengan keadaan yang ditunjukkan pada setiap saatnya. Iklim suatu tempat merupakan keadaan keseimbangan antara semua unsur berbagai komponen sistem iklim pada suatu kondisi masukan tertentu kepada sistem iklim ditempat tersebut. Iklim di bumi sangat dipengaruhi oleh kesetimbangan panas di bumi.

Peningkatan suhu ini diperkirakan juga akan memicu perubahan dalam banyak aspek dari cuaca seperti pola angin, energi konveksi, jumlah, tipe dan frekuensi hujan serta frekuensi kejadian cuaca ekstrim.[16]

Perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan pada iklim yang dipengaruhi langsung atau tidak langsung oleh aktivitas manusia yang mengubah komposisi atmosfer, yang akan memperbesar keragaman iklim teramati pada periode yang cukup panjang. Perubahan iklim memiliki pengertian yang merujuk pada variasi signifikan secara statistik terhadap kondisi rata-rata iklim maupun variabilitasnya. Ada beberapa teori yang menjelaskan tentang perubahan iklim. Namun, teori yang paling ilmiah adalah Teori Karbondioksida. Teori ini menjelaskan bahwa, karbondioksida (CO_2) yang berada di atmosfer berlaku sebagai rumah kaca. CO_2 menyerap radiasi gelombang panjang dari permukaan bumi, yakni pada panjang gelombang 4-5 μ dan spektrum yang terletak pada rentang 12-18 μ . Akibatnya peningkatan konsentrasi CO_2 dalam atmosfer yang terus-menerus menyebabkan peningkatan suhu atmosfer bumi dan mengurangi radiasi bumi yang seharusnya menghilang ke angkasa [8]

Angin dapat terjadi jika pada suatu saat terjadi perbedaan tekanan udara pada arah mendatar, maka akan terjadi gerakan perpindahan masa udara dari tempat dengan tekanan udara yang tinggi ke tempat dengan tekanan udara yang rendah. Gerakan arus angin jarang sekali dapat berlangsung dalam keadaan rata atau halus. Umumnya gerakan angin akan terganggu oleh adanya turbulensi dalam berbagai bentuk dan ukuran yang berkembang dan saling mengganggu dengan arah dan gerakannya.

Dekat pada permukaan bumi, turbulensi ini terutama sebagai akibat gesekan antara udara yang bergerak dengan permukaan bumi yang umumnya tidak rata yang di dalam udara akan menimbulkan eddy dan dibarengi ketenangan dan hembusan yang keras.

2.4.1. Suhu Udara

Iklm dapat didefinisikan sebagai kondisi rata-rata suhu udara, curah hujan, tekanan udara, arah angin, kelembapan udara, dan parameter iklim lainnya dalam jangka waktu yang panjang. Perubahan iklim dapat dinyatakan sebagai perubahan pada iklim yang dipengaruhi oleh aktivitas manusia baik secara langsung maupun tidak langsung sehingga mengubah komposisi atmosfer serta memperbesar keragaman iklim pada periode yang cukup panjang.

Perubahan iklim regional dan global mendapat perhatian yang signifikan selama beberapa dekade terakhir. Menurut Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) Fifth Assessment Report (AR5), Suhu rata-rata global telah meningkat sebesar $0,85 (\pm 0,2)^{\circ}\text{C}$. Di wilayah tropis, kenaikan suhu udara diikuti dengan peningkatan intensitas curah hujan akibat dari tingginya penguapan di laut Indonesia yang merupakan negara kepulauan termasuk dalam salah satu negara yang sangat rentan terkena dampak perubahan iklim mengingat negara Indonesia adalah negara kepulauan dengan laut yang sangat luas. [17]

Suhu memiliki peranan penting dalam panel surya. Pada saat suhu pada panel surya tinggi terjadi penurunan pada panel surya mencapai 20°C . Efisiensi listrik modul pada panel surya. Panel surya akan bekerja secara optimal pada suhu 25°C . Semakin besar suhu panel surya akan berdampak pada daya yang dihasilkan oleh panel surya. Panel surya akan semakin optimal ketika berhadapan langsung dengan matahari, dalam artian posisi permukaan panel surya berhadapan langsung dengan iradian yang datang atau tegak lurus menghadap matahari. Dengan menggunakan *reflector*, maka sinar matahari akan lebih optimal akan tetapi dengan menggunakan *reflector* suhu yang dihasilkan panel surya akan meningkat.[18]

2.5 Panel Surya (*Solar Cell*)

Solar cell atau biasa disebut dengan panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya yang mengubah cahaya menjadi listrik. Mereka disebut surya atau matahari atau “sol” karena matahari merupakan sumber cahaya yang dapat dimanfaatkan. Panel surya sering kali disebut sel photovoltaic, photovoltaic dapat

diartikan sebagai “cahaya listrik”. Sel surya bergantung pada efek photovoltaic untuk menyerap energi [6]



Gambar 2.1. Solar Cell

[6]

Pada umumnya, panel surya merupakan sebuah hamparan semi konduktor yang dapat menyerap photon dari sinar matahari dan mengubahnya menjadi listrik. Sel surya tersebut dari potongan silikon yang sangat kecil dengan dilapisi bahan kimia khusus untuk membentuk dasar dari sel surya.

Sel surya pada umumnya memiliki ketebalan minimum 0,3 mm yang terbuat dari irisan bahan semikonduktor dengan kutub positif dan negatif. Pada sel surya terdapat sambungan (function) antara dua lapisan tipis yang terbuat dari bahan semikonduktor yang masing - masing yang diketahui sebagai semikonduktor jenis “P” (positif) dan semikonduktor jenis “N” (Negatif). Silikon jenis P merupakan lapisan permukaan yang dibuat sangat tipis supaya cahaya matahari dapat menembus langsung mencapai junction. Bagian P ini diberi lapisan nikel yang berbentuk cincin, sebagai terminal keluaran positif . Dibawah bagian P terdapat bagian jenis N yang dilapisi dengan nikel juga sebagai terminal keluaran negative.

2.5.1 Semikonduktor dan Panel Surya

Panel surya adalah suatu perangkat yang dapat mengubah energy cahaya menjadi energy listrik, prinsip yang diikuti adalah photovoltaic, adanya energy dari cahaya (foton) pada panjang gelombang tertentu akan mengeksitasi sebagian

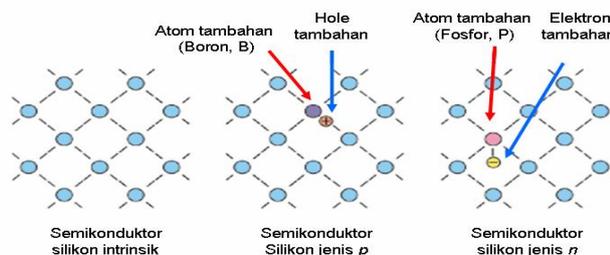
selektron pada suatu material ke pita energy , hal ini ditemukan oleh Alexandre Edmond Bacquerel (Belgia) Pada tahun 1894.

Ada dua pita energy yaitu konduksi dan valensi, kedua pita nergi ini berturut – turut dari yang berenergi lebih renda adalah pita valensi dan pita konduksi, sedangkan keadaan tanpa electron disebut dengan celah pita. Celah pita ini besarnya berbeda – beda untuk setiap material semikonduktor, tapi disyaratkan tidak melebihi 3 atau 4 Ev.

2.5.2 Proses konversi solar cell

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya berupa semikonduktor. Lebih tepatnya tersusun atas dua jenis semikonduktor; yakni jenis n dan jenis p . Semikonduktor jenis n merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan elektron, sehingga kelebihan muatan negatif, ($n =$ negatif). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga disebut dengan p ($p =$ positif) karena kelebihan muatan positif.

Caranya, dengan menambahkan unsur lain ke dalam semkonduktor, maka kita dapat mengontrol jenis semikonduktor tersebut, sebagaimana diilustrasikan pada gambar di bawah ini.



Gambar 2.2. Semikonduktor

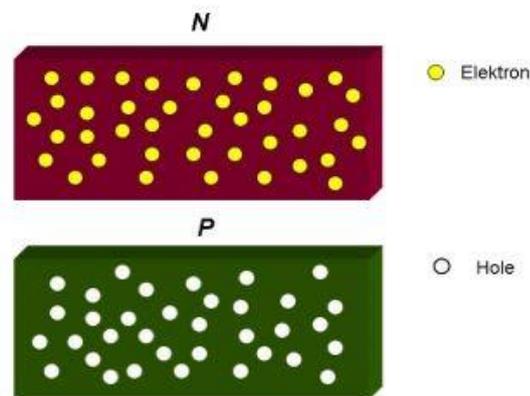
[6]

Pada awalnya, pembuatan dua jenis semikonduktor ini dimaksudkan untuk meningkatkan tingkat konduktifitas atau tingkat kemampuan daya hantar listrik dan panas semikonduktor alami. Di dalam semikonduktor alami (disebut dengan semikonduktor intrinsik) ini, elektron maupun hole memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau hole dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor.

Misal semikonduktor intrinsik yang dimaksud ialah silikon (Si). Semikonduktor jenis p , biasanya dibuat dengan menambahkan unsur boron (B), aluminum (Al), gallium (Ga) atau Indium (In) ke dalam Si. Unsur-unsur tambahan ini akan menambah jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis n dibuat dengan menambahkan nitrogen (N), fosfor (P) atau arsen (As) ke dalam Si. Dari sini, tambahan elektron dapat diperoleh. Sedangkan, Si intrinsik sendiri tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan ini disebut dengan *doping* yang jumlahnya tidak lebih dari 1 % dibandingkan dengan berat Si yang hendak di-*doping*.

Dua jenis semikonduktor n dan p ini jika disatukan akan membentuk sambungan p - n atau dioda p - n (istilah lain menyebutnya dengan sambungan metalurgi / *metallurgical junction*) yang dapat digambarkan sebagai berikut.

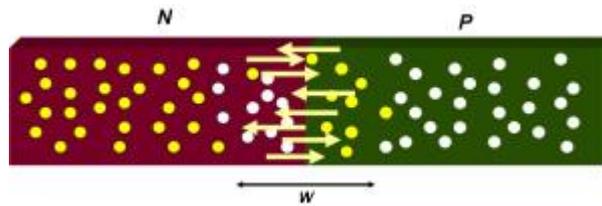
- a) Semikonduktor jenis p dan n sebelum disambung.



Gambar 2.3. Semikonduktor Sebelum Tersambung

[1]

- b) Sesaat setelah dua jenis semikonduktor ini disambung, terjadi perpindahan elektron-elektron dari semikonduktor n menuju semikonduktor p , dan perpindahan hole dari semikonduktor p menuju semikonduktor n . Perpindahan elektron maupun hole ini hanya sampai pada jarak tertentu dari batas sambungan awal.

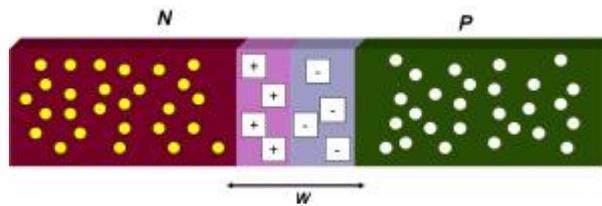


Gambar 2.4. Elektron – Elektron Berpindah

[1]

Elektron dari semikonduktor n bersatu dengan hole pada semikonduktor p yang mengakibatkan jumlah *hole* pada semikonduktor p akan berkurang.

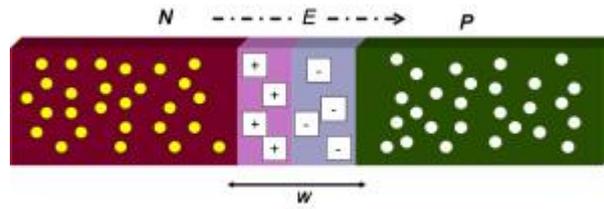
Daerah ini akhirnya berubah menjadi lebih bermuatan positif. Pada saat yang sama, hole dari semikonduktor p bersatu dengan elektron yang ada pada semikonduktor n yang mengakibatkan jumlah elektron di daerah ini berkurang. Daerah ini akhirnya lebih bermuatan positif.



Gambar 2.5. Elektron Menyatu

[1]

- c) Daerah negatif dan positif ini disebut dengan daerah deplesi (*depletion region*) ditandai dengan huruf W .
- d) Baik elektron maupun hole yang ada pada daerah deplesi disebut dengan pembawa muatan minoritas (*minority charge carriers*) karena keberadaannya di jenis semikonduktor yang berbeda.
- e) Dikarenakan adanya perbedaan muatan positif dan negatif di daerah deplesi, maka timbul dengan sendirinya medan listrik internal E dari sisi positif ke sisi negatif, yang mencoba menarik kembali hole ke semikonduktor p dan elektron ke semikonduktor n . Medan listrik ini cenderung berlawanan dengan perpindahan hole maupun elektron pada awal terjadinya daerah deplesi (nomor 1 di atas).

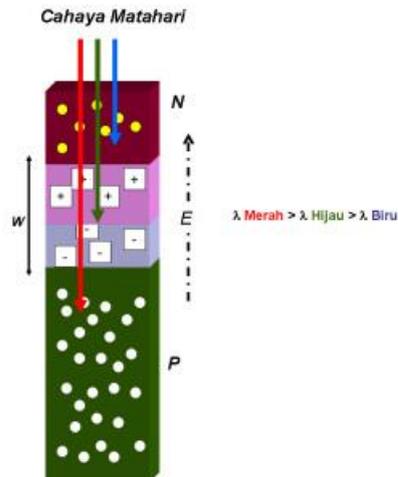


Gambar 2.6. Medan Listrik Internal

[1]

f) Adanya medan listrik mengakibatkan sambungan pn berada pada *titik setimbang*, yakni saat di mana jumlah hole yang berpindah dari semikonduktor p ke n dikompensasi dengan jumlah hole yang tertarik kembali ke arah semikonduktor p akibat medan listrik E .

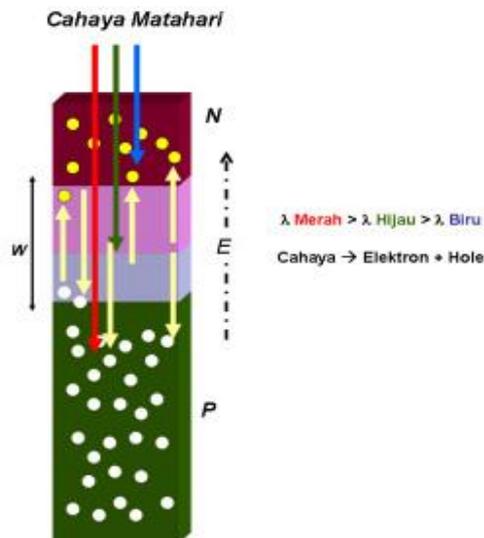
Begitu pula dengan jumlah elektron yang berpindah dari semikonduktor n ke p , dikompensasi dengan mengalirnya kembali elektron ke semikonduktor n akibat tarikan medan listrik E . Dengan kata lain, medan listrik E mencegah seluruh elektron dan hole berpindah dari semikonduktor yang satu ke semikonduktor yang lain. Pada sambungan $p-n$ inilah proses konversi cahaya matahari menjadi listrik terjadi. Untuk keperluan sel surya, semikonduktor n berada pada lapisan atas sambungan p yang menghadap ke arah datangnya cahaya matahari, dan dibuat jauh lebih tipis dari semikonduktor p , sehingga cahaya matahari yang jatuh ke permukaan sel surya dapat terus terserap dan masuk ke daerah deplesi dan semikonduktor p .



Gambar 2.7. Proses Konversi

[1]

Ketika sambungan semikonduktor ini terkena cahaya matahari, maka elektron mendapat energi dari cahaya matahari untuk melepaskan dirinya dari semikonduktor n , daerah deplesi maupun semikonduktor. Terlepasnya elektron ini meninggalkan hole pada daerah yang ditinggalkan oleh elektron yang disebut dengan fotogenerasi elektron-hole (*electron-hole photogeneration*) yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari.

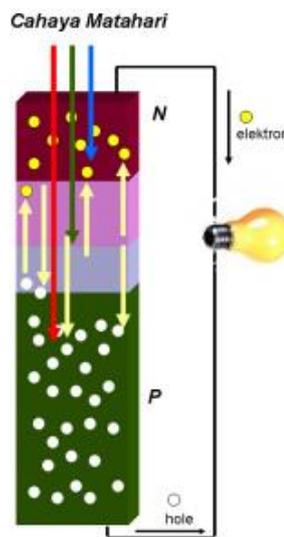


Gambar 2.8. Sambungan Elektron Terkena Cahaya Matahari

[1]

Cahaya matahari dengan panjang gelombang (dilambangkan dengan simbol “lambda” sbgn di gambar atas) yang berbeda, membuat fotogenerasi pada sambungan pn berada pada bagian sambungan pn yang berbeda pula. Spektrum

merah dari cahaya matahari yang memiliki panjang gelombang lebih panjang, mampu menembus daerah deplesi hingga terserap di semikonduktor p yang akhirnya menghasilkan proses fotogenerasi di sana. Spektrum biru dengan panjang gelombang yang jauh lebih pendek hanya terserap di daerah semikonduktor n . Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan pn terdapat medan listrik E , elektron hasil fotogenerasi tertarik ke arah semikonduktor n , begitu pula dengan hole yang tertarik ke arah semikonduktor p . Apabila rangkaian kabel dihubungkan ke dua bagian semikonduktor, maka elektron akan mengalir melalui kabel. Jika sebuah lampu kecil dihubungkan ke kabel, lampu tersebut menyala dikarenakan mendapat arus listrik, dimana arus listrik ini timbul akibat pergerakan elektron.



Gambari 2.9. Arus Listrik Timbul

[1]

2.5.3 Jenis – jenis panel surya

Jenis panel surya dikelompokkan berdasarkan material sel surya yang menyusunnya. Terdapat perbedaan jenis – jenis panel surya yang dapat dimanfaatkan oleh masyarakat. Secara umum ada tiga jenis panel surya yang dapat dengan mudah ditemukan dipasaran saat ini, yaitu :

1. *Crystalline Silicon (c-Si)*

Panel surya jenis ini memanfaatkan material silicon sebagai bahan utama penyusun sel surya. Tipe crystalline merupakan generasi pertama dari sel surya dan memiliki 3 jenis panel utama. Time panel surya ini mendominasi pasar dan banyak digunakan untuk PLTS didunia saat ini, yaitu :

a. *Monocrystalline Silicon* (Mono-SI)

Panel Surya jenis ini menggunakan sel surya jenis crystalline tunggal dan memiliki efisiensi paling tinggi dikelasnya. Secara fisik, panel surya Monocrystalline dapat diketahui dari warna sel hitam gelap dengan model terpotong pada tiap sudutnya.

b. *Multicrystalline Silicone* (Multi-SI)

Panel surya jenis ini menggunakan sel surya jenis multi crystalline, atau dikenal dengan polysilicon (p-Si) dan multi-crystalline silicon (mc-Si). Secara fisik, panel surya ini dapat diketahui dari warna sel yang cenderung biru dengan bentuk persegi.

c. *Ribbon Silicon* (Ribbon-SI)

String Ribbon solar panels merupakan salah satu panel surya yang menggunakan sel surya polycrystalline, namun menggunakan proses yang berbeda. Jenis panel surya ini tidak memiliki pasar yang cukup baik, terutama setelah produsen terbesarnya mengalami kebangkrutan.

2. *Thin-film solar cell*

Panel surya thin film menggunakan banyak lapisan material sebagai bahan material penyusun. Panel surya ini merupakan panel generasi kedua. Ketebalan materialnya mulai dari nanometers (nm) hingga micrometers. Beberapa tipe panel surya thin film yang ada dipasaran berdasarkan material penyusunnya, yaitu :

a. *Cadmium telluride* (CDTE)

Panel surya CdTe merupakan jenis panel surya yang memiliki tingkat efisiensi paling baik dikelasnya, yaitu 9-11%. First solar berhasil mengembangkan panel surya dengan efisiensi pada 14.4%.

b. *Copper Indium Gallium Diselenide* (CIGS)

Panel surya dari bahan material CIGS ini memiliki efisiensi 10-12% dengan efisiensi tertinggi yang pernah diproduksi dalam skala lab adalah 21.7%.

c. *Amorphous Thin-film Silicon* (A-SI, TF-SI)

Panel surya ini memiliki efisiensi terendah yaitu 6-8% dan mengandung bahan tidak aman dalam materialnya. Ada beberapa tipe panel amorphous yaitu :

- *Amorphous Silicon Cells*
 - *Tandem-cell using a-Si/ uc-Si*
 - *Tandem-cell using a-Si/ pc-Si*
 - *Polycrystalline silicon on glass*
- d. *Gallium Arsenide (GAAS)*

Tipe panel dengan sel GaAs memiliki harga yang cukup mahal, dan hanya digunakan untuk industri tertentu dan luar angkasa. Rekor efisiensi tertinggi pada panel ini adalah 28.8%.

3. Material Lainnya

Panel surya pada generasi ketika tersusun atas lebih banyak variasi material untuk masing – masing panel surya. Beberapa diantara jenis – jenis panel surya tersebut adalah :

- *Copper zinc tin sulfide solar cell (CZTS)*
- *Dye-sensitized solar cell*
- *Organic Solar cell*
- *Perovskite solar cell*
- *Polymer solar cell*
- *Quantum dot solar cell*
- *Building-Integrated Photovoltaics (BIPV)*

2.5.4 Pemanfaatan Energi Surya

Pemanfaatan energi surya saat ini diterapkan dalam tiga macam teknologi. Teknologi pertama yang digunakan memanfaatkan modul fotovoltaik. Fotovoltaik atau photovoltaic (PV) merupakan padanan kata dari photo yang berarti cahaya dan voltaic yang berarti tegangan . Secara sederhana fotovoltaik merupakan teknologi untuk mengkonversi energi surya menjadi listrik. Radiasi surya diubah menjadi energi listrik melalui modul fotovoltaik yang terbuat dari bahan semikonduktor yang kemudian disebut dengan sel surya . Foton yang berasal dari cahaya matahari menghasilkan energi yang dapat melepaskan elektron - elektron ke pita konduksi sehingga menimbulkan arus listrik.[19]

Energi tersebut akan semakin besar seiring dengan meningkatnya intensitas cahaya dari matahari. Output dari fotovoltaik tersebut kemudian dimanfaatkan untuk peralatan - peralatan elektronik.

Teknologi kedua adalah teknologi energi surya termal atau yang dikenal dengan solar thermal energy (STE). Teknologi ini memanfaatkan panas dari energi surya untuk keperluan pemanasan. Proses pengumpulan panas dapat melalui panel termal baik itu yang datar (flat), piringan, ataupun berbentuk tabung (tubular). STE termasuk dalam pemanfaatan panas matahari dalam kategori rendah hingga sedang. Pemanfaatan STE pada kategori rendah umumnya untuk memanaskan air pada suatu penampungan air, memasak makanan, hingga untuk mengeringkan bahan-bahan hasil pertanian. Pemanfaatan STE pada kategori sedang biasanya diaplikasikan untuk memanaskan air ataupun udara pada bangunan perumahan ataupun komersial. [19]

2.5.5 Konversi Fotovoltaik

Konversi langsung sinar matahari ke listrik dengan efek fotovoltaik tidak memerlukan mesin panas yang mengkopel generator listrik , oleh karena ini memberikan secara langsung penghasilan dari daya sinar matahari. Sistem ini memberikan efisiensi yang sebanding dengan kolektor surya yang dipadukan dengan mesin panas dan generator listrik. Peneliti - Peneliti seperti Becquerrel pertama kali mendemonstrasikan pada tahun 1939 , bahwa tegangan dapat dihasilkan bila sinar diabsorpsi oleh elektrode yang dicelupkan di dalam elektrolit , sedangkan Adams dan Day, pada tahun 1977 mendemonstrasikan efek yang sama pada zat padat yang menggunakan selenium. Pada tahun 1954, grup ahli RCA mendemonstrasikan efek fotovoltaik pada junksi semikonduktor yang digunakan dalam diode dan transistor.[20]

2.6 Solar Charger Controller

Solar charger controller (SCC) merupakan bagian yang cukup penting dalam rangkaian Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS). Dimana peran utama dari SCC adalah melindungi dan melakukan otomasi pada pengisian baterai. Hal ini bertujuan

untuk mengoptimalkan system serta menjaga agar baterai dapat digunakan untuk jangka panjang.

Solar charger control yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah penuh terisi maka secara otomatis pengisian arus dari panel surya berhenti.

Cara deteksi pada SCC melalui monitor level tegangan tertentu, kemudian apabila level tegangan turun maka baterai akan kembali mengisi. Ada dua jenis teknologi yang umum digunakan oleh solar charger controller :

1. PWM (*Pulse Wide Modulation*), seperti namanya PWM menggunakan lebar pulse dari on dan off elektrik.
2. MPPT (*Maximum Power Point Tracker*), yang lebih efisien konversi DC to DC. MPPT dapat digunakan oleh beban kedalam baterai, dan apabila daya yang dibutuhkan beban lebih besar dari daya yang dihasilkan oleh PV, maka daya dapat diambil dari baterai.

Ada beberapa kondisi yang dapat dilakukan oleh solar Solar Charger Controller (SCC) pada system panel surya :

1. Mengendalikan tegangan panel surya

Tanpa fungsi control pengendali Antara panel surya dan baterai, panel akan melakukan pengisian melebihi tegangan daya yang dapat ditampung baterai sehingga dapat merusak ser yang terdapat didalam baterai. Mengisi baterai secara berlebihan dapat mengakibatkan baterai meledak.

2. Mengawasi tegangan baterai

SCC dapat mendeteksi saat tegangan baterai terlalu rendah. Bila tegangan baterai turun dibawah tingkat tegangan tertentu, SCC akan memutus beban baterai agar daya baterai tidak habis. Penggunaan baterai dengan kapasitas daya yang habis akan merusak baterai bahkan baterai dapat menjadi tidak dapat digunakan kembali.

3. Menghentikan arus terbalik saat malam hari

Pada malam hari, panel surya tidak menghasilkan arus, karena tidak terdapat lagi sumber energi, yaitu matahari. Alih-alih arus berhenti mengalir, arus yang terdapat dalam baterai dapat mengalir terbalik ke panel surya, dan hal ini dapat merusak sistem panel surya anda. SCC berfungsi untuk menghentikan kondisi arus terbalik ini.

SCC berfungsi mengatur arus dari beban saat beban tersambung ke SCC. Terminal beban pada SCC dapat digunakan untuk koneksi langsung beban ke SCC, namun SCC masih bisa beroperasi seperti biasa jika tidak ada beban yang terhubung langsung dengannya.

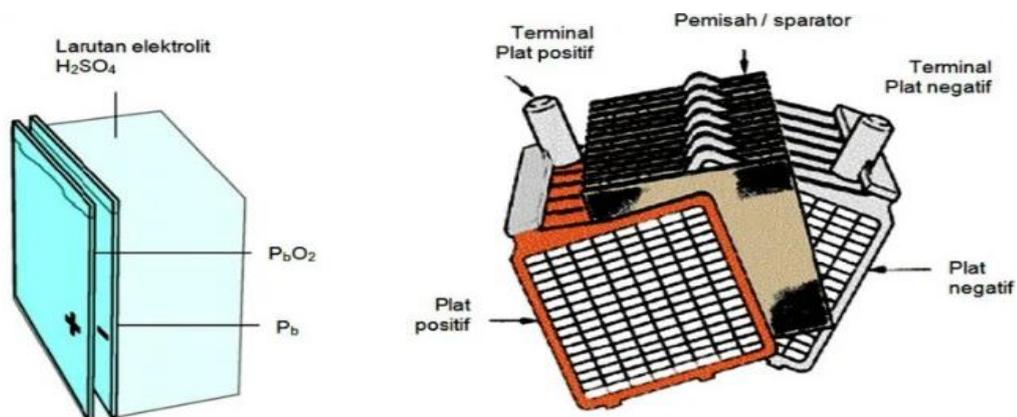
2.7 Baterai

2.7.1 Konstruksi Baterai

Baterai dibuat dari sejumlah elemen yang terpisah kemudian disatukan pada kotak karet keras atau plastik. Komponen dasar dari tiap sel membentuk pelat-pelat positif dan negatif. Pelat negatif dilapisi dengan timbal, berwarna kelabu. Sementara pelat positif dilapisi dengan timbal peroksida yang berwarna coklat. Beberapa pelat positif dan beberapa pelat negatif dihubungkan menjadi kelompok-kelompok pelat. Pada beberapa baterai, dalam kelompok pelat negatif selalu terdapat lebih banyak satu pelat daripada pelat positif dalam kelompok pelat positif. [21]

Baterai yang memungkinkan pelat negatif membentuk dua pembatas bagian luar ketika kelompok-kelompok pelat ini saling dihubungkan. Namun pada beberapa baterai yang lain ada yang memiliki jumlah pelat positif dan negatif yang sama.

Setiap kelompok pelat dijaga tetap terpisah dengan pelat sebelahnya oleh pemisah atau separator. Separator dirancang selain untuk menjaga pelat-pelat tetap terpisah, juga dibuat berpori-pori sehingga larutan elektrolit dapat bersirkulasi diantara pelat-pelat. Separator terbuat dari berbagai macam bahan, seperti plastik, karet dan fiberglass.



Gambar 2.10. Sel dan Deparator

[21]

Pada saat perakitan, elemen-elemen ditempatkan pada bagian terpisah dalam kotak baterai. Dan setiap kompartemen membentuk sebuah sel. Bagian atas kotak ditutup oleh sebuah pembungkus yang disegel ke kotak baterai. Setiap sel adalah satu bagian yang terpisah, namun setiap sel ini terhubung satu dengan lainnya secara listrik. Sel-sel tersebut dihubungkan secara seri di dalam baterai, dengan terminal positif sel dihubungkan ke terminal negatif pada sel yang berseberangan. Sel yang terletak diujung menjadi terminal utama baterai (kutub). Dengan rangkaian seri, maka tegangan setiap sel dijumlahkan. Setiap sel menghasilkan kira-kira 2.2 Volt, jadi jika terdapat enam sel yang dihubungkan bersama secara seri, maka baterai akan menghasilkan sekitar 13.2 Volt.

2.7.2 Tutup Ventilasi

Tutup ventilasi (*plug*) terletak di setiap penutup sel. Beberapa baterai memiliki tutup ventilasi tersendiri untuk setiap sel, sedangkan yang lain memiliki unit yang berkelompok yang menghubungkan tiga ventilasi sel bersama pada satu unit. Tutup ventilasi yang memiliki lubang-lubang keluar, berfungsi sebagai tempat untuk memeriksa ketinggian elektrolit serta sebagai tempat untuk melakukan penambahan elektrolit atau air. Lubang-lubang keluar berfungsi sebagai tempat keluarnya gas-gas yang terbentuk selama proses pengisian baterai.[21]

2.7.3 Elektrolit

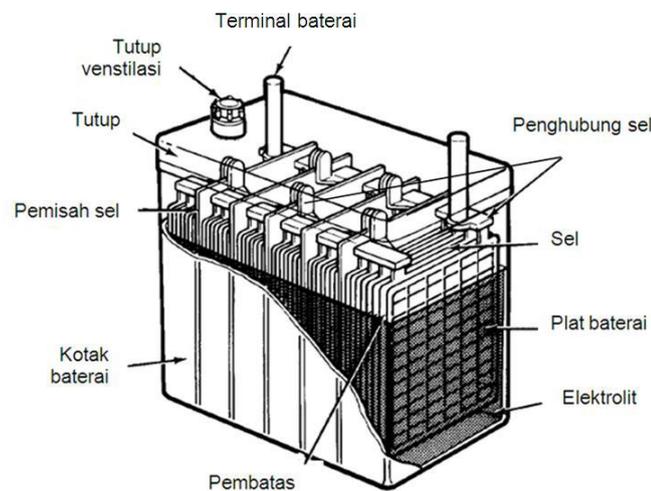
Larutan elektrolit adalah semua larutan yang dapat menghantarkan arus listrik. Pada baterai asam timbal, larutan elektrolit berfungsi untuk membuat proses galvanisasi atau reaksi kimia yang dapat terjadi.

Komposisi larutan elektrolit pada baterai yang terisi penuh adalah larutan pekat asam sulfur (H_2SO_4) dicampur Air (H_2O). Campuran yang tepat kira-kira 36% Asam Sulfur dan 64% Air. Untuk mengetahui berapa besar muatan listrik yang tersimpan dalam baterai maka kita perlu memahami besaran yang disebut *specific gravity (SG)*. *Specific gravity* adalah perbandingan antara berat suatu zat dengan berat air murni. SG larutan elektrolit yang tepat, yaitu jika air memiliki *specific gravity* 1.00 dan persentasinya 64%, sedangkan asam sulfur dengan *specific gravity* 1.834 dengan konsentrasi sebesar 36% maka SG keseluruhan campuran elektrolit

adalah 1.265. Proporsi asam dengan air tidak boleh dipertukarkan. Ketika sebuah baterai baru diaktifkan, campuran awal elektrolit dimasukkan ke dalam sel baterai. Larutan elektrolit pada baterai asam timbal bersifat konduktif (dapat menghantarkan listrik) dan reaktif (dapat berpartisipasi dalam reaksi kimia). Untuk mempersiapkan larutan elektrolit dengan *specific gravity* tertentu, campurkan konsentrasi asam secara perlahan ke dalam air. Jangan langsung menuangkankan air ke dalam asam karena akan cenderung membuat larutan menyembur. Aduk air ketika menambahkan sebagian kecil asam. Jika panas terbentuk, biarkan larutan mendingin sebelum melanjutkan penambahan.[21]

2.7.5 Terminal Baterai

Baterai memiliki kutub-kutub atau terminal terminal positif negatif. Kutub positif lebih besar dan berguna untuk mencegah baterai disambung dengan polaritas yang terbalik. Terminal positif memiliki tanda “+” di atasnya dan terminal negatif memiliki tanda “-“di atasnya. Tanda lain yang dapat dikenali pada atau dekat terminal-terminal tersebut adalah tulisan “POS” dan “NEG” atau gelang plastik berwarna yang dipasang pada terminal- terminal, merah untuk positif dan hitam untuk negatif.



Gambar 2.11 Terminal Baterai

[21]

BAB 3

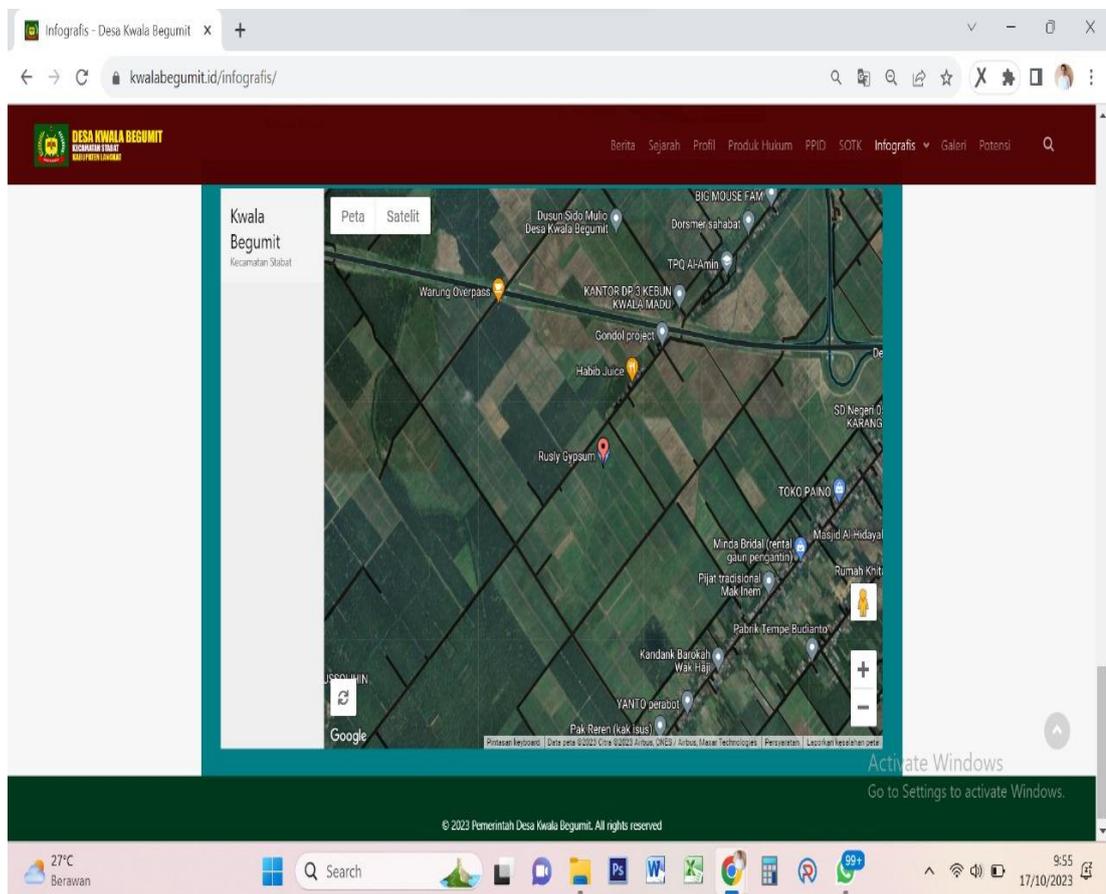
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian ini dilakukan pada pukul 08.00 s/d 16.00 WIB dalam waktu selama 7 hari terhitung dari tanggal 17 Oktober 2023 s/d 23 Oktober 2023 .

3.2 Denah Lokasi Penelitian

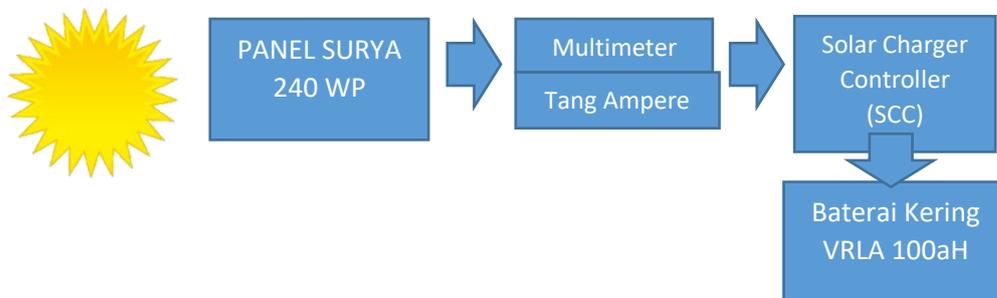
Penelitian dilaksanakan di Desa Gumit Kabupaten Langkat Provinsi Sumatera Utara.



Gambar 3.1. Denah Lokasi Penelitian

3.3. Diagram Blok Alat

Adapun diagram blok pada alat untuk mempermudah penulis dalam mengambil data penelitian adalah sebagai berikut :



Gambar 3.2 Diagram Blok Alat

3.4 Bahan dan Alat

Adapun bahan dan alat yang digunakan guna melancarkan penelitian untuk mengambil data – data yang diperlukan adalah sebagai berikut :

1. Lux Meter Digital

Lux meter digital digunakan sebagai alat pengukur intensitas cahaya pada matahari.

2. Higrometer Digital

Higrometer digital berfungsi sebagai untuk mengukur kelembaban udara pada suatu ruangan ataupun tempat

3. Multimeter Digital

Multi meter digital ini berfungsi sebagai mengukur berbagai macam satuan seperti tegangan arus hambatan dan lain lain pada suatu rangkaian listrik

4. Panel Surya 120WP

Panel surya dalam rangkaian ini berfungsi sebagai alat penangkap energi matahari menjadi energi listrik.

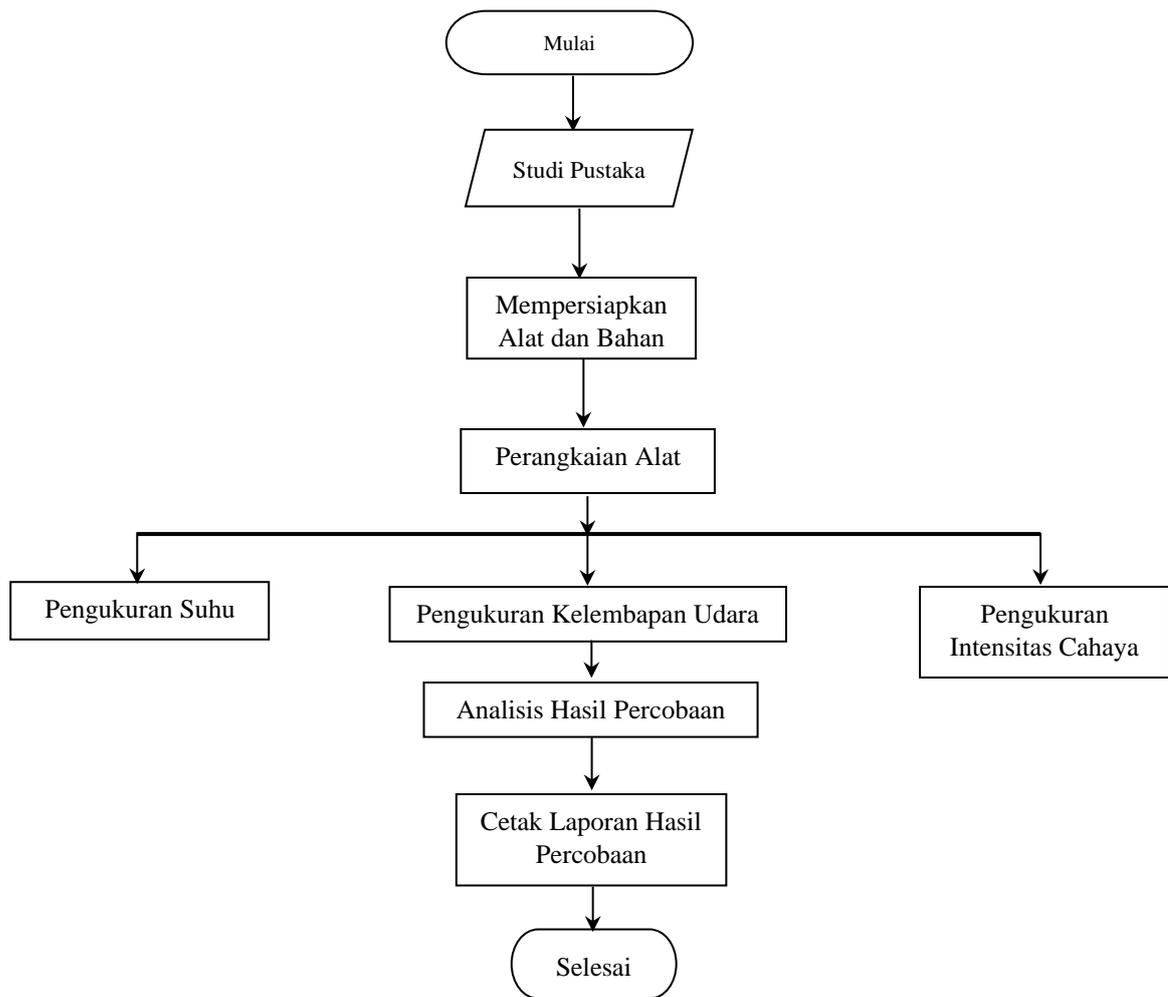
5. Solar Charger Controlling

Solar charger controller pada penelitian ini berfungsi sebagai alat pembantu panel surya dalam pengisian daya ke penyimpanan

6. Baterai 100 Ah

Baterai berfungsi sebagai alat penyimpanan daya DC (Searah) yang dihasilkan oleh panel surya dari energi matahari

3.5 Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.3 Diagram Alir Penelitian

3.6 Metode Pengumpulan Data

Adapun Metode pengumpulan data adalah sebagai berikut :

1. Mencari data cuaca melalui website resmi agar lebih efisien dan akurat.
<https://www.accuweather.com/id/id/kwalabegumit/1961946/currentweather/1961946>
2. Kemudian menyiapkan berbagai alat ukur yang diperlukan seperti lux meter digital dan higrometer digital untuk mengukur intensitas cahaya dan suhu dan membandingkan cuaca yang didapat oleh alat ukur dengan perkiraan cuaca dari website <http://accuweather.com> .

3. Setelah data suhu, intensitas dan kelembaban udara didapat maka langkah selanjutnya adalah merangkai alat PLTS untuk mengambil data agar mendukung pengolahan data nantinya.
4. Dari PLTS yang sudah dirangkai yang terdiri dari panel surya 240 WP, SCC dan baterai, kemudian mengukur arus dan tegangan keluaran yang dihasilkan oleh panel surya, dan melihat perbandingan dari ke-4 komponen .

3.7 Metode Pengolahan Data

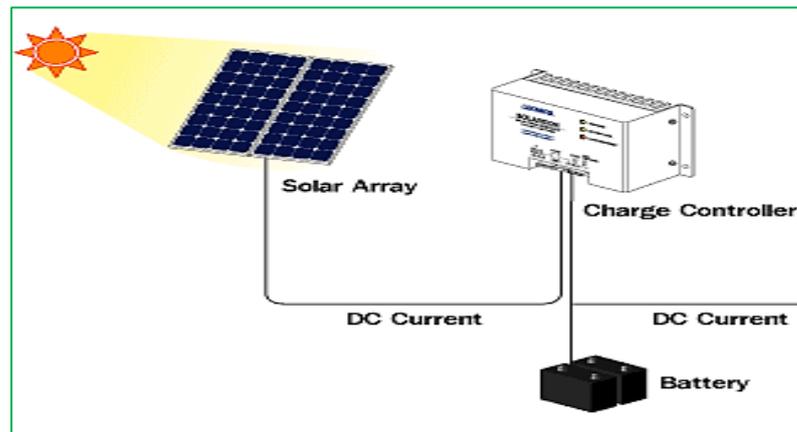
Adapun metode pengolahan data adalah sebagai berikut :

1. Dari data suhu, intensitas dan kelembaban yang didapat akan dihubungkan dengan data yang dikeluarkan oleh panel surya 240 WP.
2. Daya yang dihasilkan akan dihubungkan dengan suhu, intensitas dan kelembaban dan akan dilihat bagaimana perbandingan ke 4 komponen.
3. Perbandingan dapat dilihat dengan dibuatnya grafik perbandingan , apakah perbandingan nya lurus atau terbalik.

BAB 4 HASIL PEMBAHASAN PENELITIAN

4.1 Pembangkit Tenaga Surya

Untuk memudahkan dalam pengambilan data, maka design alat yang digunakan adalah pembangkit listrik tenaga surya. Adapun rancangan alat yang digunakan adalah sebagai berikut :



Gambar 4.1. Skema PLTS



Gambar 4.2. PLTS yang digunakan

4.2 Spesifikasi *Solar Cell* yang Digunakan

Adapun alat dan bahan yang digunakan saat pengambilan data adalah sebagai berikut :

Tabel 4.1. Spesifikasi *Solar Cell*

Model	MS120M-36
Rated Maximum Power (Pm)	120W
Voltage at Pmax (Vmp)	18.2 V
Tolerance	0 – 5%
Curent at Pmax (Imp)	6.67 A
Oper Circuit Voltage (Voc)	21.51 V
Shorc Circuit Current (Isc)	7.19 A
Normal Operating Cell Temp	47 +- 2°C
Max System Voltage	1000 V DC
Max Series Fuse Rating	10 A
Cell Technology	Monocrystalline
Weight	8.5 Kg
Dimension (mm)	1020 x 650 x 30

4.3 Spesifikasi PLTS

Adapun spesifikasi dari bagian – bagian turbin angin yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

4.3.1 Solar Cell

Adapun kapasitas solar cell yang digunakan untuk pengambilan data adalah sebesar 240 WP dimana terdiri dari 2 unit panel surya dengan kapasitas masing – masing adalah 120 WP

4.3.2 SCC

SCC atau Solar Charger Controller yang digunakan adalah jenis MPPT dengan kapastias maksimal arus yang mengalir adalah sebesar 24 A

4.3.3 Baterai DC

Jenis baterai DC yang digunakan adalah jenis baterai kering. Dimana 1 unit baterai yang digunakan memiliki kapasitas baterai sebesar 100 Ah

4.4 Pengambilan Data Suhu, Kelembaban udara, Intensitas cahaya , dan daya semu pada PLTS

Pengambilan data dilakukan selama 7 hari, dimana dilakukan penelitian sebanyak 8 Jam / Hari. Penelitian dilakukan mulai Pukul 08.00 sampai dengan pukul 16.00 . Pengujian dilakukan pada tanggal 18 - 23 Oktober 2023. Adapun aspek pengujian pada alat ini meliputi, data Suhu, Kelembaban udara, Intensitas cahaya dan daya keluaran pada PLTS tersebut.



Gambar 4.3 Pengukuran tegangan pada Baterai yang disuplai oleh PLTS

4.4.1. Pengujian Hari Ke-1

Pada hari pertama (Selasa , 17/10/2023)



Gambar 4.4 Pengambilan Data Hari Ke-1

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 24°C

08 25° RealFeel® 31° 7% ^

Berawan

RealFeel Shade™	31°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	T 4 km/j	Indeks UV Maks	1 Rendah
Angin Kencang	6 km/j	Tutupan Awan	99%
Kelembapan	92%	Jarak Pandang	6 km
Titik Embun	24° C	Ketinggian Awan	5900 m

Ad closed by Google

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

25°C Mendekati rekor

Search

7:42 17/10/2023

Gambar 4.5 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 08.00 – 09.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 25°C

09 26° RealFeel® 32° 7% ^

Berawan

RealFeel Shade™	30°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	T 6 km/j	Indeks UV Maks	2 Rendah
Angin Kencang	7 km/j	Tutupan Awan	98%
Kelembapan	90%	Jarak Pandang	6 km
Titik Embun	24° C	Ketinggian Awan	5900 m

Iklan ditutup oleh Google

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

25°C Berawan

Search

8:03 17/10/2023

Gambar 4.6 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 09.00 – 10.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 26°C

10 27° RealFeel[®] 34° 7% ^

Berawan

RealFeel Shade [™]	32°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	T 7 km/j	Indeks UV Maks	3 Sedang
Angin Kencang	11 km/j	Tutupan Awan	98%
Kelembapan	85%	Jarak Pandang	6 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	5900 m

Resolve host...

80°F Mostly cloudy

Search

9:19 17/10/2023

Gambar 4.7 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 10.00 – 11.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 26°C

11 28° RealFeel[®] 35° 7% ^

Berawan

RealFeel Shade [™]	33°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	T 7 km/j	Indeks UV Maks	4 Sedang
Angin Kencang	13 km/j	Tutupan Awan	98%
Kelembapan	81%	Jarak Pandang	8 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	5900 m

Resolve host...

27°C Berawan

Search

10:02 17/10/2023

Gambar 4.8 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 11.00 – 12.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946?day=2

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 29°C

12 32° RealFeel[™] 39° 10% ↑

Berawan

RealFeel Shade [™]	37°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	TTL 7 km/j	Indeks UV Maks	6 Tinggi
Angin Kencang	17 km/j	Tutupan Awan	94%
Kelembapan	65%	Jarak Pandang	8 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	9100 m

28°C Berawan

11:23 17/10/2023

Gambar 4.9 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 12.00 – 13.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 29°C

13 30° RealFeel[™] 37° 49% ↑

Berawan

RealFeel Shade [™]	35°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	TG 9 km/j	Indeks UV Maks	2 Rendah
Angin Kencang	19 km/j	Tutupan Awan	99%
Kelembapan	72%	Jarak Pandang	5 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	500 m

Establishing secure connection...

28°C Berawan

12:08 17/10/2023

Gambar 4.10 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 13.00 – 14.00 WIB

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 29°C

14 29° RealFeel[™] 34° 67% ↑

Badai Petir

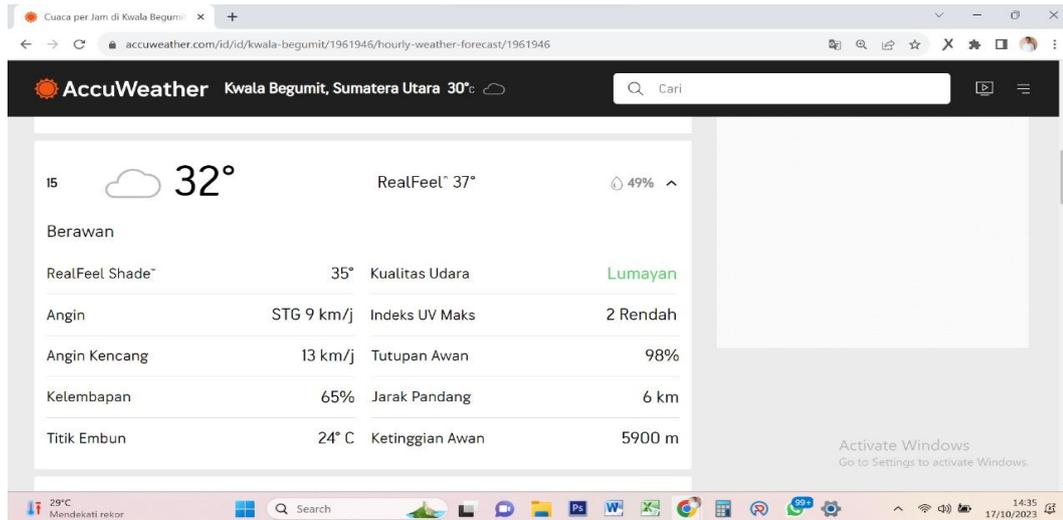
RealFeel Shade [™]	33°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	TG 9 km/j	Indeks UV Maks	1 Rendah
Angin Kencang	17 km/j	Hujan	5.1 mm
Kelembapan	82%	Jarak Pandang	5 km
Titik Embun	26° C	Ketinggian Awan	500 m
Tutupan Awan	98%		

Resolving host...

28°C Berawan

13:04 17/10/2023

Gambar 4.11 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 14.00 – 15.00 WIB

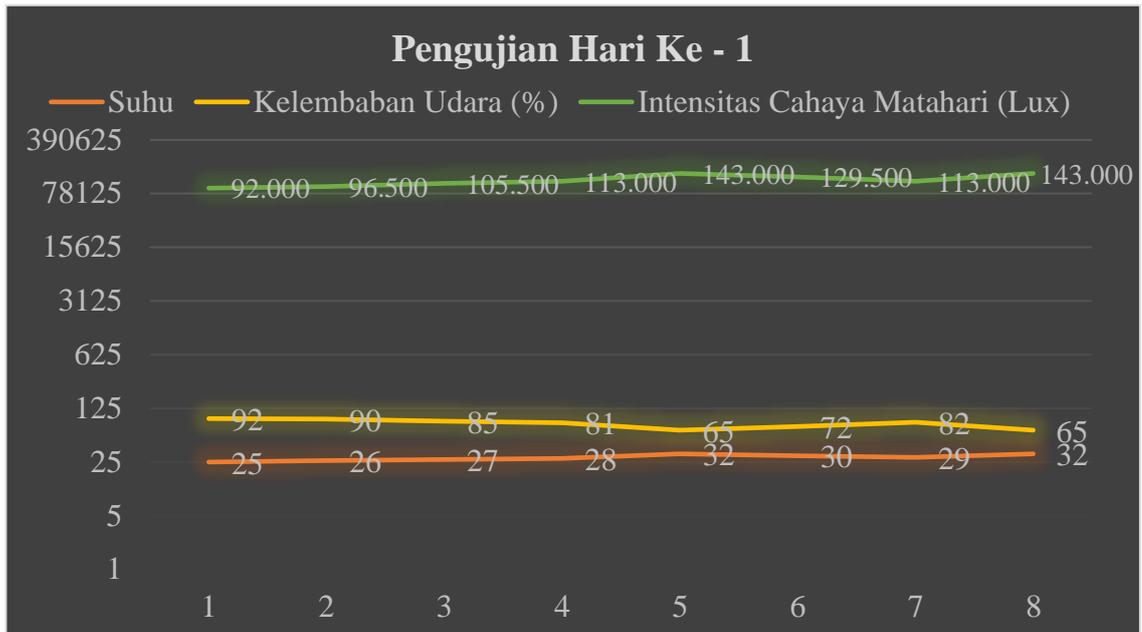


Gambar 4.12 Pengambilan Data Hari Ke – 1 Pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Tabel Data 4.2 Hasil Percobaan Hari Ke-1

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	25°C	92	92.000	4,04	17,05	68,882
09:00 - 10:00	26°C	90	96.500	4,07	17,2	70,004
10:00 - 11:00	27°C	85	105.500	4,13	17,5	72,275
11:00 - 12:00	28°C	81	113.000	4,18	17,75	74,195
12:00 - 13:00	32°C	65	143.000	4,38	18,75	82,125
13:00 - 14:00	30°C	72	129.500	4,29	18,3	78,507
14:00 - 15:00	29°C	82	113.000	4,18	17,75	74,195
15:00 - 16:00	32°C	65	143.000	4,38	18,75	82,125

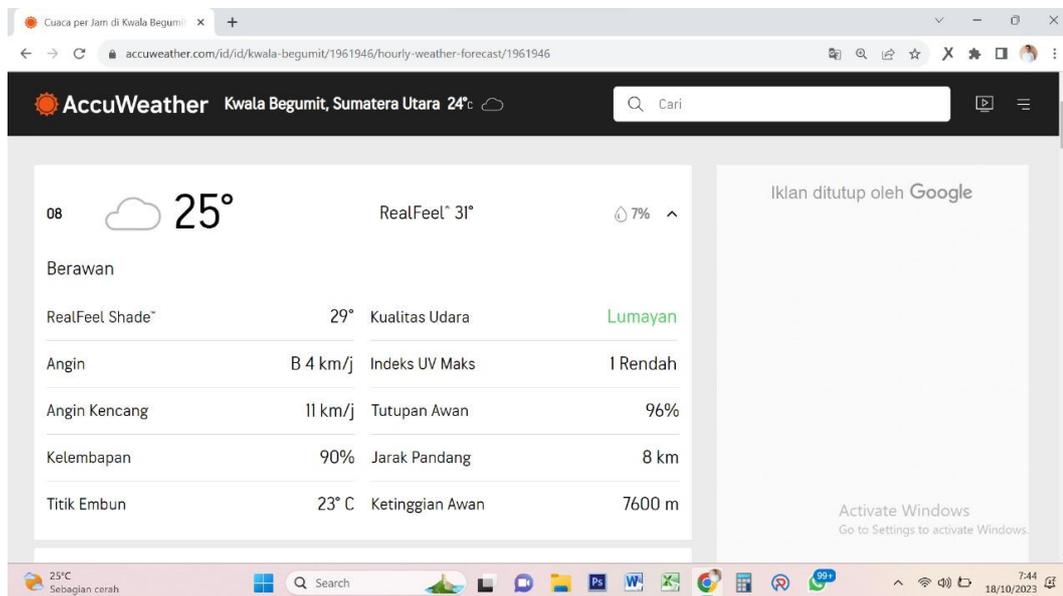
Berdasarkan hasil dari tabel 4.2 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **13:00 – 14:00** , dan pukul **15:00 – 16:00** yaitu **32⁰ C** dan suhu terendah pada pukul **08:00 – 09:00** , yaitu **25⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **08:00 – 09:00** yaitu **92 %** dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **12:00 – 13:00**, dan pukul **15:00 – 16:00** yaitu **65 %** , selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **12:00 – 13:00** , dan pukul **15:00 – 16:00** yaitu sebesar **143.000 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **08:00 – 09:00** yaitu sebesar **92.000 Lux**.



Grafik 4.1 Grafik Pengujian Hari Ke - 1

4.4.2. Pengujian Hari Ke-2

Pada hari kedua (Rabu , 18/10/2023)



Gambar 4.13 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 25°

09 27° RealFeel® 33° 7%

Berawan

RealFeel Shade™	31°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	BBD 4 km/j	Indeks UV Maks	2 Rendah
Angin Kencang	11 km/j	Tutupan Awan	94%
Kelembapan	85%	Jarak Pandang	10 km
Titik Embun	24° C	Ketinggian Awan	7600 m

25°C Sebagian cerah 18/10/2023

Gambar 4.14 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 27°

10 29° RealFeel® 36° 7%

Berawan

RealFeel Shade™	33°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	BBL 4 km/j	Indeks UV Maks	3 Sedang
Angin Kencang	9 km/j	Tutupan Awan	92%
Kelembapan	79%	Jarak Pandang	10 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	7600 m

9:33 18/10/2023

Gambar 4.15 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 29°C

11 30° RealFeel[®] 37° 7%

Umumnya berawan

RealFeel Shade [™]	35°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	U 6 km/j	Indeks UV Maks	6 Tinggi
Angin Kencang	15 km/j	Tutupan Awan	86%
Kelembapan	73%	Jarak Pandang	10 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	9100 m

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

11:01
18/10/2023

Gambar 4.16 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 30°C

12 31° RealFeel[®] 38° 10%

Umumnya berawan

RealFeel Shade [™]	36°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	U 9 km/j	Indeks UV Maks	8 Sangat Tinggi
Angin Kencang	19 km/j	Tutupan Awan	80%
Kelembapan	70%	Jarak Pandang	11 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	9100 m

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

11:02
18/10/2023

Gambar 4.17 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 32°C

13 ☁️ 32° RealFeel® 39° 48%

Umumnya berawan

RealFeel Shade™	37°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	UTL 13 km/j	Indeks UV Maks	8 Sangat Tinggi
Angin Kencang	24 km/j	Tutupan Awan	75%
Kelembapan	66%	Jarak Pandang	11 km
Titik Embun	25° C	Ketinggian Awan	9100 m

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

12:08
18/10/2023

Gambar 4.18 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Cuaca per Jam di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/hourly-weather-forecast/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 32°C

14 ⚡️ 32° RealFeel® 36° 75%

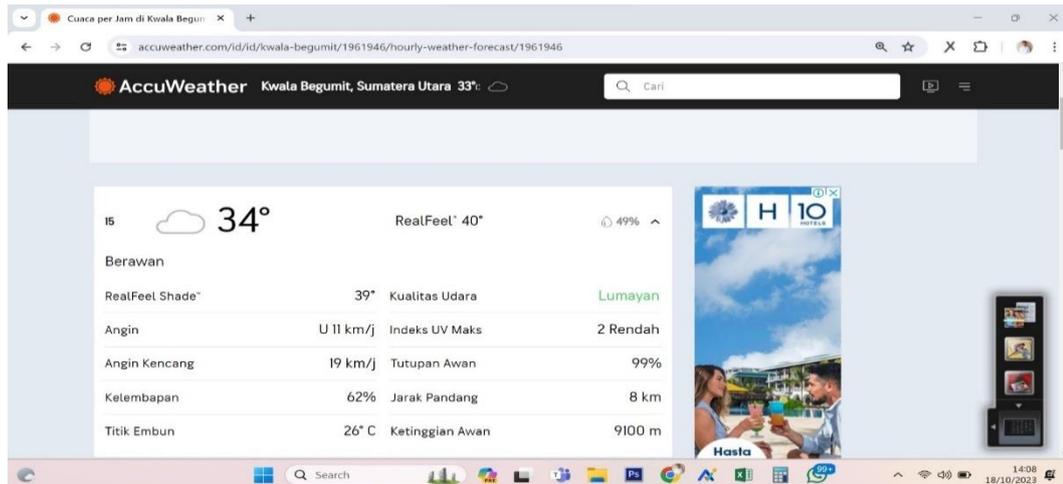
Badai Petir

RealFeel Shade™	35°	Kualitas Udara	Lumayan
Angin	BL 13 km/j	Indeks UV Maks	1 Rendah
Angin Kencang	24 km/j	Hujan	12.8 mm
Kelembapan	71%	Jarak Pandang	1.6 km
Titik Embun	26° C	Ketinggian Awan	500 m
Tutupan Awan	99%		

Hasta 20% dto.

13:05
18/10/2023

Gambar 4.19 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

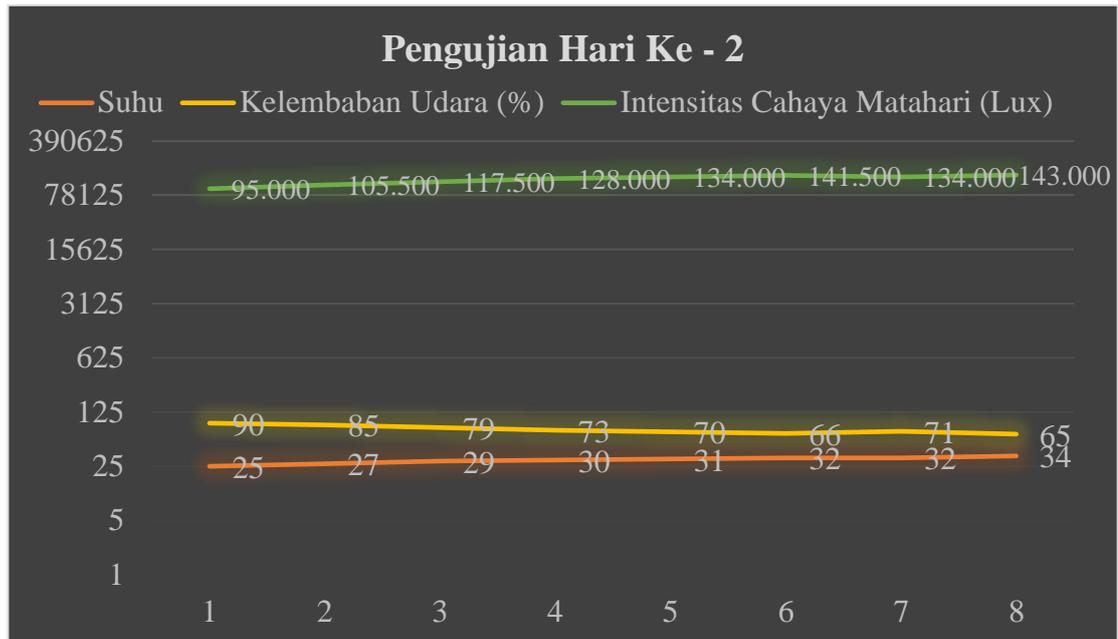


Gambar 4.20 Pengambilan Data Hari Ke – 2 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

Tabel Data 4.3 Percobaan Hari Ke-2

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	25°C	90	95.000	4,1	17,6	74,005
09:00 - 10:00	27°C	85	105.500	4,17	17,95	74,8515
10:00 - 11:00	29°C	79	117.500	4,25	18,35	77,9875
11:00 - 12:00	30°C	73	128.000	4,32	18,7	80,784
12:00 - 13:00	31°C	70	134.000	4,36	18,9	82,404
13:00 - 14:00	32°C	66	141.500	4,41	19,15	84,4515
14:00 - 15:00	32°C	71	134.000	4,36	18,9	82,404
15:00 - 16:00	34°C	65	143.000	4,42	19,2	84,864

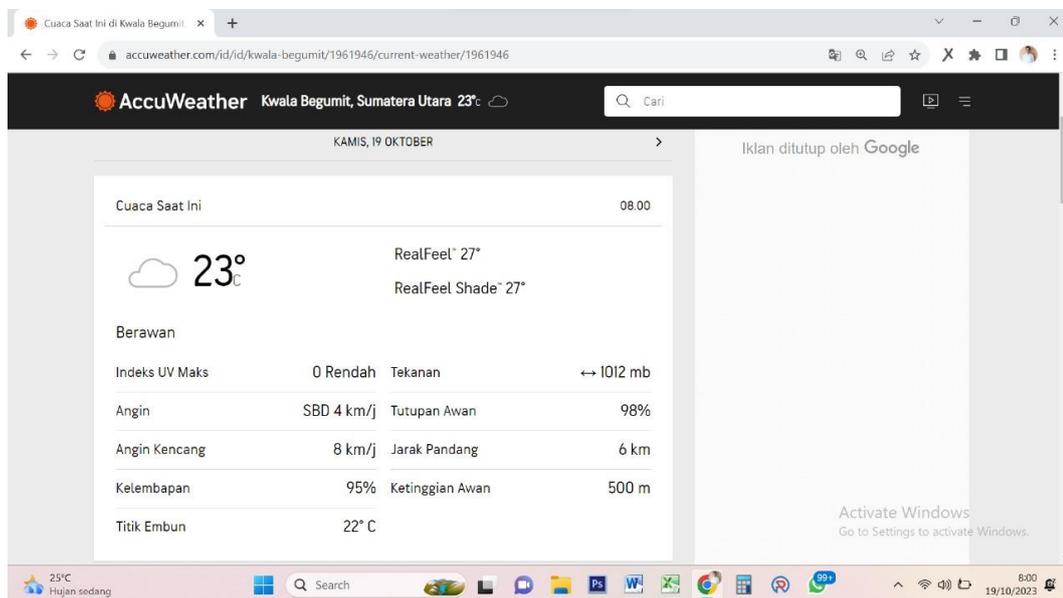
Berdasarkan hasil dari tabel 4.3 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **15:00–16:00** yaitu **34⁰ C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00–09:00** yaitu **25⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **08:00 – 09:00** yaitu **90 %** , dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **15:00-16:00** yaitu **6 %5** , selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **15:00 – 16:00** yaitu sebesar **143.000 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **08:00 – 09:00** yaitu **95.000 Lux**.



Grafik 4.2 Grafik Pengujian Hari Ke - 2

4.4.3. Pengujian Hari Ke-3

Pada hari ketiga (Kamis , 19/10/2023)



Gambar 4.21 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begumit

accuweather.com/id/id/kwala-begumit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begumit, Sumatera Utara 23°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 09.04

23°C

RealFeel[™] 28°

RealFeel Shade[™] 28°

Berawan

Indeks UV Maks	I Rendah	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	S 5 km/j	Tutupan Awan	98%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	96%	Ketinggian Awan	600 m
Titik Embun	23° C		

Recolour your world.
Unlock endless colour combinations with Generative Recolor.
Try now
Adobe Illustrator

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

9:04
19/10/2023

Gambar 4.22 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begumit

accuweather.com/id/id/kwala-begumit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begumit, Sumatera Utara 29°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 10.18

29°C

RealFeel[™] 34°

RealFeel Shade[™] 32°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1012 mb
Angin	UBL 4 km/j	Tutupan Awan	99%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	72%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	23° C		

Keep your creativity going with 20+ apps.
Get the Adobe Creative Cloud All Apps plan.
Learn more
Design

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

10:18
19/10/2023

Gambar 4.23 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit | x +

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 29°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 11:37

29°C

RealFeel® 34°

RealFeel Shade® 32°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1012 mb
Angin	TL 10 km/j	Tutupan Awan	96%
Angin Kencang	19 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	74%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	23° C		

Keep your creativity going with 20+ apps. Get the Adobe Creative Cloud All Apps plan. Learn more

Activate Windows Go to Settings to activate Windows.

28°C Berawan

Search

11:38 19/10/2023

Gambar 4.24 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit | x +

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 30°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 12:11

30°C

RealFeel® 35°

RealFeel Shade® 33°

Berawan

Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	TL 10 km/j	Tutupan Awan	96%
Angin Kencang	19 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	68%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	23° C		

Activate Windows Go to Settings to activate Windows.

28°C Berawan

Search

12:12 19/10/2023

Gambar 4.25 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 30°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 13.09

30°C RealFeel® 36°
RealFeel Shade® 34°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↑ 1014 mb
Angin	TL 12 km/j	Tutupan Awan	99%
Angin Kencang	24 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	68%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	24° C		

MELIAREWARDS
LIBURAN YANG MENGINSPIRASI
Diskon hingga 35%
Anak pertama menginap gratis*
Voucher eksklusif
PESAN SEKARANG

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.26 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 33°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 14.00

33°C RealFeel® 41°
RealFeel Shade® 38°

Umumnya berawan

Indeks UV Maks	7 Tinggi	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	TTL 2 km/j	Tutupan Awan	80%
Angin Kencang	4 km/j	Jarak Pandang	11 km
Kelembapan	60%	Ketinggian Awan	9100 m
Titik Embun	24° C		

GO
GRAND
START PLANNING YOUR BALI GETAWAY
GRAND HYATT

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.27 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 32°C

KAMIS, 19 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 15.03

32°C RealFeel® 38°
RealFeel Shade® 37°

Umumnya berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1014 mb
Angin	T 6 km/j	Tutupan Awan	87%
Angin Kencang	14 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	65%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	25° C		

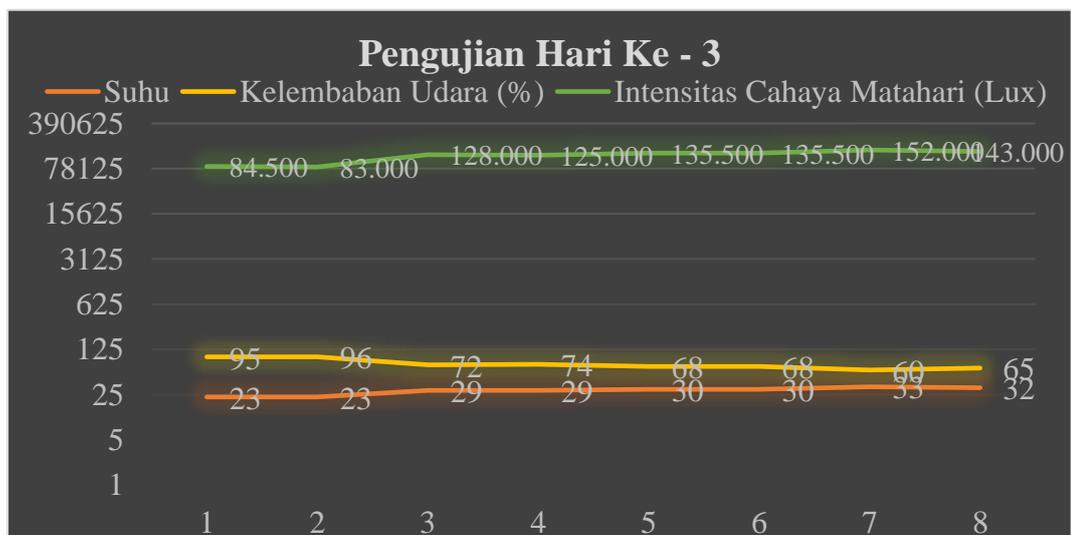
Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.28 Pengambilan Data Hari Ke – 3 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

Tabel Data 4.4 Hasil Percobaan Hari Ke – 3

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	23°C	95	84.500	4,03	17,25	69,5175
09:00 - 10:00	23°C	96	83.000	4,02	17,2	69,144
10:00 - 11:00	29°C	72	128.000	4,32	18,7	80,784
11:00 - 12:00	29°C	74	125.000	4,33	18,6	80,538
12:00 - 13:00	30°C	68	135.500	4,4	18,95	83,38
13:00 - 14:00	30°C	68	135.500	4,4	18,95	83,38
14:00 - 15:00	33°C	60	152.000	4,51	19,5	87,945
15:00 - 16:00	32°C	65	143.000	4,42	19,2	84,864

Berdasarkan hasil dari tabel 4.4 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **14:00 – 15:00** yaitu **33⁰ C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00 – 09:00** ,dan pukul **09:00 – 10:00** yaitu **23⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **09:00 – 10:00** yaitu **96 %** , dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **14:00 – 15:00** yaitu **60 %** , selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **14:00 – 15:00** yaitu sebesar **152.000 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **09:00 – 10:00** yaitu **83.000 Lux**.



Grafik 4.3 Grafik Pengujian Hari Ke - 3

4.4.7 Pengujian Hari Ke - 4

Pada hari Keempat (Jum'at , 20/10/20223) .



Gambar 4.29 Pengambilan Data Hari Ke-4

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 26°

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 08.30

26° RealFeel® 31°
RealFeel Shade® 31°

Berawan

Indeks UV Maks	1 Rendah	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	BD 6 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	85%	Ketinggian Awan	600 m
Titik Embun	24° C		

Waiting for securepubads.g.doubleclick.net...

27°C Berawan

8:30 20/10/2023

Gambar 4.30 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 28°

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 09.39

28° RealFeel® 34°
RealFeel Shade® 33°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↓ 1012 mb
Angin	B 6 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	13 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	80%	Ketinggian Awan	600 m
Titik Embun	24° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

IHSG -1,18%

9:39 20/10/2023

Gambar 4.31 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 28°C

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 10.48

28°C RealFeel® 34°
RealFeel Shade® 33°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1013 mb
Angin	BBL 6 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	14 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	82%	Ketinggian Awan	600 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

29°C Berawan

Gambar 4.32 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 29°C

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 11.26

29°C RealFeel® 35°
RealFeel Shade® 34°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1013 mb
Angin	BBL 6 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	14 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	78%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

IHSG -1,18%

Gambar 4.33 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 29°C

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 12.00

29°C RealFeel® 36°
RealFeel Shade® 34°

Umumnya berawan

Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↔ 1013 mb
Angin	BBD 6 km/j	Tutupan Awan	89%
Angin Kencang	12 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	79%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	25° C		

MELIA REWARDS
LIBURAN YANG MENGINSPIRASI
Diskon hingga 35% off

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

IHSG -1,18%

Search

12:00
20/10/2023

Gambar 4.34 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 33°C

JUMAT, 20 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 13.09

33°C RealFeel® 39°
RealFeel Shade® 38°

Berawan

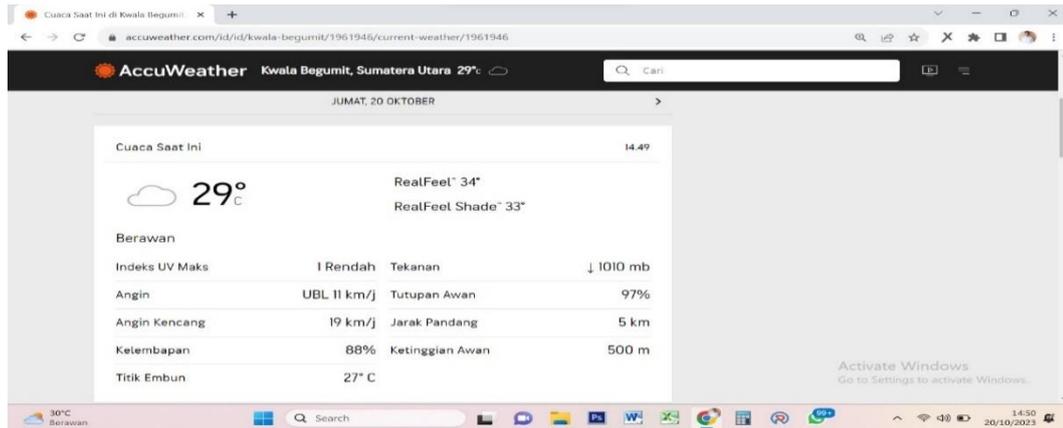
Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	BD 7 km/j	Tutupan Awan	99%
Angin Kencang	16 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	61%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

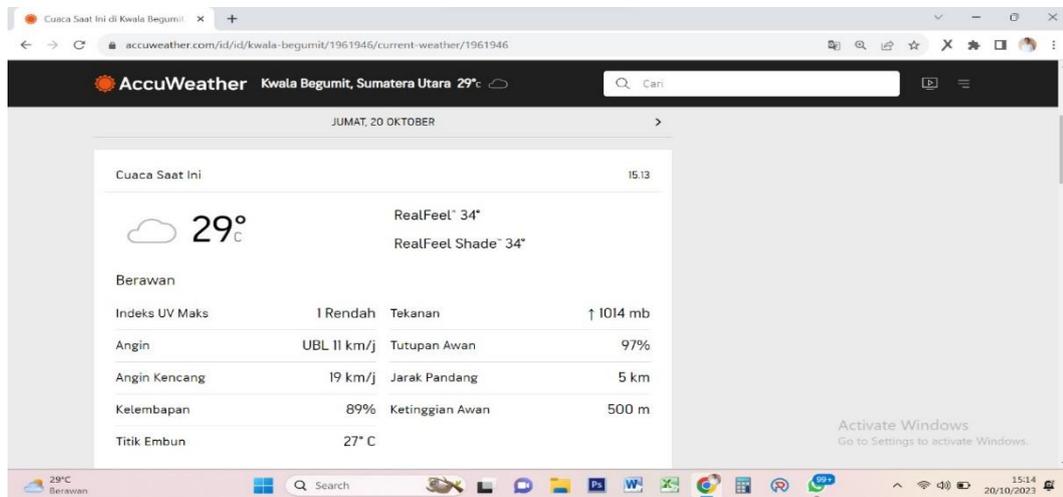
Search

13:10
20/10/2023

Gambar 4.35 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.



Gambar 4.36 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

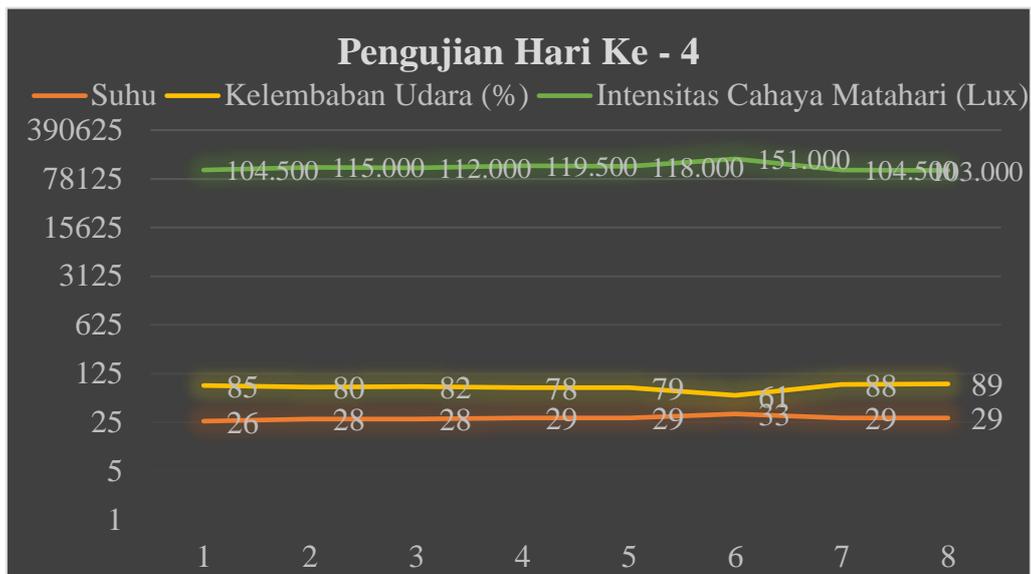


Gambar 4.37 Pengambilan Data Hari Ke – 4 Pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Tabel Data 4.5 Hasil Percobaan Hari Ke – 4

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	26°C	85	104.500	4,16	17,9	74,464
09:00 - 10:00	28°C	80	115.000	4,23	18,25	77,1975
10:00 - 11:00	28°C	82	112.000	4,21	18,15	76,4115
11:00 - 12:00	29°C	78	119.500	4,26	18,75	79,875
12:00 - 13:00	29°C	79	118.000	4,25	18,7	79,475
13:00 - 14:00	33°C	61	151.000	4,47	19,8	88,506
14:00 - 15:00	29°C	88	104.500	4,16	17,9	74,464
15:00 - 16:00	29°C	89	103.000	4,15	17,85	74,0775

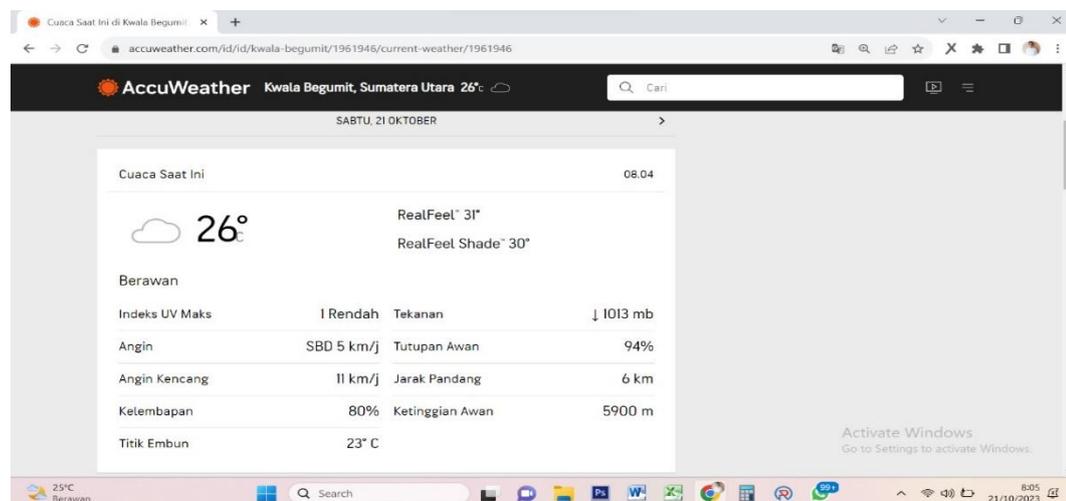
Berdasarkan hasil dari tabel 4.5 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **13:00 –14:00** yaitu **33^o C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00-09:00** yaitu **23^o C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **15:00 – 16:00** yaitu **89 %** , dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **13:00 – 14:00** yaitu **61%** , selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **13:00 – 14:00** yaitu sebesar **151.000 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **15:00 – 16:00** yaitu **103.000 Lux**.



Grafik 4.4. Grafik Pengujian Hari Ke - 4

4.4.8 Pengujian Hari Ke-5

Pada hari kelima (Sabtu , 21/10/2023)



Gambar 4.38 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca Saat Ini 09:32

27°C RealFeel® 30°
RealFeel Shade® 29°

Badai petir

Indeks UV Maks	I Rendah	Tekanan	↑ 1014 mb
Angin	SBD 5 km/j	Tutupan Awan	97%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	84%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	24° C		

Gambar 4.39 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca Saat Ini 10:13

27°C RealFeel® 31°
RealFeel Shade® 29°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1014 mb
Angin	SBD 5 km/j	Tutupan Awan	97%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	84%	Ketinggian Awan	2000 m
Titik Embun	24° C		

Gambar 4.40 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca Saat Ini 11:18

27°C RealFeel® 33°
RealFeel Shade® 31°

Berawan

Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↓ 1012 mb
Angin	BD 5 km/j	Tutupan Awan	98%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	86%	Ketinggian Awan	2000 m
Titik Embun	24° C		

Gambar 4.41 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 27°C

SABTU, 21 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 12.06

27°C

RealFeel® 32°

RealFeel Shade® 30°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↓ 1013 mb
Angin	BBL 7 km/j	Tutupan Awan	96%
Angin Kencang	13 km/j	Jarak Pandang	3 km
Kelembapan	92%	Ketinggian Awan	1200 m
Titik Embun	25° C		

28°C Berawan

Search

21/10/2023

Gambar 4.42 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 29°C

SABTU, 21 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 13.14

29°C

RealFeel® 35°

RealFeel Shade® 32°

Berawan

Indeks UV Maks	4 Sedang	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	BL 9 km/j	Tutupan Awan	99%
Angin Kencang	17 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	78%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	24° C		

28°C Berawan

Search

21/10/2023

Gambar 4.43 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 30°C

SABTU, 21 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 14.00

30°C

RealFeel® 36°

RealFeel Shade® 34°

Berawan

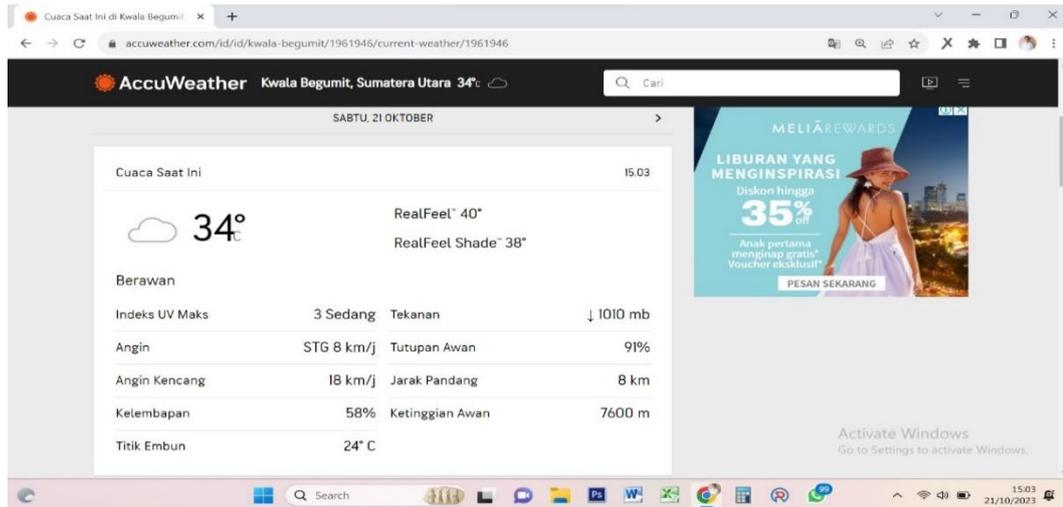
Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	STG 8 km/j	Tutupan Awan	98%
Angin Kencang	18 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	78%	Ketinggian Awan	7600 m
Titik Embun	26° C		

Waiting for csi.gstatic.com

Search

21/10/2023

Gambar 4.44 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.



Gambar 4.45 Pengambilan Data Hari Ke – 5 Pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Tabel Data 4.6 Hasil Percobaan Hari Ke – 5

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	26°C	80	116.500	4,21	18,15	76,4115
09:00 - 10:00	27°C	84	112.000	4,18	18	75,24
10:00 - 11:00	27°C	84	112.000	4,18	18	75,24
11:00 - 12:00	27°C	86	109.000	4,16	17,9	74,464
12:00 - 13:00	27°C	92	103.000	4,12	17,7	72,924
13:00 - 14:00	29°C	78	127.000	4,28	18,5	79,18
14:00 - 15:00	30°C	78	128.500	4,29	18,55	79,5795
15:00 - 16:00	34°C	58	164.500	4,53	19,75	89,4675

Berdasarkan hasil dari tabel 4.6 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **15:00–16:00** yaitu **34⁰ C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00–09:00** yaitu **26⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **12:00 – 13:00**, yaitu **92 %**, dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **15:00 – 16:00** yaitu **58%**, selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **15:00 – 16:00** yaitu sebesar **164.500 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **12:00 – 13:00** yaitu **103.000 Lux**.



Grafik 4.5. Grafik Pengujian Hari Ke - 5

4.4.9 Pengujian Hari Ke-6

Pada hari keenam (Minggu , 22/10/2023)



Gambar 4.46. Pengambilan Data Hari Ke-6

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 26°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 08:49

26°C RealFeel® 31°
RealFeel Shade® 31°

Berawan

Indeks UV Maks	1 Rendah	Tekanan	↑ 1014 mb
Angin	TTG 4 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	90%	Ketinggian Awan	600 m
Titik Embun	24° C		

25°C Berawan

22/10/2023

Gambar 4.47. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 27°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 09:09

27°C RealFeel® 33°
RealFeel Shade® 31°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↓ 1013 mb
Angin	TTG 4 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	11 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	85%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	24° C		

27°C Sebagian cerah

22/10/2023

Gambar 4.48. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 28°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 10.06

28°C RealFeel[®] 35°
RealFeel Shade[®] 33°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1013 mb
Angin	TTL 5 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	12 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	80%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	25° C		

28°C Sebagian cerah

10:07 22/10/2023

Gambar 4.49. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 28°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 11.04

28°C RealFeel[®] 35°
RealFeel Shade[®] 33°

Berawan

Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↔ 1014 mb
Angin	UTL 6 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	13 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	82%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	25° C		

28°C Hujan

11:04 22/10/2023

INI DIA YANG DITUNGGU-TUNGGU KURSI GRATIS

Gambar 4.50. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 32°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 12:35

32°C RealFeel[™] 39°
RealFeel Shade[™] 37°

Berawan

Indeks UV Maks	4 Sedang	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	U 12 km/j	Tutupan Awan	99%
Angin Kencang	18 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	64%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	25° C		

LIBURAN YANG MENGINSPIRASI
Diskon hingga 35% off
PESAN SEKARANG

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

30°C Berawan

Gambar 4.51. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 32°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 13:37

32°C RealFeel[™] 39°
RealFeel Shade[™] 37°

Badai petir

Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	UTL 8 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	16 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	71%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	27° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

30°C Berawan

Gambar 4.52. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 28°C

MINGGU, 22 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 14:27

28°C RealFeel[™] 34°
RealFeel Shade[™] 32°

Berawan

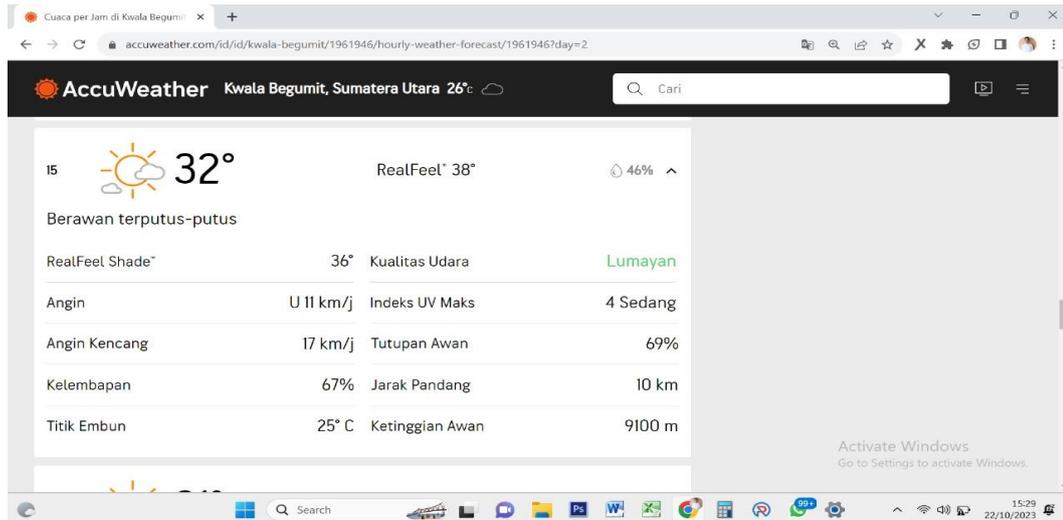
Indeks UV Maks	2 Rendah	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	UTL 8 km/j	Tutupan Awan	100%
Angin Kencang	16 km/j	Jarak Pandang	6 km
Kelembapan	93%	Ketinggian Awan	4700 m
Titik Embun	27° C		

INTUIT quickbooks
Be the accounting hero your clients need with QuickBooks Online Accountant
Sign up for free

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

30°C Berawan

Gambar 4.53. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

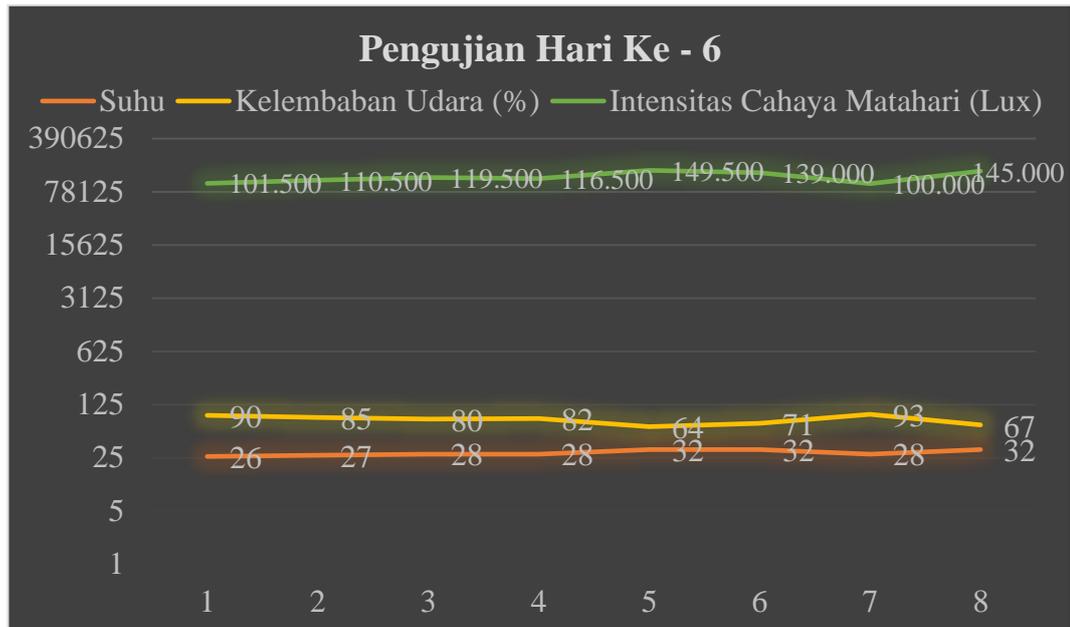


Gambar 4.54. Pengambilan Data Hari Ke – 6 Pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Tabel Data 4.7 Hasil Percobaan Hari Ke – 6

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	26°C	90	101.500	4,11	17,65	72,5415
09:00 - 10:00	27°C	85	110.500	4,24	17,95	76,108
10:00 - 11:00	28°C	80	119.500	4,3	18,25	78,475
11:00 - 12:00	28°C	82	116.500	4,28	18,15	77,682
12:00 - 13:00	32°C	64	149.500	4,5	19,25	86,625
13:00 - 14:00	32°C	71	139.000	4,43	18,9	83,727
14:00 - 15:00	28°C	93	100.000	4,17	17,6	73,392
15:00 - 16:00	32°C	67	145.000	4,47	19,1	85,377

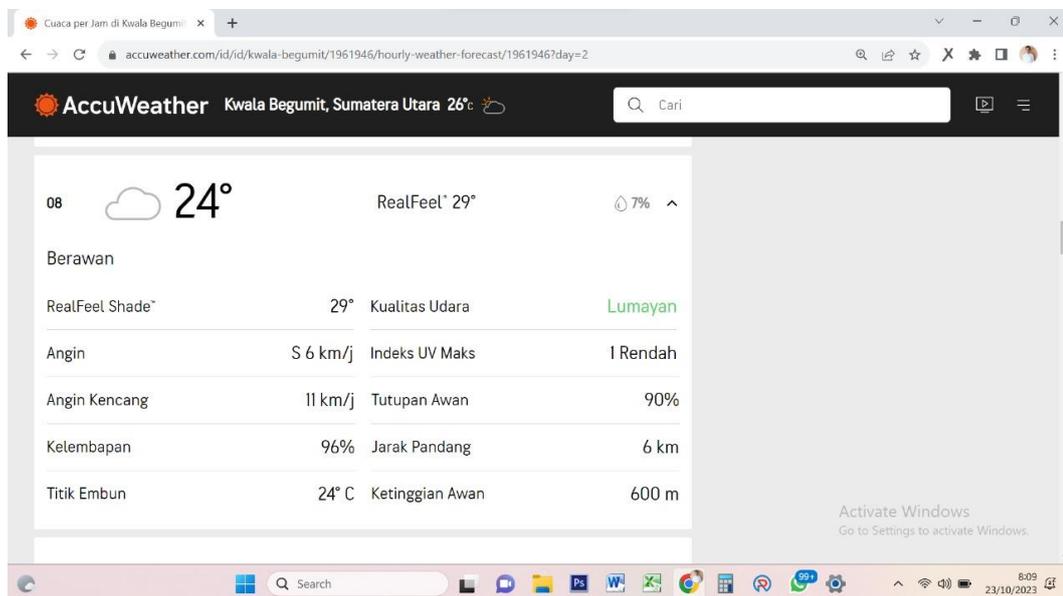
Berdasarkan hasil dari tabel 4.7 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **12:00 – 13:00**, Pukul **13:00 – 14:00**, dan Pukul **15:00 – 16:00** , yaitu **32⁰ C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00 – 09:00** yaitu **26⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **14:00 – 15:00** , yaitu **93 %** , dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **12:00 – 13:00** yaitu **64% ,** selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **12:00 – 13:00** yaitu sebesar **149.500 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **14:00 – 15:00** yaitu **100.000 Lux**.



Grafik 4.6. Grafik Pengujian Hari Ke – 6

4.4.10 Pengujian Hari Ke-7

Pada hari ketujuh (Senin , 23/10/2023)



Gambar 4.57. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 08.00 – 09.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 26°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 09:35

26°C RealFeel® 32°
RealFeel Shade® 30°

Umumnya berawan

Indeks UV Maks	3 Sedang	Tekanan	↔ 1014 mb
Angin	BBL 7 km/j	Tutupan Awan	76%
Angin Kencang	12 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	93%	Ketinggian Awan	5900 m
Titik Embun	24° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

9:35
23/10/2023

Gambar 4.56. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 09.00 – 10.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Begunit

accuweather.com/id/id/kwala-begunit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Begunit, Sumatera Utara 27°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 10:42

27°C RealFeel® 34°
RealFeel Shade® 32°

Cerah berawan

Indeks UV Maks	6 Tinggi	Tekanan	↓ 1013 mb
Angin	BL 8 km/j	Tutupan Awan	66%
Angin Kencang	15 km/j	Jarak Pandang	10 km
Kelembapan	87%	Ketinggian Awan	9100 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

10:42
23/10/2023

30°C
Sebagian cerah

Save up to 15%
at participating Hyatt Hotels
Enjoy the rewards of World of Hyatt membership
BOOK NOW
TIME IS UP

AirAsia
KURSI GRATIS
Kesempatan

Gambar 4.57. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 10.00 – 11.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit, Sumatera Utara 29°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 11:21

29°C RealFeel® 36°
RealFeel Shade® 34°

Cerah berawan

Indeks UV Maks	8 Sangat Tinggi	Tekanan	↔ 1013 mb
Angin	BL 8 km/j	Tutupan Awan	66%
Angin Kencang	15 km/j	Jarak Pandang	10 km
Kelembapan	77%	Ketinggian Awan	7900 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.58. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 11.00 – 12.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit, Sumatera Utara 30°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 12:04

30°C RealFeel® 36°
RealFeel Shade® 34°

Umumnya berawan

Indeks UV Maks	4 Sedang	Tekanan	↑ 1013 mb
Angin	BD 13 km/j	Tutupan Awan	84%
Angin Kencang	21 km/j	Jarak Pandang	10 km
Kelembapan	76%	Ketinggian Awan	500 m
Titik Embun	25° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

Gambar 4.59. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 12.00 – 13.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 33°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 13.33

33°C RealFeel® 40°
RealFeel Shade® 38°

Badai petir

Indeks UV Maks	7 Tinggi	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	UBL 9 km/j	Tutupan Awan	70%
Angin Kencang	22 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	66%	Ketinggian Awan	9100 m
Titik Embun	26° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

30°C Sebagian cerah

Gambar 4.60. Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 13.00 – 14.00 WIB.

Cuaca Saat Ini di Kwala Beguit

accuweather.com/id/id/kwala-beguit/1961946/current-weather/1961946

AccuWeather Kwala Beguit, Sumatera Utara 33°C

SENIN, 23 OKTOBER

Cuaca Saat Ini 14.03

33°C RealFeel® 40°
RealFeel Shade® 38°

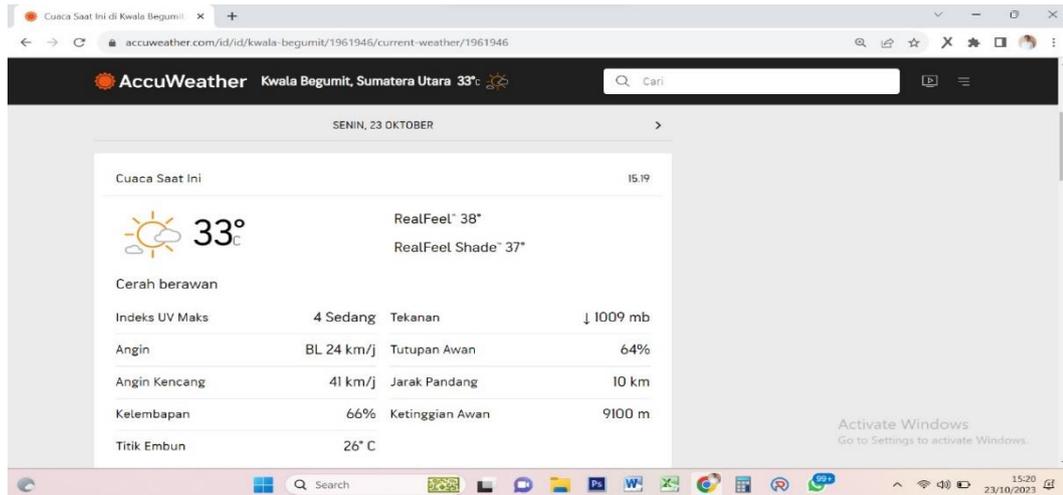
Cerah berawan

Indeks UV Maks	7 Tinggi	Tekanan	↓ 1011 mb
Angin	UBL 9 km/j	Tutupan Awan	70%
Angin Kencang	22 km/j	Jarak Pandang	8 km
Kelembapan	66%	Ketinggian Awan	9100 m
Titik Embun	26° C		

Activate Windows
Go to Settings to activate Windows.

30°C Sebagian cerah

Gambar 4.61 Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 14.00 – 15.00 WIB.

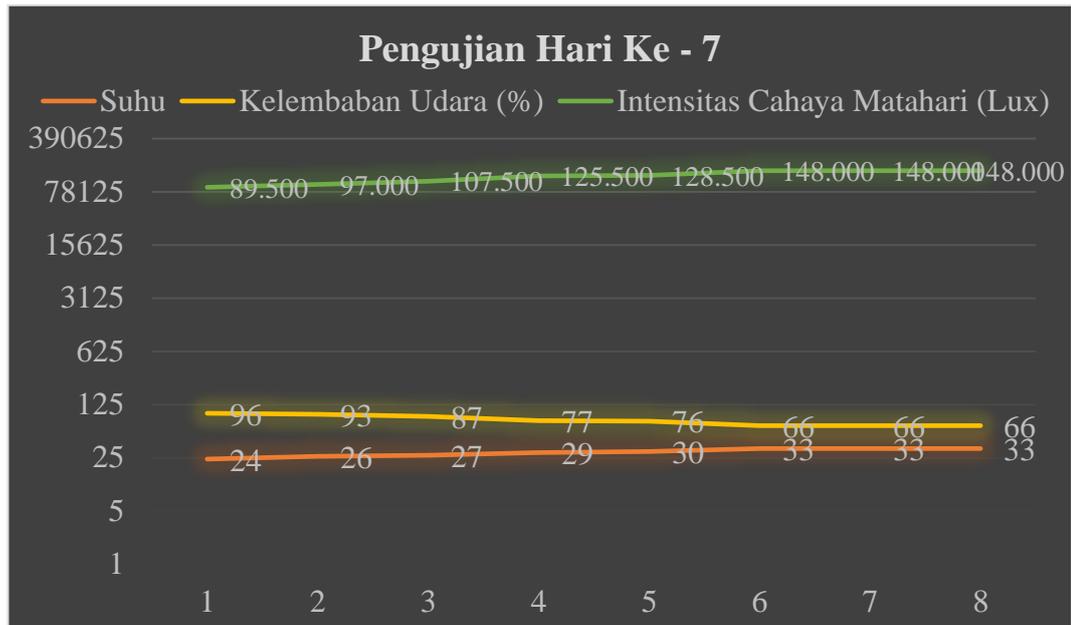


Gambar 4.62 Pengambilan Data Hari Ke – 7 Pukul 15.00 – 16.00 WIB.

Tabel Data 4.8 Hasil Percobaan Hari Ke – 7

Waktu	Suhu	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Arus PLTS (A)	Tegangan PLTS (V)	Daya Semu (V*I) VA
08:00 - 09:00	24°C	96	89.500	4,03	17,25	69,5175
09:00 - 10:00	26°C	93	97.000	4,08	17,5	71,4
10:00 - 11:00	27°C	87	107.500	4,15	17,85	74,0775
11:00 - 12:00	29°C	77	125.500	4,27	18,45	78,7815
12:00 - 13:00	30°C	76	128.500	4,29	18,55	79,5795
13:00 - 14:00	33°C	66	148.000	4,56	19,2	87,552
14:00 - 15:00	33°C	66	148.000	4,56	19,2	87,552
15:00 - 16:00	33°C	66	148.000	4,56	19,2	87,552

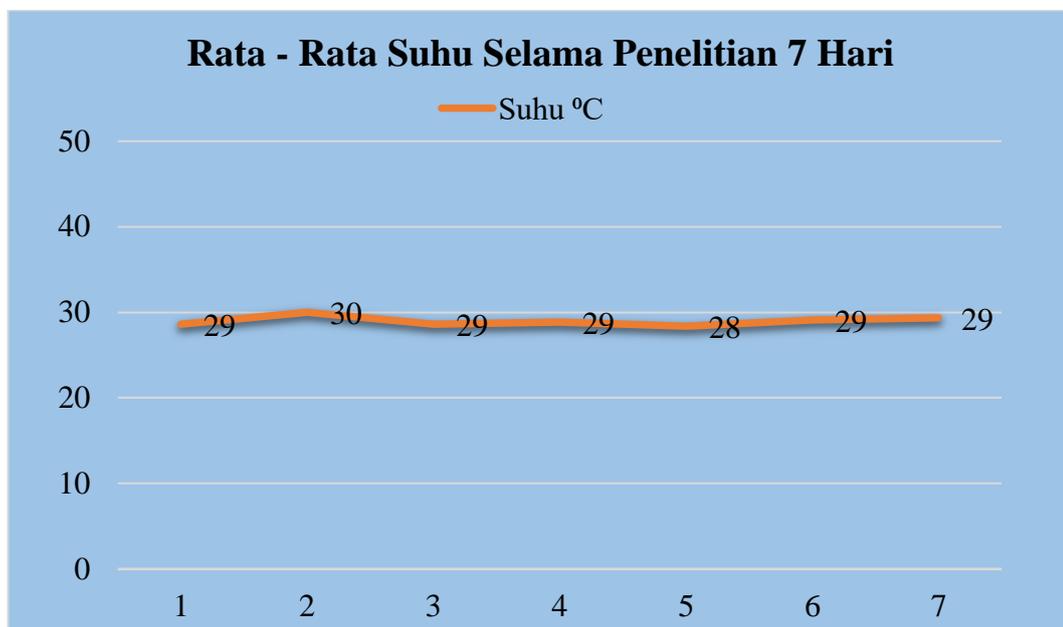
Berdasarkan hasil dari tabel 4.8 diatas, diperoleh suhu tertinggi pada pukul **13:00 – 14:00** , pukul **14:00 – 15:00** dan pukul **15:00 – 16:00** yaitu **33⁰ C**, dan suhu terendah pada pukul **08:00 – 09:00**, yaitu **24⁰ C**, kemudian persentase dari Kelembaban udara tertinggi pada pukul **08:00 – 09:00**, yaitu **96 %** , dan persentase dari Kelembaban udara terendah pada pukul **13:00 – 14:00** , pukul **14:00 – 15:00** dan pukul **15:00 – 16:00**, yaitu **66%** , selanjutnya diperoleh Intensitas Cahaya Matahari tertinggi pada pukul **13:00 – 14:00** , pukul **14:00 – 15:00** dan pukul **15:00 – 16:00**, yaitu sebesar **148.000 Lux** dan Intensitas Cahaya Matahari terendah pada pukul **08:00 – 09:00** , yaitu **89.500 Lux**.



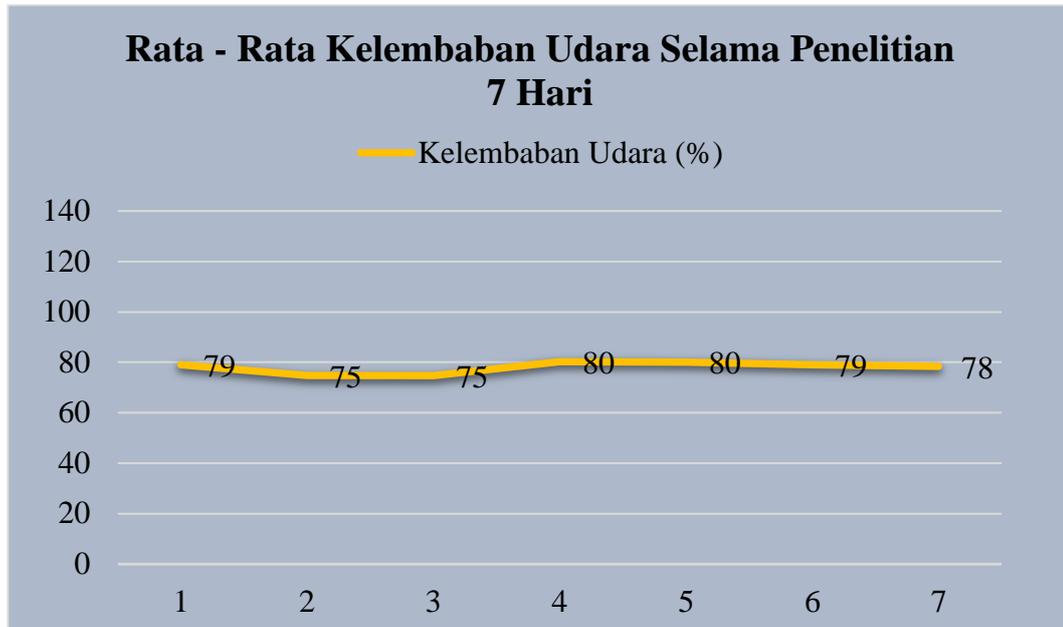
Grafik 4.7. Grafik Pengujian Hari Ke – 7

4.5 Hasil Pengambilan Data Selama 7 Hari

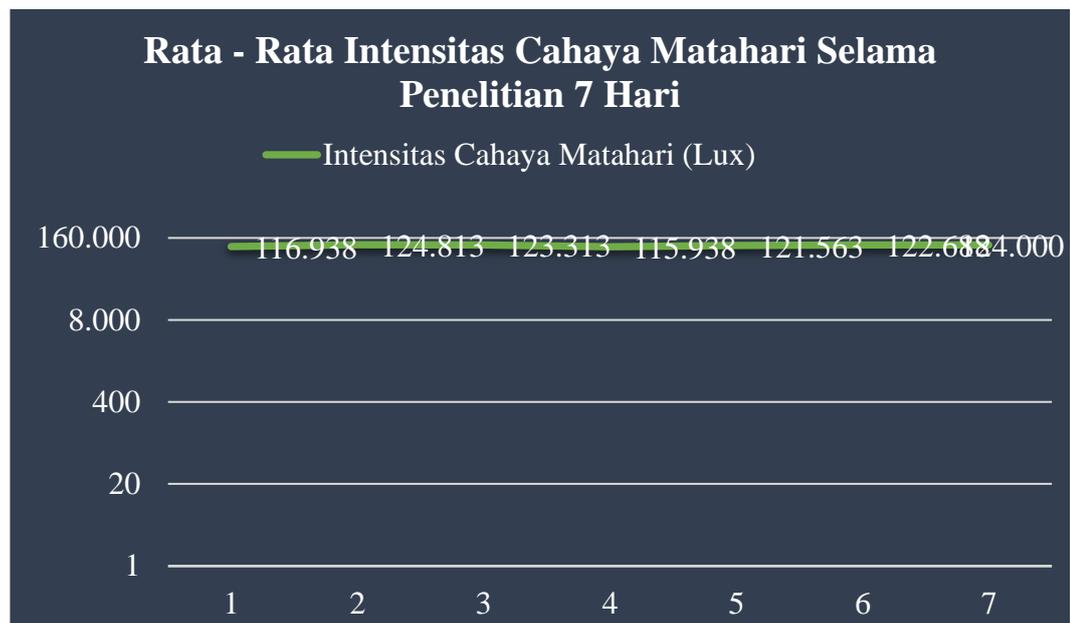
Maka dari hasil pengambilan data, diperoleh grafik rata-rata selama 7 hari , sebagai berikut :



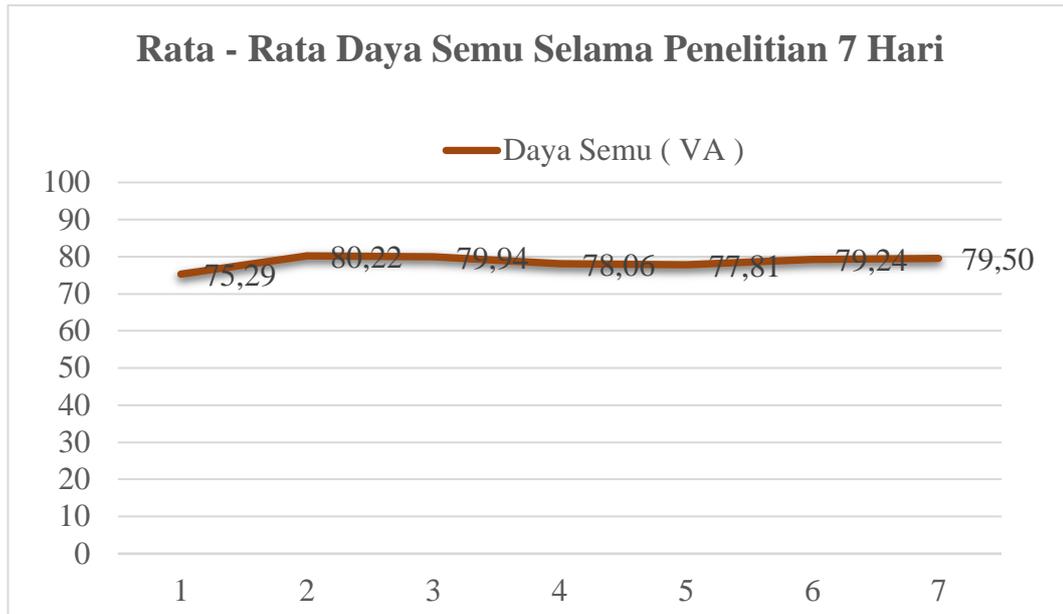
Grafik 4.8. Grafik Rata-rata Suhu Selama 7 Hari (°C)



Grafik 4.9. Grafik Rata-rata Kelembaban Udara Selama 7 Hari (%)



Grafik 4.10 Grafik Rata-rata Intensitas Cahaya Matahari Selama 7 Hari (Lux)

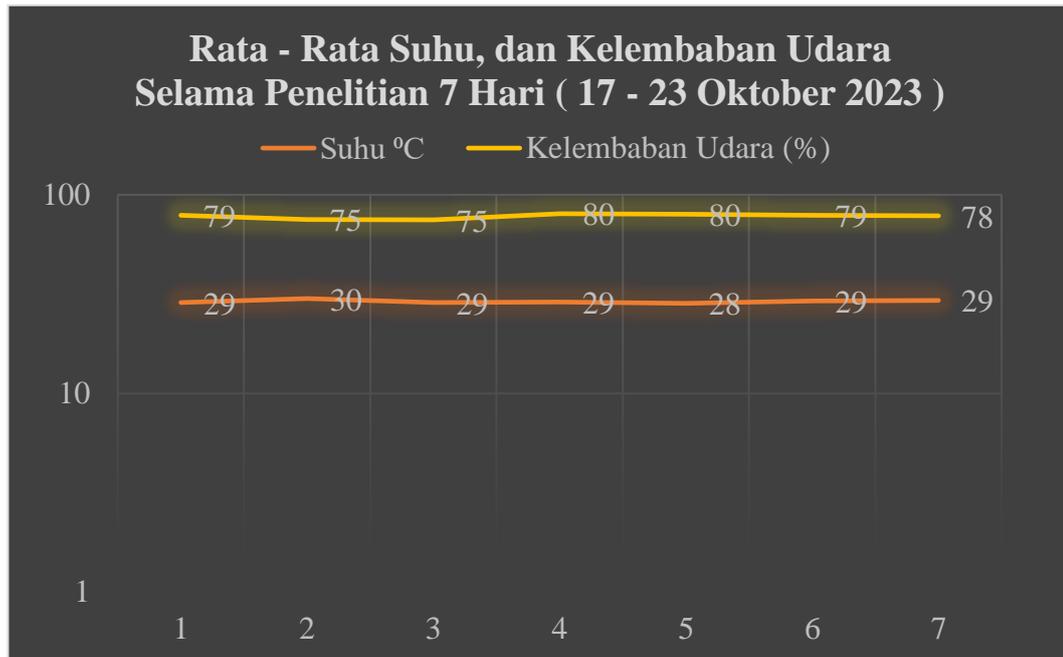


Grafik 4.11 Grafik Rata-rata Daya Semu Selama 7 Hari (VA)

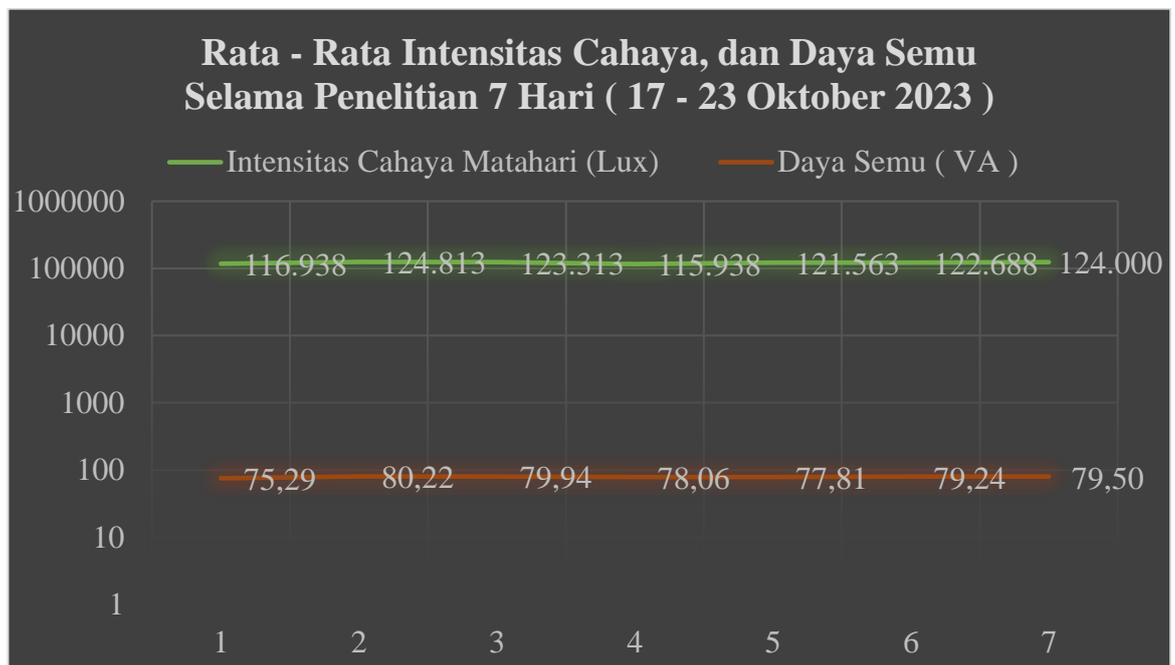
Tabel Data 4.9 Hasil Data Percobaan Selama 7 Hari (Rata- Rata)

Pengujian	Suhu (°C)	Kelembaban Udara (%)	Intensitas Cahaya Matahari (Lux)	Daya Keluaran (VA)
Hari Ke-1	29	79	116.938	75,29
Hari Ke-2	30	75	124.813	80,22
Hari Ke-3	29	75	123.313	79,94
Hari Ke-4	29	80	115.938	78,06
Hari Ke-5	28	80	121.563	77,81
Hari Ke-6	29	79	122.688	79,24
Hari Ke-7	29	78	124.000	79,50

Maka dari tabel data yang didapat, adapun grafik yang dapat dihasilkan adalah sebagai berikut :



Grafik 4.12 Grafik Rata – Rata Perbandingan Suhu dan Kelembaban Udara
selama 7 Hari Penelitian



Grafik 4.13 Grafik Rata – Rata Perbandingan Intensitas Cahaya dan Daya Semu
selama 7 Hari Penelitian

4.6 Perbandingan Antara Suhu dengan Kelembaban Udara serta Perbandingan Antara Daya Semu dan Intensitas Cahaya selama 7 hari penelitian

Berdasarkan Grafik 4.12, dapat disimpulkan bahwa , selama dalam 7 hari penelitian, Suhu dalam keadaan Stabil dengan skala terendah yaitu **28°C** pada **hari ke - 5** , dan skala suhu tertinggi yaitu **30 °C** pada **hari ke – 2** , untuk Kelembaban Udara juga dalam keadaan Stabil dengan skala terendah yaitu **75 %** pada **hari ke 2** , dan pada hari ke- **3** , dan skala Kelembaban Udara tertinggi yaitu **80 %** pada **hari ke – 4** , dan pada **hari ke – 5** .

Begitu juga dengan Grafik 4.13, Daya Semu selama 7 hari penelitian dalam keadaan stabil dengan skala terendah yaitu **75,29 VA** pada hari **ke – 1** , dan skala Daya Semu tertinggi yaitu **80,22 VA** pada **hari ke – 2** , dan juga Intensitas Cahaya dalam keadaan stabil dengan skala terendah **115.938 Lux** pada hari **ke – 4** , dan rentan Intensitas Cahaya tertinggi **124.813 Lux** pada **hari ke – 2**.

4.7 Pengaruh Antara Suhu, Kelembaban Udara, Intensitas Cahaya, dan Daya Semu Pada Panel Surya.

Tingginya Suhu akan menghasilkan Kelembaban Udara yang rendah ,dan Intensitas Cahaya yang dihasilkan juga akan meningkat. Maka, Tegangan, Arus, dan Daya Semu yang dihasilkan oleh Panel Surya akan menjadi lebih banyak.

Begitu pula dengan sebaliknya, jika, Suhu rendah akan menghasilkan Kelembaban Udara yang tinggi , sedangkan Intensitas Cahaya yang dihasilkan akan menurun. Maka, Tegangan , Arus, dan Daya Semu yang dihasilkan juga oleh Panel Surya akan menjadi lebih sedikit.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data pengujian yang telah diuraikan pada bab sebelumnya, maka dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

1. Dari hasil pengujian diperoleh data rata-rata suhu tertinggi pada temperatur 30 °C, dan kelembaban udara tertinggi sebesar 80 % , sedangkan intensitas cahaya matahari tertinggi sebesar 124.813 lux.
2. Besarnya intensitas cahaya matahari berbanding lurus dengan daya keluaran yang dihasilkan Panel Surya, dimana semakin besar intensitas matahari yang diserap maka semakin besar pula daya keluaran yang dihasilkan panel surya, sedangkan pengaruh suhu dan kelembaban udara tidak begitu berpengaruh terhadap daya keluaran PLTS.

5.2 Saran

1. Supaya dilakukan pengujian PLTS pada beban, baik beban DC maupun AC.
2. Supaya dapat menjadi studi banding untuk Penelitian pada PLTS lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] B. H. Purwoto, J. Jatmiko, M. A. Fadilah, and I. F. Huda, "Efisiensi Penggunaan Panel Surya sebagai Sumber Energi Alternatif," *Emit. J. Tek. Elektro*, vol. 18, no. 1, pp. 10–14, 2018, doi: 10.23917/emit.v18i01.6251.
- [2] V. F. Abast dkk, "Analisa Suhu Permukaan Terhadap Daya Output Solar Cell 10 Wp Tipe Monocrystalline," *J. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 1–8, 2023.
- [3] H. Johan, N. Utomo, and R. W. Wardana, "Pengaruh Temperatur Udara, Kelembaban Udara, Kecepatan Udara dan Intensitas Cahaya terhadap Daya Listrik Panel Surya," *EduFisika J. Pendidik. Fis.*, vol. 7, no. 1, pp. 55–61, 2022, doi: 10.59052/edufisika.v7i1.19963.
- [4] N. Sartika, A. N. R. Fajri, and L. Kamelia, "Perancangan Dan Simulasi Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Atap Pada Masjid Jami' Al-Muhajirin Bekasi," *Transm. J. Ilm. Tek. Elektro*, vol. 25, no. 1, pp. 1–9, 2023, doi: 10.14710/transmisi.25.1.1-9.
- [5] L. Qomaria and S. Sudarti, "Analisis Optimalisasi Sistem Solar Cell Sebagai Energi Alternatif Pada Pompa Air Sebagai Pemenuhan Kebutuhan Air Di Lahan Pertanian," *J. Penelit. Fis. dan Ter.*, vol. 2, no. 2, p. 58, 2021, doi: 10.31851/jupiter.v2i2.5732.
- [6] T. Haryanto, "Perancangan Energi Terbarukan Solar Panel Untuk Essential Load Dengan Sistem Switch," *J. Tek. Mesin*, vol. 10, no. 1, p. 43, 2021, doi: 10.22441/jtm.v10i1.4779.
- [7] I. K. Juniarta, I. N. Setiawan, and I. A. Dwi Giriantari, "Analisis Sistem Kelistrikan Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya on-Grid Kapasitas 25 Kwp Di Badan Perencanaan Pembangunan Daerah (Bappeda) Provinsi Bali," *J. SPEKTRUM*, vol. 9, no. 1, p. 111, 2022, doi: 10.24843/spektrum.2022.v09.i01.p13.
- [8] M. Siregar, N. Evalina, and M. Z. Haq, "Analisa Hubungan Seri Dan Paralel Terhadap Karakteristik Solar Sel Di Kota Medan," vol. 3, no. 2, pp. 94–100, 2021.

- [9] T. N. Hidayat and S. Sutrisno, "Analisis Output Daya Pada Pembangkit Listrik Tenaga Surya Dengan Kapasitas 10Wp, 20Wp, Dan 30Wp," *J. Crankshaft*, vol. 4, no. 2, pp. 9–18, 2021, doi: 10.24176/crankshaft.v4i2.6013.
- [10] D. Almanda, H. Isyanto, and R. Samsinar, "Perancangan Prototype Pemilah Sampah Organik Dan Anorganik Menggunakan Solar Panel 100 Wp Sebagai Sumber Energi Listrik Terbarukan," *Semin.Nas.SainsDanTeknol.*, pp.1–9, 2018. Available: <https://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnastek>
- [11] F. Hidayat, B. Winardi, and A. Nugroho, "Analisis Ekonomi Perencanaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (Plts) Di Departemen Teknik Elektro Universitas Diponegoro," *Transient*, vol. 7, no. 4, p. 875, 2019, doi: 10.14710/transient.7.4.875-882.
- [12] - Suwarti, "Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya," *Eksergi*, vol. 14, no. 3, p. 78, 2019, doi: 10.32497/eksergi.v14i3.1373.
- [13] E. K. A. M. Haryadi, "Analisis Intensitas Cahaya, Suhu, Kelembaban Udara, Terhadap Daya Keluaran Panel Surya Atap Berbasis ESP32," 2022.
- [14] N. Evalina, F. I. Pasaribu, and A. A. Hutasuhut, "Implementation of Solar Power Plant Capacity 200 WP with Solar Charge System for AC Load," *AIP Conf. Proc.*, vol. 2499, pp. 1–7, 2022, doi: 10.1063/5.0104940.
- [15] S. Manik, A. M. Muslimin, and A. A. Subgan, "PERANCANGAN ALAT UKUR INTENSITAS CAHAYA BERBASIS ARDUINO LEONARDO MENGGUNAKAN SENSOR LDR (Light Dependent Resistor)," *J. Nat.*, vol. 16, no. 1, pp. 1–13, 2020, doi: 10.30862/jn.v16i1.46.
- [16] N. Evalina, F. I. Pasaribu, A. A. A. H, and R. D. Ivana, "IMPLEMENTASI PEMBANGKIT LISTRIK TENAGA SURYA KAPASITAS 200 WP DENGAN SISTEM SOLAR CHARGER PADA BEBAN KIPAS ANGIN," 2021.
- [17] S. Prasetyo, U. Hidayat, Y. D. Haryanto, and N. F. Riama, "Variasi dan Trend Suhu Udara Permukaan di Pulau Jawa Tahun 1990-2019," *J. Geogr.*

Media Inf. Pengemb. dan Profesi Kegeografian, vol. 18, no. 1, pp. 60–68, 2021, doi: 10.15294/jg.v18i1.27622.

- [18] P. Kusumaning Tiyas and M. Widyartono, “Pengaruh Efek Suhu Terhadap Kinerja Panel Surya,” *J. Tek. Elektro*, vol. 09, no. 01, pp. 871–876, 2020.
- [19] H. B. Tambunan, *Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya*. Yogyakarta: CV BUDI UTAMA, 2021.
- [20] S. Himran, *ENERGI SURYA KONVERSI TERMAL DAN FOTOCOLTAIK*. Yogyakarta: CV ANDI OFFSET, 2021.
- [21] M. Nasution, “Karakteristik Baterai Sebagai Penyimpan Energi Listrik Secara Spesifik,” *Cetak) J. Electr. Technol.*, vol. 6, no. 1, pp. 35–40, 2021.