

PENGEMBANGAN RANCANG BANGUN PLTS BERBASIS PENDINGINAN TUMBUHAN



LAPORAN TUGAS AKHIR

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan pendidikan
diploma tiga (D-3) Program Studi Teknik Konversi Energi
Jurusan Teknik Mesin
Politeknik Negeri Ujung Pandang

Riska Risandi

342 20 049

Muh Arief Hidayatullah Z

342 20 068

**PROGRAM STUDI D-3 TEKNIK KONVERSI ENERGI
JURUSAN TEKNIK MESIN
POLITEKNIK NEGERI UJUNG
PANDANG MAKASSAR**

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan tugas akhir ini dengan judul “Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan” oleh Muhammad Arief Hidayatullah Zulkarnain 34220068 dan Riska Risandi 34220049 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Menyetujui,

Pembimbing I

Pembimbing II



Abdul Rahman, S.S.T., M.T.
NIP. 19730803 200604 1 001



Yivin Kistafani, S.T., M.T.
NIP. 19900517 201504 2 001

Mengetahui,

Jurusan Teknik Mesin



Ansharuddin Rasvid, M.T.
NIP. 1968015 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini tanggal 20 September 2023, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima dengan baik laporan tugas akhir oleh mahasiswa Riska Risandi NIM 34220049 dan Muh. Arief Hidayatullah Zulkarnain NIM 34220068 dengan judul “Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendingin Tumbuhan”

Makassar, September 2023

Tim Penguji Seminar Hasil Tugas Akhir:

- | | | |
|----------------------------------|---------------|---------|
| 1. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. | Ketua | (.....) |
| 2. Marhatang, S.ST., M.T. | Sekretaris | (.....) |
| 3. Sonong, S.T., M.T. | Anggota I | (.....) |
| 4. Ir, Lewi, M.T. | Anggota II | (.....) |
| 5. Abdul Rahman, S.S.T., M.T. | Pembimbing I | (.....) |
| 6. Yiyin Klistafani, S.T., M.T. | Pembimbing II | (.....) |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir ini yang berjudul “Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan” tepat pada waktunya, meski jauh dari katasempurna.

Dalam penulisan laporan tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak atas dukungan, bimbingan, perhatian dan motivasi yang telah di berikan kepada penulis, antara lain:

1. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara penulis yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
2. Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.Si., Ph.D.
3. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Ibu Sri Suwasti, S.ST., M.T. selaku koordinator Program Studi Teknik Konversi Energi.
5. Bapak Abdul Rahman, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Yiyin Klistafani, S.T., M.T. selaku Dosen Pembimbing II yang telah banyak membantu dan mengarahkan dalam mengerjakan laporan tugas akhir ini.
6. Bapak Muh Yusuf Yunus, S.ST., M.T. selaku Dosen Wali Kelas 3C D-3 Teknik Konversi Energi.

7. Teman-teman yang telah berkenan membantu hingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.

Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun untuk perbaikan di masa mendatang. Semoga tugas akhir ini bisa bermanfaat bagi pembaca dan terkhusus bagi penulis.



Makassar, September 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN PEMBIMBING	i
HALAMAN PENERIMAAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	v
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN.....	x
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	3
1.3. Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4. Tujuan dan Manfaat Kegiatan	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1. Energi Surya	5
2.2. Penel Surya/Sel Surya	5
2.3. <i>Accumulator</i> /Akumulator (Aki).....	15
2.4. Solar Charge Controller	19
2.5. Sistem Pendingin	20
2.6. Tumbuhan Kangkung (<i>ipomea aquatica</i>)	21
2.7. Mikrokontroler.....	22
BAB III METODE KEGIATAN	31
3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan	31
3.2 Alat dan Bahan	31
3.3 Prosedur Kerja	33
3.4 Tahap Perancangan	33
3.5 Tahap Pembuatan.....	38
3.6 Tahap Pengujian	39
3.7 Teknik Analisa Data.....	40
3.8 Diagram Alir.....	41

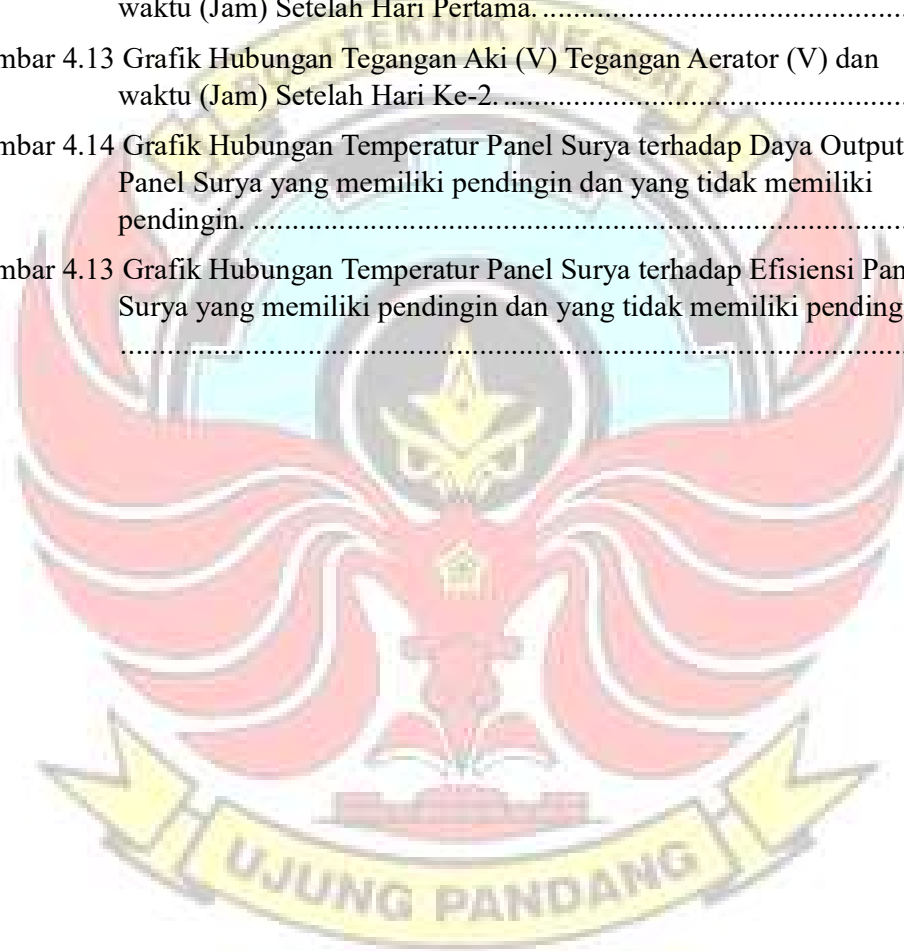
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN	42
4.1 Hasil Kegiatan	42
4.2 Deskripsi Hasil Kegiatan.....	49
BAB V PENUTUP	57
5.1 Kesimpulan.....	57
5.2 Saran.....	58
DAFTAR PUSTAKA.....	xi
LAMPIRAN.....	xii



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Modul Surya Terdiri dari 28-36 sel surya	7
Gambar 2.2 Struktur dari sel Surya Komersial	7
Gambar 2.3 Ilustrasi Pembuatan Silikon jenis p dan n	9
Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sel Surya	10
Gambar 2.5 Panel Surya <i>Polycrystalline</i>	12
Gambar 2.6 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi.....	13
Gambar 2.7 Ilustrasi baterai terisi penuh	17
Gambar 2.8 Ilustrasi baterai saat mengeluarkan arus	17
Gambar 2.9 Ilustrasi baterai dalam keadaan tak terisi	17
Gambar 2.10 Cara Kerja Akumulator	18
Gambar 2.11 Solar Charge Controller	20
Gambar 2.12 Tumbuhan Kangkung (<i>Ipomea Aquatica</i>).....	21
Gambar 2.13 Module Arduino UNO	23
Gambar 2.14 Sensor Suhu DS18B20	23
Gambar 2.15 Sensor Suhu DS18B20 Waterproof (Botland)	24
Gambar 2.16 LCD 20x4.....	25
Gambar 2.17 Modul I2C	25
Gambar 2.18 Sistem umum data logger.....	27
Gambar 2.19 SD Card Reader	28
Gambar 2.20 SD Card.....	28
Gambar 3.1 Skematik Rangkaian Sistem.....	33
Gambar 3.2 Rangka mekanik Panel surya berbasis pendingin tumbuhan	35
Gambar 3.3 Rangka mekanik Panel surya tanpa pendingin tumbuhan	35
Gambar 3.4 Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendingin.....	36
Alamiah Tumbuhan (a) lama (b) baru.....	36
Gambar 3.5 Tampak depan ruang Rancang bangun PLTS Berbasis Pendinginan Alamiah Tumbuhan (a) lama (b) baru	37
Gambar 3.6 (a) Gambar PLTS tanpa sistem pendinginan.....	38
(b) Gambar PLTS Berbasis pendinginan	38
Gambar 3.7 Diagram Alir Kegiatan.....	41
Gambar 4.1 Hasil Perancangan PLTS Berbasis Pendinginan Alamiah Tumbuhan	42

Gambar 4.2 Hasil Sistem Kelistrikan	43
Gambar 4.3 Hasil Perancangan Pembacaan Temperatur	43
Gambar 4.4 Pertumbuhan Tanaman Kangkung Air.....	44
Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Intensitas radiasi matahari (W/m^2) dan Waktu.....	49
Gambar 4.12 Grafik hubungan antara Daya Aki (Watt) dengan Waktu (Jam) pada Aki.....	53
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) Tegangan Aerator (V) dan waktu (Jam) Setelah Hari Pertama.....	54
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) Tegangan Aerator (V) dan waktu (Jam) Setelah Hari Ke-2.....	54
Gambar 4.14 Grafik Hubungan Temperatur Panel Surya terhadap Daya Output Panel Surya yang memiliki pendingin dan yang tidak memiliki pendingin.....	55
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Temperatur Panel Surya terhadap Efisiensi Panel Surya yang memiliki pendingin dan yang tidak memiliki pendingin.....	56



DAFTAR TABEL

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan PLTS	31
Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan PLTS	32
Tabel 4.1 Data Pengujian PLTS pada panel yang memiliki pendingin.....	46
Tabel 4.2 Data Pengujian PLTS pada panel tanpa pendingin.....	47
Tabel 4.3 Data Hasil Pengisian Aki.	47
Tabel 4.4 Data Hasil pengambilan pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Aerator.	48
Tabel 4.5 Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi panel dan temperatur pada panel yang memiliki pendingin.....	48
Tabel 4.6 Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi dan temperatur pada panel tanpa pendingin..	49
Tabel Data Pengujian PLTS pada panel tanpa pendingin Hari Ke-2	xv
Tabel Data Hasil Pengisian Aki Hari Ke-2	xvi
Tabel Data Hasil pengambilan pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Aerator Hari Ke-2.....	xvi
Tabel Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi panel dan temperatur pada panel yang memiliki pendingin (6 september 2023)	xvii
Tabel Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi dan temperatur pada panel tanpa pendingin. (6 September 2023)	xviii

DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
V	Volt	Tegangan
A	Ampere	Arus
P	Watt	Daya
I	Ampere	Arus
P _{in}	Watt	Daya <i>Input</i>
P _{out}	Watt	Daya <i>Output</i>
I _r	Watt/m ²	Intensitas Radiasi Matahari
η	%	Efisiensi
T	°C	Temperatur



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Muhammad Arief Hidayatullah Zulkarnain

NIM : 342 20 068

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul "Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan" merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, September 2023



Muhammad Arief Hidayatullah Z
NIM : 342 20 068

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Riska Risandi

NIM : 342 20 049

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan” merupakan gagasan, hasil karya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

Semua data dan informasi yang digunakan telah dinyatakan secara jelas dan dapat diperiksa kebenarannya. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan oleh penulis lain telah disebutkan dalam naskah dan dicantumkan dalam daftar Pustaka laporan tugas akhir ini.

Jika pernyataan saya tersebut di atas tidak benar, saya siap menanggung risiko yang ditetapkan oleh Politeknik Negeri Ujung Pandang

Makassar, September 2023



Riska Risandi
NIM : 342 20 049

PENGEMBANGAN RANCANG BANGUN PLTS BERBASIS PENDINGINAN TUMBUHAN

RINGKASAN

Energi terbarukan telah menjadi harapan masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan energi dimasa yang akan datang dengan semakin pesatnya penggunaan energi listrik. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi besar dengan memanfaatkan energi surya (solar) yang dapat diubah menjadi energi listrik dengan peralatan tertentu. Indonesia juga dikenal sebagai negara yang Sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Dalam penelitian ini, teknologi sistem akuaponik digunakan sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan dengan menggunakan sistem pendingin alamiah tumbuhan

Penelitian ini dimulai dengan perancangan rangka mekanik untuk aquaponik, perancangan bak air aquaponik, dan perancangan instalasi listrik untuk sistem kontrol pada panel surya, selanjutnya dilanjutkan dengan tahap pembuatan program untuk dapat menyimpan data secara otomatis pada sistem aquaponik.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Energi merupakan kebutuhan dasar manusia, yang harus meningkat sejalan dengan tingkat kehidupannya. Bahan bakar minyak/energi fosil merupakan salah satu sumber energi yang bersifat tak terbarukan (*non renewable energy sources*) yang selama ini merupakan andalan untuk memenuhi kebutuhan energi di seluruh sektor kegiatan. Kekayaan sumber daya energi di Indonesia, yaitu tenaga air *Hydropower*, panas bumi, gas bumi, batu bara, gambut, biomassa, biogas, angin, energi laut, matahari dan lainnya dapat dimanfaatkan sebagai energi alternatif, menggantikan ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, yang semakin terbatas baik jumlah dan cadangannya. Kekayaan sumber daya energi, khususnya sumber energi baru dan terbarukan yang kita miliki, perlu dipikirkan untuk di manfaatkan sebagai energi alternatif, menggantikan dan mengurangi peran bahan bakar minyak dalam konsumsi energi di Indonesia (Kholiq, 2015).

Sel Surya adalah teknologi yang menjanjikan dan berpotensi penting serta merupakan masa depan energi berkelanjutan bagi peradaban manusia. Berdasarkan data ini, prospek energi surya untuk manusia dan kemungkinan cara menerpakan teknologi fotofoltaik mutakhir ditentukan. Metode Konversi Energi matahari menjadi listrik, prinsip kerja dan bahan yang digunakan untuk berbagai jenis teknologi fotofoltaik, serta pasar surya global (Kiran dkk, 2016).

Salah satu potensi alam sebagai sumber energi listrik adalah energi tenaga matahari. Matahari merupakan sumber energi utama bagi Sebagian besar

proses- proses yang terjadi dipermukaan bumi. Sel matahari merupakan piranti yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada penelitian ini dilakukan pengambilan data keluaran panel sel surya yang meliputi data radiasi matahari, data tegangan yang dihasilkann dan data arus listrik yang dihasilkan pada tiap variasi sudut.. Photovoltaic adalah salah satu metode pengkonversi energi matahari menjadi listrik dengan menggunakan material semikonduktor. Sistem photovoltaik ini menggunakan solar cell yang dapat menghasilkan energi listrik secara langsung dari matahari (Made dkk, 2013).

Energi terbarukan telah menjadi harapan masyarakat untuk dapat memenuhi kebutuhan energi dimasa yang akan datang dengan semakin pesatnya penggunaan energi listrik. Sebagai negara tropis, Indonesia memiliki potensi besar dengan memanfaatkan energi surya (solar) yang dapat diubah menjadi energi listrik dengan peralatan tertentu. Indonesia juga dikenal sebagai negara yang Sebagian besar penduduknya memiliki mata pencaharian di bidang pertanian atau bercocok tanam. Dalam penelitian ini, teknologi sistem akuaponik digunakan sebagai solusi untuk mengatasi keterbatasan lahan dengan menggunakan sistem pendingin alamiah tumbuhan (Listari, 2018).

Jika melihat sistem pendingin solar cell yang dilakukan dengan tujuan untuk menjaga suplay listrik dari panel solar tetap baik dan stabil pada suhu 25°C - 35°C karena pada suhu tersebut menghasilkan daya listrik terbaik. Pada penelitian ini digunakan sistem pendingin alamiah tumbuhan untuk menjaga suhu, daya dan memperbaiki efesiensi panel surya. Sistem teknologi

Akuaponik merupakan penggabungan antara sistem akultur dan sistem hidroponik. Sistem teknologi budidaya akuaponik pada prinsipnya adalah menggabungkan antara budidaya perikanan dan tanaman dalam satu wadah, dimana keduanya saling membutuhkan satu sama lain (simbiosis mutualisme) (Widya & Aldin, 2019).

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik menulis tugas akhir dengan judul “Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan”.

1.2. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan diatas, maka disusun permasalahan sebagai berikut:

1. Bagaimana cara mengetahui beda temperatur terhadap daya keluaran panel surya?
2. Bagaimana cara mengetahui pengaruh temperatur terhadap efesiensi yang dihasilkan oleh panel surya?
3. Bagaimana pertumbuhan tanaman pada sistem akuaponik?
4. Bagaimana menyimpan data *raeltime* berbasis data *logger*?

1.3. Ruang Lingkup Kegiatan

Adapun pembatasan masalah pada laporan tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Jenis panel yang digunakan adalah *polycrystalline silicon* dengan kapasitas 20 Wp (*Watt Peak*).
2. Jenis tanaman yang digunakan adalah tanaman Kangkung (*Ipomoea Aquatica*).

1.4. Tujuan dan Manfaat Kegiatan

1.4.1. Tujuan Kegiatan

Berdasarkan rumusan masalah diatas, maka Adapun yang menjadi tujuan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Untuk mengetahui beda temperatur terhadap daya keluaran panel surya.
2. Untuk mengetahui pengaruh temperatur terhadap efesiensi yang dihasilkan oleh panel surya.
3. Untuk mengetahui pertumbuhan tanaman pada sistem akuaponik.
4. Untuk menyimpan data *raelttime* berbasis data *logger*.

1.4.2. Manfaat Kegiatan

Adapunn manfaat kegiatan yang didapatkan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil perancangan ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada mahasiswa dn masyarakat mengenai pendinginan alamiah tumbuhan padaSel Surya.
2. Menjadi referensi tambahan dalam pembuatan maupun pengembangan alat yang memanfaatkan Energi Surya.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Energi Surya

Energi surya adalah energi yang didapat dengan mengubah energi panas surya (matahari) melalui peralatan tertentu menjadi sumber daya dalam bentuk lain. Energi surya menjadi salah satu sumber pembangkit daya selain air, uap, angin, biogas, batu bara, dan minyak bumi (Valdi Yandri, 2012).

Energi surya merupakan salah satu energi yang sedang giat dikembangkan saat ini oleh pemerintah Indonesia karena sebagai negara tropis, Indonesia mempunyai potensi energi surya yang cukup besar. Energi surya sering digunakan dalam kehidupan kita sehari-hari terutama dalam menunjang pekerjaan rumah tangga seperti menjemur dan lain sebagainya. Energi ini cukup ramah lingkungan dan tidak terbatas selama matahari ada di alam semesta ini (Widyana, 2012).

Energi surya merupakan energi terbesar di bumi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik. Energi ini dimanfaatkan oleh manusia dalam memenuhi kebutuhan yang sangat diperlukan pada masa sekarang dan mendatang. Selain itu energi surya dapat juga dimanfaatkan untuk pembangkit listrik sebagai cadangan pada penggunaan laboratorium apabila aliran listrik tidak menyala (Widya & Aldin, 2019).

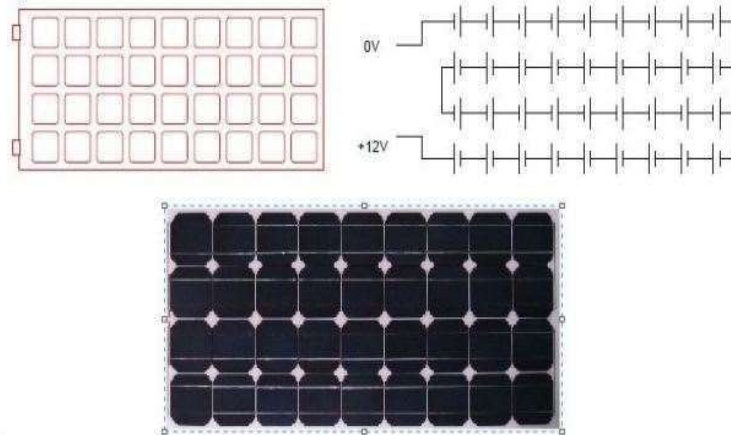
2.2. Panel Surya/Sel Surya

2.2.1. Pengertian Sel Surya

Energi surya merupakan salah satu energi terbarukan. Energi surya digunakan pada pembangkit listrik tenaga surya untuk menghasilkan

listrik. Sel surya akan disusun sedemikian rupa sehingga membentuk panel surya. Pada panel suryainilah nanti energi surya dikonversi menjadi energi listrik menggunakan prinsip yang biasa disebut efek *photovoltaic*. *Prototipe* pembangkit listrik tenaga surya merupakan simulasi kecil dari penelitian Energi Baru Terbarukan (EBT). (Rahmat Hasrul,2021).

Kapasitas arus yang dihasilkan tergantung pada intensitas cahaya maupun Panjang gelombang cahaya yang jatuh pada sel surya. Intensitas cahaya menentukan jumlah foton, makin besar intensitas cahaya yang mengenai permukaan sel surya makin besar pula foton yang dimiliki sehingga makin banyak pasangan elektron dan *hole* yang dihasilkan yang akan mengakibatkan besarnya arus yang mengalir. Makin pendek panjang gelombang cahaya maka makin tinggi energi foton sehingga makin besar energi elektron yang dihasilkan, dan juga berimplikasi pada makin besarnya arus yang mengalir. Satu buah sel surya dapat menghasilkan kurang lebih 0,5 volt arus DC. Dan untuk menghasilkan tegangan 12 volt diperlukan 28-36 sel surya yang disusun secara seri yang dapat menghasilkan tegangan nominal sekitar 17,6 volt. Semakin banyak sel surya, semakin besar pula energi yang dihasilkan oleh panel surya tersebut. Gambar dibawah menunjukkan ilustrasi dari modul surya (widya & Aldin, 2019).



Gambar 2.1 Modul Surya Terdiri dari 28-36 sel surya

Sumber: Jenny Nelson, 2013

2.2.2. Struktur Sel Surya

Menurut Aryza, dkk (2017) berikut adalah ilustrasi sel surya dan juga bagian-bagiannya secara umum terdiri dari:



Solar Cell Construction

Gambar 2.2 Struktur dari sel Surya Komersial

Sumber: Evelyn, 2015

1. Substrat / metal backing

Substrat adalah material yang menopang seluruh komponen sel surya. Material substrat juga juga harus mempunyai konduktivitas listrik yang baik karena juga berfungsi sebagai kontak terminal positif sel surya, sehingga umumnya digunakan material metal atau logam seperti aluminium atau molybdenum. Untuk sel surya *dye-sensitized* (DSSC) dan sel surya organic, substrat juga berfungsi sebagai tempat masuknya

cahaya sehingga material digunakan yaitu material yang konduktif tapi juga transparan seperti indium tin oxide (ITO) dan *fluorine doped tin oxide* (FTO) (Widya & Aldin, 2019).

2. Material Semikonduktor

Material semikonduktor merupakan bagian inti dari sel surya yang biasanya mempunyai tebal sampai beberapa ratus mikrometer untuk sel surya generasi pertama (silicon), dan 1-3 mikrometer untuk sel surya lapisan tipis. Material semikonduktor yang digunakan adalah material silicon, yang umum diaplikasikan di industri elektronik.

3. Kontak metal / *contact grid*

Selain substrat kontak *posif*, diatas sebagian material semikonduktor biasanya dilapiskan material metal atau material konduktif transparan sebagai kontak negatif.

4. Lapisan Antireflektif

Refleksi cahaya harus diminimalisir agar mengoptimalkan cahaya yang terserap oleh semikonduktor. Oleh karena itu biasanya sel surya dilapisi oleh lapisan anti-refleksi. Material anti-refleksi ini adalah lapisan tipis material dengan besar indeks refraktif optik antara semikonduktor dan udara yang menyebabkan cahaya dibelokkan ke arah semikonduktor sehingga meminimumkan cahaya yang dipantulkan kembali.

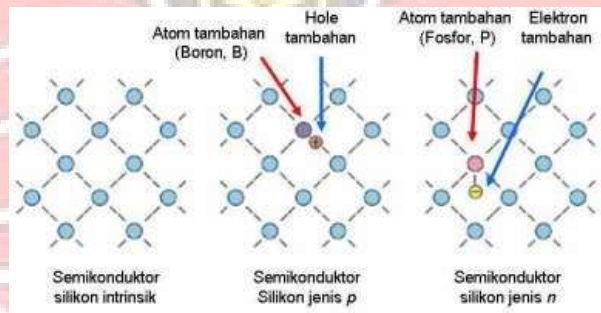
5. Enkapsulasi / *cover glass*

Bagian ini terbuat dari kaca yang berfungsi sebagai enkapsulasi untuk melindungi modul surya dari hujan atau kotoran.

2.2.3. Prinsip Kerja Sel Surya

Struktur sel surya yaitu berupa diode sambungan (*juntion*) antara dua lapisan yang terbuat dari semikonduktor yang masing-masing di ketahui sebagai semikonduktor jenis *p* (positif) dan semi konduktor jenis *n* (negative). Semikonduktor jenis *n* merupakan semikonduktor yang memiliki kelebihan muatan negatif. Sedangkan semikonduktor jenis *p* memiliki *hole*, sehingga kelebihan muatan positif.

Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini karenadivais sel surya memiliki struktur diode, yaitu tersusun atas dua jenis semikonduktor, yakni jenis *n* dan jenis *p*. caranya dngan menambahkan unsur lain ke semikonduktor tersebut, seperti Gambar 2.3 berikut ini.



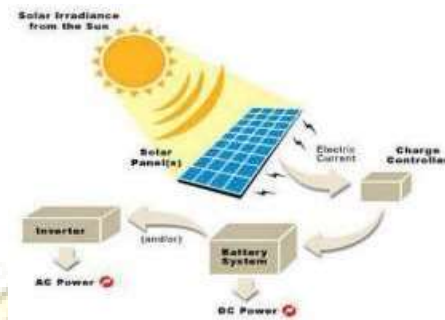
Gambar 2.3 Ilustrasi Pembuatan Silikon jenis *p* dan *n*

Sumber: Anwar, 2020

Di dalam semikonduktor alami (semikonduktor intrinsik) ini, electron maupun *hole* memiliki jumlah yang sama. Kelebihan elektron atau *hole* dapat meningkatkan daya hantar listrik maupun panas dari sebuah semikonduktor.

Pengkonversian sinar matahari menjadi listrik dengan panel photovoltaic kebanyakan menggunakan *polycrystalline silicon* sebagai

material semikonduktor. Pada gambar 2.4 mengilustrasikan prinsip kerja *photovoltaic* panel (Anwar, 2020).



Gambar 2.4 Prinsip Kerja Sel Surya
Sumber: Anwar, 2020

Secara sederhana, proses pembentukan gaya gerak listrik pada sebuah sel surya adalah sebagai berikut:

- Foton dari cahaya matahari menumbuk panel surya kemudian diserap oleh material semikonduktor seperti silikon.
- Elektron (muatan negatif) terlempar keluar dari atomnya, sehingga mengalir melalui material semikonduktor untuk menghasilkan listrik. Muatan positif yang disebut hole (lubang) mengalir dengan arah yang berlawanan arah dengan electron pada panel suryua silikon.
- Gabungan/susunan beberapa panel surya mengubah energi surya menjadisumber daya listrik DC. Yang nantinya akan disimpan dalam satu wadah yang dinamakan baterai.
- Daya listrik dc tidak dapat langsung digunakan pada rangkaian listrik rumah atau bangunan sehingga harus mengubah daya listrik AC. Dengan menggunakan converter inilah maka daya listrik DC dapat berubah menjadi daya listrik AC sehingga sekarang dapat digunakan

untuk memenuhi kebutuhan listrik (Anwar, 2020)

2.2.4. Jenis Jenis Sel Surya

Jenis sel surya digolongkan dengan berdasarkan teknologi pembuatannya, secara garis besar sel surya terdapat dalam tiga jenis sebagai berikut:

1. *Monocrystalline*

Mono (Mono-crystalline) adalah panel surya yang paling efisien yang dihasilkan dengan teknologi terkini dan juga menghasilkan daya listrik tinggi. Sel surya *mono-crystalline* dibuat menggunakan *crystall silicon* murni yang sudah melalui sebuah proses *czochralski* yang hasilnya ialah ingot.

2. *Polycrystalline*

Polycrystalline merupakan suatu panel surya yang mempunyai atau memiliki susunan kristal acak. Jenis atau macam ini terbuat dari beberapa batang kristal *silicon* yang dilebur atau dicairkan setelah itu dituangkan kembali dalam cetakan yang berbentuk persegi.

3. *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

Thin Film Solar Cell adalah panel surya yang terdiri dari dua lapisan yang dibuat dengan menambahkan satu atau lebih lapisan tipis atau thin Film bahan *photovoltaic* (Seputar Pengetahuan.co.id).

Bentuk fisik dari panel surya *polycrystallin silicon* dapat dilihat pada Gambar 2.5 dibawah ini.



Gambar 2.5 Panel Surya *Polycrystalline*
Sumber: Bukalapak, 2023

2.2.5. Efisiensi Sel Surya

Sebuah sel surya dapat menghasilkan daya listrik, untuk keperluan aplikasi maka harus disesuaikan dengan daya yang diperoleh dengan menghitung daya keluarannya. Untuk keperluan daya yang lebih besar dapat dihasilkan dengan merangkai beberapa panel surya secara seri atau parallel (Widya & Aldin,2019).

Sebelum menentukan efisiensi dari panel maka perlu diketahui:

Daya input panel surya

$$P_{in} = I_r \times A \text{ (watt)}$$

Dimana: P_{in} = daya input panel surya, (Watt)

I_r = intensitas radiasi matahari, (Watt/m²)

A = luas panel surya,(m²)

Daya output panel surya

$$P_{out} = V \times I \text{ (watt)}$$

Dimana : P_{out} = daya output panel surya,(Watt)

V = tegangan, (Volt)

I = arus, (Ampere)

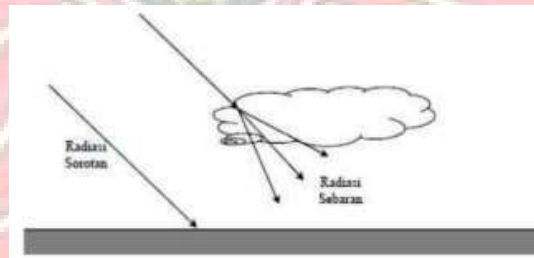
Efisiensi panel surya η panel surya = $\frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$

Dimana: P_{in} = daya input output panel surya, (Watt)

P_{out} = daya input panel surya,(Watt)

2.2.6. Radiasi Matahari Pada Permukaan Bumi

Konstanta radiasi matahari sebesar 1353 W/m^2 dikurangi intensitasnya oleh penyerapan dan pemantulan oleh atmosfer sebelum mencapai permukaan bumi. Ozon di atmosfer menyerap radiasi dengan Panjang gelombang pendek (ultraviolet) sedangkan karbon dioksida dan uap air menyerap Sebagian radiasi dengan Panjang gelombang yang lebih Panjang (inframerah). Selain pengurangan radiasi bumi yang langsung atau sorotan oleh penyerapan tersebut, masih ada dan radiasi yang di pancarkan oleh molekul-molekul gas, debu, dan uap air dalam atmosfer sebelum mencapai bumi yang disebut sebagai radiasi sebaran seperti dilihat pada gambar 2.6 dibawah ini.



Gambar 2.6 Radiasi sorotan dan radiasi sebaran yang mengenai permukaan bumi

Sumber: Anwar, 2020

Besarnya radiasi harian yang diterima permukaan bumi ditunjukkan pada grafik Gambar 2.9. Pada waktu pagi dan sore radiasi yang sampai permukaan bumi intensitas kecil. Hal ini disebabkan arah sinar matahari tidak tegak lurus dengan permukaan bumi (membentuk

sudut tertentu) sehingga sinar matahari mengalami peristiwa difusi oleh atmosfer bumi (Anwar, 2020).

Radiasi matahari yang diterima suatu benda meliputi:

1. Radiasi sorotan (*beam radiation*), yaitu radiasi matahari yang diterima suatu benda dari matahari tanpa disebarkan oleh atmosfer terlebih dahulu.
2. Radiasi sebaran (*diffuse radiation*), yaitu radiasi matahari yang diterima suatu benda setelah radiasi tersebut diubah arahnya karena disebarkan oleh atmosfer.
3. Radiasi pantulan, yaitu radiasi matahari yang diterima suatu benda dari radiasi matahari yang dipantulkan dari permukaan yang berdekatan dengan benda tersebut (Widya & aldin, 2020).

2.2.7. Solar time

Waktu berdasarkan Gerakan sudut nyata matahari melintasi langit, dengan matahari siang waktu matahari melintasi meridian. Waktu matahari adalah waktu yang ditentukan dalam semua hubungan sudut matahari, itu tidak bertepatan dengan waktu jam lokal. Hal ini diperlukan untuk mengkonversi waktu standar ke waktu matahari dengan menerapkan dua koreksi. Pertama, ada koreksi konstan untuk perbedaan bujur antara lokasi meridian pengamat dan meridian yang menjadi dasar waktu standar local, matahari membutuhkan waktu empat menit untuk melintasi 1° bujur. Koreksi kedua adalah persamaan waktu, yang memperhitungkan gangguan pada kecepatan rotasi bumi, yang mempengaruhi waktu matahari melintasi meridian pengamat + waktu matahari berhubungan dengan

waktu standar dengan

$$\text{Solar time} = \text{standard time} + 4(L_{\text{st}} - L_{\text{loc}}) + E$$

Dimana:

$$E = 9,87 \sin 2B - 7,53 \cos B - 1,5 \sin B$$

$$B = \frac{360(n-81)}{364}$$

Dimana :

L_{st} : Meridian Standar untuk zona waktu lokal ($^{\circ}$)

L_{loc} : Bujur barat pada lokasi tersebut

n : hari dalam setahun, $1 \leq n \leq 365$

2.3. *Accumulator*/Akumulator (Aki)

2.3.1. Pengertian Akumulator

Aki adalah alat elektro kimia yang dibuat untuk mensuplai listrik ke sistem starter mesin, sistem pengapian, lampu – lampu dan komponen kelistrikan lainnya. Alat ini menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia, yang dikeluarkannya bila diperlukan dan mensuplainya ke masing – masing sistem kelistrikan atau alat yang memerlukannya. Karena di dalam proses aki kehilangan energi kimia, maka alternator mensuplainya kembali kedalam aki (yang disebut pengisian). Aki menyimpan listrik dalam bentuk energi kimia. Siklus pengisian dan pengeluaran ini terjadi berulang kali dan terus menerus (Widya, Aldin, 2019).

2.3.2. Prinsip Kerja Akumulator

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian/cas/charge energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik. Baterai

(dalam hal ini adalah baterai kapal), terdiri dari sel-sel dimana tiap sel memiliki tegangan sebesar 2 V, artinya Aki pada permesinan yang memiliki tegangan 12 V terdiri dari 6 sel yang dipasang secara seri ($12\text{ V} = 6 \times 2\text{ V}$) sedangkan Aki yang memiliki tegangan 6 V memiliki 3 sel yang dipasang secara seri ($6\text{ V} = 3 \times 2\text{ V}$).

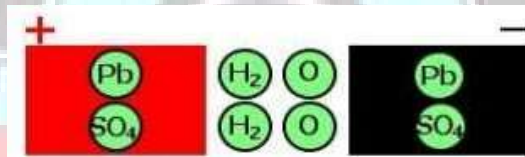
Antara satu sel dengan sel lainnya dipisahkan oleh dinding penyekat yang terdapat dalam bak baterai, artinya tiap ruang pada sel tidak berhubungan karena itu cairan elektrolit pada tiap sel juga tidak berhubungan (dinding pemisah antar sel tidak boleh ada yang bocor/merembes).

Di dalam satu sel terdapat susunan pelat pelat yaitu beberapa pelat untuk kutub positif (antar pelat dipisahkan oleh kayu, ebonit atau plastik, tergantung teknologi yang digunakan) dan beberapa pelat untuk kutub negatif. Bahan aktif dari plat positif terbuat dari oksida timah coklat (PbO_2) sedangkan bahan aktif dari plat negatif ialah timah (Pb) berpori (seperti bunga karang). Pelat-pelat tersebut terendam oleh cairan elektrolit yaitu asam sulfat (H_2SO_4). Saat baterai mengeluarkan arus.

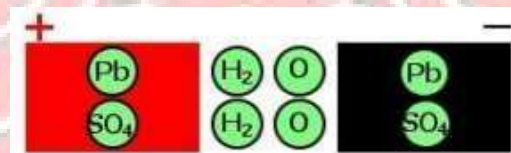
Pada saat battery dalam keadaan discharge maka hampir semua asam melekat pada pelat-pelat dalam sel sehingga cairan elektrolit konsentrasinya sangat rendah dan terdiri dari air (H_2O), Akibatnya berat jenis cairan menurun menjadi sekitar $1,1\text{ kg/dm}^3$ dan ini mendekati berat jenis air yang 1 kg/m^3 . Sedangkan baterai yang masih berkapasitas penuh berat jenisnya sekitar $1,285\text{ 7 kg/dm}^3$. Dengan perbedaan berat jenis inilah kapasitas isi baterai bisa diketahui apakah masih penuh atau sudah

berkurang yaitu dengan menggunakan alat hidrometer.

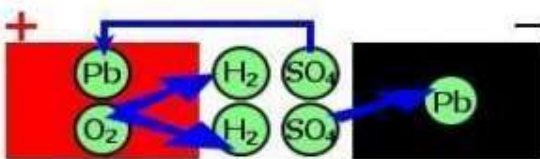
Baterai yang menerima arus adalah baterai yang sedang disetrum / dicas atau sedang diisi dengan cara dialirkan listrik DC, dimana kutub positif baterai dihubungkan dengan arus listrik positif dan kutub negative dihubungkan dengan arus listrik negatif. Tegangan yang dialiri biasanya sama dengan tegangan total yang dimiliki baterai, artinya baterai 12 V dialiri tegangan 12 V DC, baterai 6 V dialiri tegangan 6 V DC, dan dua baterai 12 V yang dihubungkan secara seri dialiri tegangan 24 V DC (baterai yang dihubungkan seri total tegangannya adalah jumlah dari masing-masing tegangan baterai: $Voltase1 + Voltase2 = Voltase\ total$).



Gambar 2.7 Ilustrasi baterai terisi penuh

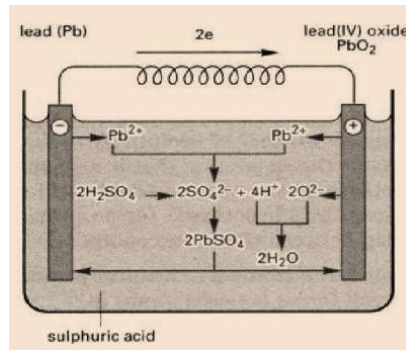


Gambar 2.8 Ilustrasi baterai saat mengeluarkan arus



Gambar 2.9 Ilustrasi baterai dalam keadaan tak terisi
Sumber : (Nur, 2019)

Baterai adalah suatu proses kimia listrik, dimana pada saat pengisian/cas/charge energi listrik diubah menjadi kimia dan saat pengeluaran/discharge energi kimia diubah menjadi energi listrik.



Gambar 2.10 Cara Kerja Akumulator.
Sumber: (Nur, 2019)

Konsekuensinya, proses penerimaan arus ini berlawanan dengan proses pengeluaran arus, yaitu :

1. Oksigen (O) dalam air (H₂O) terlepas karena bereaksi/bersenyawa/bergabung dengan timah (Pb) pada pelat positif dan secara perlahan-lahan kembali menjadi oksida timah colat (PbO₂)
2. Asam (SO₄) yang menempel pada kedua pelat (pelat positif maupun negatif) terlepas dan bergabung dengan hidrogen (H) pada air (H₂O) di dalam cairan elektrolit dan kembali terbentuk menjadi asam sulfat (H₂SO₄) sebagai cairan elektrolit. Akibat berat jenis cairan elektrolit bertambah menjadi sekitar 1,285 (pada baterai yang terisi penuh).

Pelat-pelat baterai harus selalu terendam cairan elektrolit, sebaiknya tinggi cairan elektrolit 4 - 10 mm diatas bagian tertinggi dari pelat. Bila sebagian pelat tidak terendam cairan elektrolit maka bagian pada pelat yang tidak terendam tersebut akan langsung berhubungan dengan udara akibatnya bagian tersebut akan rusak dan tak dapat dipergunakan dalam suatu reaksi kimia yang diharapkan, contoh, sulfat tidak bisa lagi menempel pada bagian dari pelat yang rusak, sebab itu bisa ditemukan konsentrasi sulfat yang sangat tinggi dari ruang sel yang sebagian pelatnya

sudah rusak akibat sulfat yang sudah tidak bisa lagi bereaksi dengan bagian yang rusak dari pelat.

2.3.3. Efisiensi Akumulator

Cara kerja dari aki adalah berubahnya reaksi kimia antara aktif material (Pb, PbO, PbSO₄) dan media elektrolit (larutan asam sulfat atau H₂SO₄) yang menimbulkan beda potensial antara kutub positif dan negatif sehingga menghasilkan arus listrik sampai batas waktu tertentu. (Faqih,2015)

Untuk menghitung berapa daya yang dibutuhkan untuk mengisi aki maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$P = V \times I \text{ (watt) } \dots\dots\dots (2.4)$$

Keterangan:

- P = Daya, (Watt)
- V = Tegangan , (Volt)
- I = Arus, (Ampere)

2.4. Solar Charge Controller

Controller atau sering dikenal dengan *charge controller* adalah perangkat adalah perangkat elektronik yang digunakan dalam sistem PLTS untuk mengatur pengisian arus searah dari panel surya ke baterai dan mengatur pengisian arus searah dari panel surya ke baterai dan mengatur penyaluran arus dari baterai ke peralatan listrik (beban). Alat ini juga mempunyai kemampuan untuk mendeteksi kapasitas baterai. Bila baterai sudah terisi penuh dengan cadangan energi listrik maka penyaluran energi listrik dari panel akan dapat dihentikan secara otomatis. Cara alat ini mendeteksi adalah melalui monitor level tegangan baterai.

Charge Controller merupakan teknologi *pulse width modulation* (PMW) untuk mengatur fungsi pengisian baterai dan pembebasan arus dari baterai ke beban. Beberapa fungsinya seperti mengatur arus untuk pengisian ke baterai, menghindari overcharging, overvoltage dan monitoring temperatur baterai seperti dilihat pada gambar 2.15 (Muhammad Anwar, 2020).



Gambar 2.11 Solar Charge Controller
Sumber: Anwar, 2020

2.5. Sistem Pendingin

Pendingin adalah suatu media yang berfungsi untuk menyerap panas. Panas tersebut didapat dari hasil pembakaran bahan bakar di dalam silinder sistem pendinginan pada mesin dibuat agar mesin dapat bekerja pada temperatur yang ditentukan setelah mesin hidup, dan menjaga agar mesin dapat bekerja pada temperatur kerja. Sistem pendingunan mesin menggunakan prinsip pemindahan panas secara konduksi, konveksi dan radiasi. Panas diserap secara konduksi dari metal dikeliling silinder dari katup dari kepala silinder menuju cairan pendingin. (Unimar Amni,2020).

Perpindahan panas dasarnya merupakan perpindahan energi dari suatu tempatketempat yang lain dan ada perbedaan suhu diantara dua baguan benda. Panasakan pindah dari suhu tinggi ke suhu yang lebih rendah. Ada

beberapa bentuk sistem pendingin mulai dari hembusan udara, media perpindahan (heatsink), aliran air, dan pendinginan menggunakan alamiah tumbuhan (Widya & Aldin, 2019).

2.6. Tumbuhan Kangkung (*Ipomea aquatica*)



Gambar 2.12 Tumbuhan Kangkung (*Ipomea Aquatica*)

Sumber : blogspot.com

Kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk) merupakan tanaman air yang banyak tersebar di wilayah Asia Tenggara, India dan Cina bagian tenggara. Kangkung air telah dimanfaatkan sebagai obat-obatan di kalangan masyarakat. Tanaman ini menarik untuk diteliti komponen bioaktif dan aktivitas antioksidan alami yang terkandung di dalamnya. Kangkung air diduga memiliki senyawa fitokimia atau komponen bioaktif dan antioksidan alami yang berguna bagi tubuh. Antioksidan alami memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan, mengingat antioksidan sintetik yang berguna dalam meredakan radikal bebas dikhawatirkan memberi efek samping berbahaya bagi Kesehatan manusia (Sudirman Sabri, 2011).

Ipomea aquatica, rasanya semua sudah kenal tanaman yang satu ini paling tidak pernah mendengarnya. Tanaman yang tumbuh menjalar di permukaan air ini sering kali dijadikan sayur atau makanan ternak. Bunganya ungu-putih

berbentuk seperti terompet. Batangnya yang berongga membuatnya dapat tumbuh mengapung di permukaan. Tanaman ini adalah favorit serangga pemakan tumbuhan seperti belalang. Namun perlu hati-hati mengonsumsi tanaman ini baik untuk diri sendiri ataupun binatang ternak karena sering kali mengandung telur cacing yang dapat membahayakan kesehatan (blogspot.com).

2.7. Mikrokontroller

2.7.1. Arduino Uno

Arduino merupakan rangkaian elektronik *open source* yang di dalamnya terdapat komponen utama, yaitu sebuah chip mikrokontroler dengan jenis AVR. Mikrokontroler adalah chip atau IC (integrated circuit) yang bisa diprogram menggunakan komputer. Tujuan memberikan program pada mikrokontroler adalah agar rangkaian elektronik dapat membaca *input*, memproses *input* dan kemudian menghasilkan *output* sesuai yang diinginkan. Mikrokontroler bertugas sebagai „otak“ yang mengendalikan *input*, proses dan *output* sebuah rangkaian elektronik. Saat ini Arduino sangat populer di seluruh dunia. Bahasa yang dipakai dalam Arduino bukan bahasa assembler yang relatif sulit, tetapi bahasa C yang cenderung lebih mudah dipahami. Pada mikrokontroler yang lain, ada yang masih membutuhkan rangkaian loader yang terpisah untuk memasukkan program ke mikrokontroler. Selain itu dalam module arduino UNO pada gambar 2.1 sendiri sudah terdapat loader yang berupa USB, sehingga memudahkan dalam membuat program mikrokontroler didalam arduino. Port USB tersebut selain untuk loader ketika memprogram, bisa

juga difungsikan sebagai port komunikasi serial. Arduino dapat mengenali lingkungan sekitarnya melalui berbagai jenis sensor dan dapat mengendalikan lampu, motor, dan berbagai jenis aktuator lainnya. (Arif, 2014)



Gambar 2.13 Module Arduino UNO

Sumber: Arif, 2014

2.7.2. Sensor Suhu DS18B20

DS1621 adalah thermometer digital dan thermostat yang memiliki resolusi output sebesar 9 bit. Alarm panas keluaran (Tout) aktif ketika suhu dari peralatan melebihi suhu yang telah diatur (TH). DS1621 ini memiliki beberapa keistimewaan seperti dapat mengukur suhu dari -55°C sampai 125°C, mampu membaca suhu hingga 9-bit, dan display mulai dari 2,7 V sampai 5,5 V.



Gambar 2.14 Sensor Suhu DS18b20

Sumber: (Widya & aldin, 2019)

2.7.3. Sensor Suhu DS18B20 Waterproof

Kebanyakan sensor suhu memiliki tingkat rentang terukur yang sempit serta akurasi yang rendah namun memiliki biaya yang tinggi. Sensor suhu DS18B20 dengan kemampuan tahan air (waterproof) cocok digunakan untuk mengukur suhu pada tempat yang sulit atau basah. Karena output data sensor ini merupakan data digital, maka tidak perlu khawatir terhadap degradasi data Ketika menggunakan untuk jarak yang jauh. DS18B20 menyediakan 9 bit hingga 12 bit yang dapat dikonfigurasi data. Sensor ini dapat membaca bagus hingga 125°C, namun dengan penutup kabel dari PVC disarankan untuk penggunaan tidak melebihi 100°C (Rozak dkk., 2017).



Gambar 2.15 Sensor Suhu DS18b20 Waterproof (Botland)

2.7.4. LCD (*Liquid Cristal Display*) dan 12C (*inter Integrated Circuit*)

Menurut Warjono., dkk, 2017 LCD (*Liquid Crystal Display*) adalah suatu jenis media tampilan yang menggunakan kristal cair sebagai penampil utama. LCD sudah digunakan di berbagai bidang, misalnya dalam alat-alat elektronik, seperti televisi, kalkulator ataupun layar computer. Berikut adalah pin dari LCD 20 x 4. Pada pemrograman LCD di Arduino, telah tersedia *library* yang akan memudahkan

pemrograman. Untuk itu, di bagian awal program ditulis: `#include <LiquidCrystal.h>`.



Gambar 2.16 LCD 20x4
Sumber : Shopee.com

Inter Integrated Circuit atau sering disebut I2C adalah standar komunikasi serial dua arah menggunakan dua saluran yang didisain khusus untuk mengirim maupun menerima data. Sistem I2C terdiri dari saluran SCL (Serial Clock) dan SDA (Serial Data) yang membawa informasi data antara I2C dengan pengontrolnya. Piranti yang dihubungkan dengan sistem I2C Bus dapat dioperasikan sebagai Master dan Slave. Master adalah piranti yang memulai *transfer* data pada I2C Bus dengan membentuk sinyal *Start*, mengakhiri *transfer* data dengan membentuk sinyal *Stop*, dan membangkitkan sinyal *clock*. *Slave* adalah piranti yang dialamati *master* (Rusnadi, 2017)



Gambar 2.17 Modul I2C
Sumber : Rusnadi, 2017

Dalam melakukan transfer data pada I2C Bus, kita harus mengikuti tata cara yang telah ditetapkan yaitu:

1. Transfer data hanya dapat dilakukan ketika Bus tidak dalam

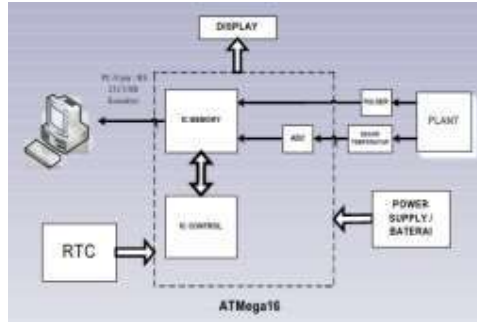
keadaan sibuk.

2. Selama proses transfer data, keadaan data pada SDA harus stabil selama SCL dalam keadaan tinggi. Keadaan perubahan “1” atau “0” pada SDA hanya dapat dilakukan selama SCL dalam keadaan rendah. Jika terjadi perubahan keadaan SDA pada saat SCL dalam keadaan tinggi, maka perubahan itu dianggap sebagai sinyal *Start* atau sinyal *Stop*.

2.7.5. Data Logger

Data logger adalah suatu alat elektronik yang berfungsi mencatat data waktu ke waktu secara continue yang terintegrasi dengan sensor dan instrument didalamnya. Beberapa data logger diantarmukakan dengan komputer dan menggunakan software untuk mengaktifkan data logger melihat dan menganalisis data yang terkumpul, sementara yang lain memiliki peralatan antar muka sendiri (keypad dan LCD) dan dapat digunakan sebagai perangkat yang berdiri sendiri (*stand-alone device*).

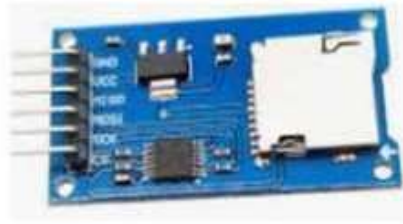
Data logger berbasis PC (PC-based data logger) menggunakan computer, untuk mengumpulkan data melalui sensor dalam rangka menganalisis dan menampilkan hasilnya. Data logger dapat membaca berbagai jenis sinyal listrik dan menyimpan data dalam bentuk memori internal. Proses transfer data dari data logger ke computer untuk keperluan pembacaan dan analisis data memerlukan *software*.



Gambar 2.18 Sistem umum data logger
Sumber: (www.bing.com)

Cara kerja dari data logger ini yaitu dengan memberikan masukan menggunakan sensor dan akan diubah menjadi sinyal listrik. Sinyal yang diterima dari sensor ini adalah sinyal analog dan sinyal tersebut harus diubah menjadi bentuk digital dengan menggunakan converter analog ke digital. Sinyal ini diambil sampel pada tingkat tertentu, yang dikenal sebagai sampling rate. Data logger terhubung ke PC melalui port serial.

Dalam penggunaannya, data logger memiliki berbagai metode dalam pemrograman dan menyimpan data seperti SD Card, SMS Gateway, sistem LAN (Lokal Area Network), SCADA Supervisory Control and Data Acquisition), dan yang baru menggunakan Internet Of Things. (Effendy, 2021). Modul SD Card reader yang ada di pasaran didesain menggunakan antar muka SPI (Serial Peripheral Interface). File gambar yang sudah didesain di komputer dan sudah diubah menjadi format kode (*.NC) akan disimpan pada sebuah SD card. Modul ini akan membantu mikrokontroler untuk membaca semua file kode yang tersimpan pada sebuah memori menjadi gerakan motor pada (sumbu x, y dan z) untuk/dan x, y dan z.



Gambar 2.19 SD Card Reader
Sumber: (mdarwis, 2020)

Pada modul ini menggunakan SD card untuk menyimpan data. SD Card adalah kartu memory non-volatile yang dikembangkan oleh SD Card Association yang digunakan dalam perangkat portable. SD adapter memungkinkan konversi fisik kartu SD yang lebih kecil untuk bekerja di slot fisik yang lebih besar dan pada dasarnya ini adalah alat pasif yang menghubungkan pin dari SD Card yang kecil ke pin adapter SD Card yang lebih besar.



Gambar 2.20 SD Card
Sumber: (www.bing.com)

2.7.6 DC-DC Konverter IC LM2596

DC-DC Konverter IC LM2596 (Gambar 2.21) adalah sebuah modul step down atau penurun tegangan, dimana LM2596 adalah sirkuit terpadu yang berfungsi sebagai step down DC converter dengan current rating 3A. DC-DC konverter atau buck konverter adalah rangkaian elektronika daya yang memiliki fungsi untuk mengkonversi tegangan searah konstat menjadi tegangan searah yang dapat divariasikan berdasarkan perubahan duty cycle rangkaian kontrolnya [6]. Kelebihan dari IC LM2596 ini adalah besar tegangan output yang tidak berubah (stabil) walaupun tegangan input naik turun. Perlu adanya DC-DC konverter pada sistem karena tegangan kerja pada mikrokontroler adalah 5V DC sehingga perlu dilakukan penurunan tegangan dari baterai ke mikro.. Spesifikasi lengkap dapat dilihat pada.



Gambar 2.21 Modul IC Step Down LM2596

Tabel 2.7 Spesifikasi Modul IC Step Down LM2596

Parameter	Modul IC Step Down LM2596
<i>Input</i>	< 40Volt
<i>Output</i>	5-12 Volt
Fungsi	Menurunkan tegangan dari aki ke mikrokontroler dan sekaligus sebagai pengaman.
Kebutuhan Suplai Daya	3.3 Volt DC
Kegunaan Dalam Sistem	Dapat menurunkan tegangan ke mikrokontroler dan regulator tegangan.
Spesifikasi	<ul style="list-style-type: none"> • Adjustable input 3,3V, 5V, 12V • Maksimum 3 A output • Frekuensi switching : 150 kHz • High effecieny up to 92 %



BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Waktu dan Tempat Kegiatan

3.1.1. Tempat Kegiatan

Kegiatan ini dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

3.1.2. Waktu Kegiatan

Waktu pembuatan atau perakitan alat ini dilakukan selama 4 bulan, dimulai pada bulan Mei 2023 hingga bulan Agustus 2023. Dan waktu pengujian dilakukan pada September 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat-alat yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.2 Alat yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan PLTS

No	Nama Alat	Jumlah	Satuan	Keterangan	
				Penelitian 2022	Penelitian 2023
1	<i>Solar Power Meter</i>	1	Buah	✓	✓
2	Obeng	1	Buah	✓	✓
3	Solder	1	Buah	✓	✓
4	Mesin Bor <i>hole saw</i>	1	Buah	✓	✓
5	Spidol	1	Buah	✓	✓
6	Gurinda	1	Buah	✓	✓

7	Multimeter	1	Buah	✓	✓
8	Tang Ampere	1	Buah	✓	✓
9	Tang Kombinasi	1	Buah	✓	✓
10	Laptop	1	Buah	✓	✓

3.2.2 Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada proses pembuatan rancang bangun ini adalah sebagai berikut:

Tabel 3.3 Bahan yang digunakan dalam perancangan dan pembuatan PLTS

No	Material	Jumlah	Satuan	Keterangan	
				Penelitian 2022	Penelitian 2023
1	Panel Surya	2	Buah	✓	✓
2	Aluminium Foil	1	Roll	✓	✓
3	Tangki/Bak Penampungan	1	Buah	✓	✓
4	Akumulator	2	Buah	✓	✓
5	Digital Voltmeter Amperemeter	6	Buah	✓	✓
6	Timah	1	Roll	✓	✓
7	Kabel Pelangi	1	Roll	✓	✓
8	<i>Solar Charge Controller</i>	2	Buah	✓	✓
9	Sensor suhu	3	Buah	✓	✓
10	Arduino Mega	1	Buah	✓	✓
11	Tanaman Kangkung	12	Buah	-	✓
12	Sensor suhu wateproff	1	Buah	✓	✓
13	Besi Hollow	2	Meter	✓	✓
14	LCD	2	Buah	✓	✓

15	Modul Micro SDCard Adapter	1	Buah	-	✓
16	SD Card	1	Buah	-	✓

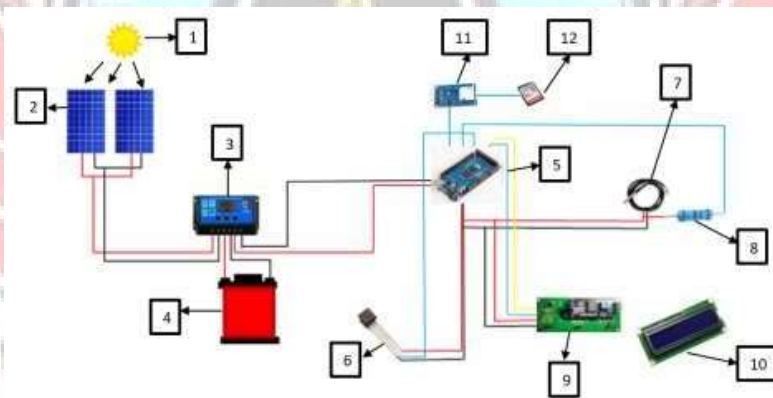
3.3 Prosedur Kerja

Prosedur kerja Pengembangan rancang bangun sistem PLTS ini meliputi tahap perancangan, pembuatan dan tahap perakitan.

3.4 Tahap Perancangan

3.4.1 Perancangan Sistem

Adapun skematik rangkaian sistem yang dirancang adalah sebagai berikut:



Gambar 3.1 Skematik Rangkaian Sistem

Keterangan:

1. Matahari
2. Panel Surya
3. *Solar Charger Controller*
4. Akumulator/Aki
5. Arduino Mega
6. Relay

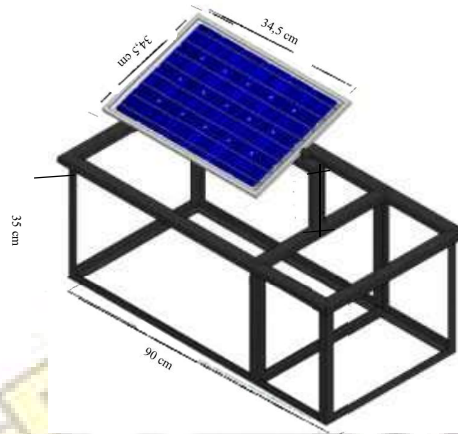
7. Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*
8. Resistor
9. Sensor Suhu DS18B20
10. Inter Integrated Circuit (12C)
11. LCD
12. Modul Micro SD Card Adapter
13. SD Card

3.4.2 Perancangan Rangka Mekanik Panel Surya

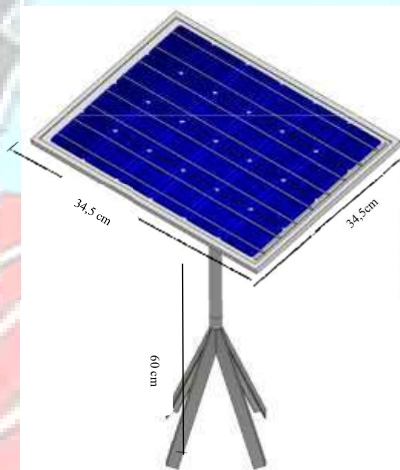
Pada tahap perakitan sistem tenaga surya ini diletakkan di atas kerangka mekanik. Aplikasi yang digunakan dalam pembuatan desain rangka mekanik ini adalah panel surya. Jenis panel surya yang digunakan adalah panel surya *polycrystalline silicon* atau biasa juga dikenal *polysilicon* dengan kemiringan 15°C. Spesifikasi panel surya yang digunakan adalah sebagai berikut:

Merk	:Sunny
Rated Maximum Power (P_{max})	:20 W
Open Circuit Voltage (V_{oc})	:14,4 V
Short Circuit Voltage(I_{sc})	:1,9 A
Voltage at P_{max}	:12 V
Current at P_{max}	:1,7 A
Weight	:1,5 Kg

Adapun Rangka mekanik sistem tenaga surya dapat dilihat sebagai berikut:

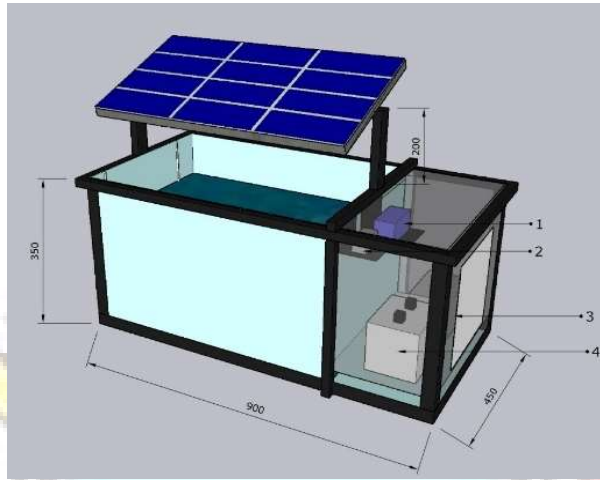


Gambar 3.2 Rangka mekanik Panel surya berbasis pendingin tumbuhan

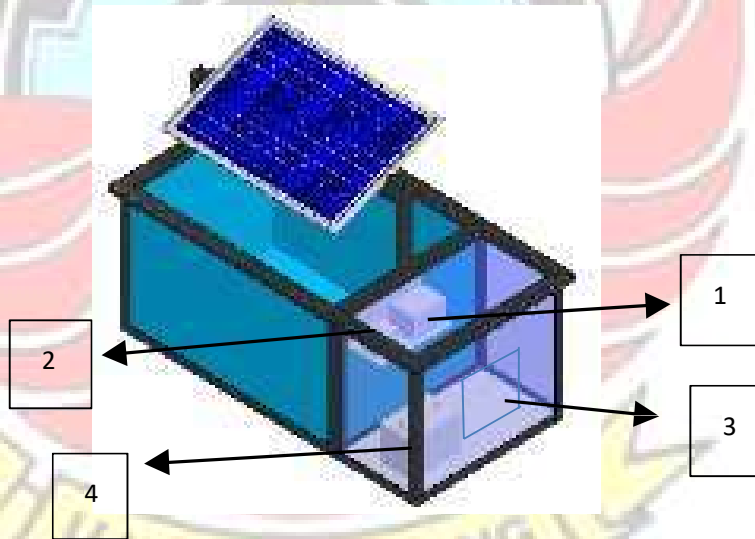


Gambar 3.3 Rangka mekanik Panel surya tanpa pendingin tumbuhan

Adapun untuk Gambar keseluruhan dapat dilihat pada Gambar 3.4 sebagai berikut:



(a)



(b)

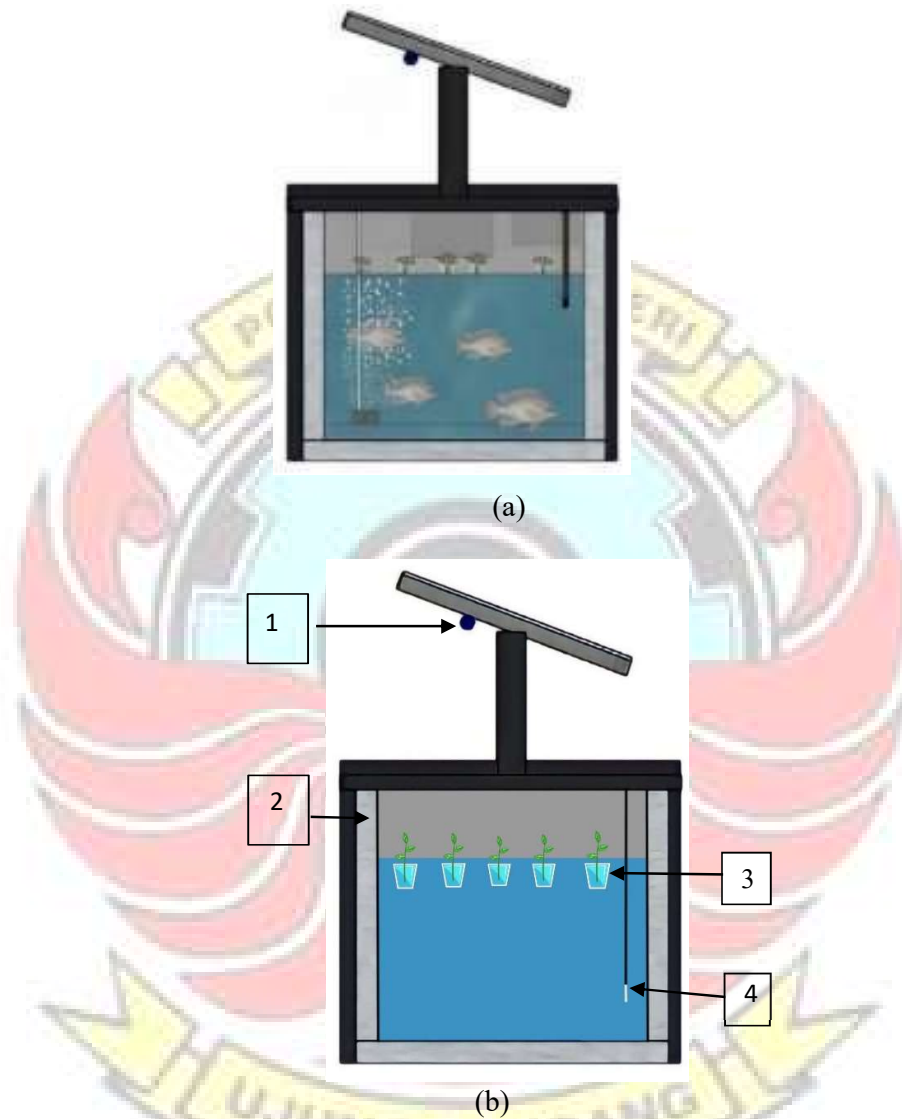
Gambar 3.4 Pengembangan Rancang Bangun PLTS Berbasis Pendingin

Alamiah Tumbuhan (a) lama (b) baru

Keterangan :

1. MikroKontroler
2. *Solar Charge Controller*

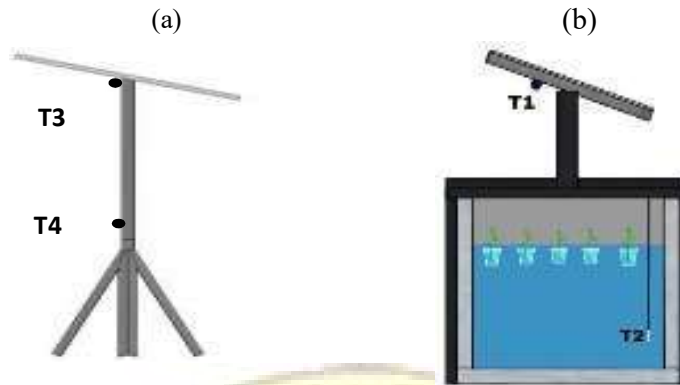
3. Pintu
4. *Accumulator/Aki*



Gambar 3.5 Tampak depan ruang Rancang bangun PLTS Berbasis Pendinginan Alamiah Tumbuhan (a) lama (b) baru

Keterangan

1. Sensor Suhu DS18B20
2. Isolasi Alumunium Foil
3. Tanaman Kangkung Air
4. Sensor Suhu DS18B20 *Waterproof*



Gambar 3.6 (a) Gambar PLTS tanpa sistem pendinginan
(b) Gambar PLTS Berbasis pendinginan

Keterangan :

T1 : Sensor suhu untuk mendeteksi temperatur panel surya yang berbasis pendinginan.

T2 : Sensor suhu untuk mendeteksi temperatur lingkungan pada bak penampungannya.

T3 : Sensor suhu untuk mendeteksi temperatur panel surya tanpa pendinginan.

T4 : Sensor suhu untuk mendeteksi temperatur suhu udara.

3.5 Tahap Pembuatan

Adapun Langkah-Langkah perakitan rangka dasar sistem panel surya adalah sebagai berikut.

1. Merangkai besi hollow dan baja ringan yang sudah dipotong sesuai desain Gambar 3.2 Rangka mekanik panel surya dengan teknik pengelasan dan pengeboran baut
2. Memasang panel surya dengan kemiringan 5°C
3. Merangkai rangkaian kabel dari panel surya ke *solar charge controller*, kemudian di sambungkan ke Akumulator atau aki.

4. Membuat program control untuk mikrokontroler Arduino mega.
5. Merangkai rangkaian kabel input suplay tegangan dari aki ke Arduino sebagai input Arduino kemudian di hubungkan dengan rangkaian ke sensor suhu dan sensor suhu *waterproof*.
6. Menginput program ke alat kontrol.

3.6 Tahap Pengujian

Setelah rancang bangun selesai, dilanjutkan dengan pengujian alat dan pengambilan data. Pengujian dilakukan di Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengujian adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan alat ukur yang digunakan (Multimeter, Tang Ampere, Pyranometer, Stopwatch dan penggaris).
2. Mengkalibrasi alat ukur temperatur menggunakan alat ukur standar.
3. Menghubungkan *microcontroller* ke sumber Energi (Aki).
4. Melakukan pengujian pada pukul 09:00 s/d 16:00.
5. Pengambilan data dilakukan dalam setiap 1 jam sekali, data yang diambil adalah sebagai berikut:
 - a) Intensitas radiasi matahari (Wat/m^2)
 - b) Tegangan keluaran panel surya (V)
 - c) Arus keluaran panel surya (A)
 - d) Luas panel surya (m^2)
 - e) Suhu air dan suhu panel surya
 - f) Tinggi tanaman dan lebar (mm) setiap minggu sekali.

6. Memasukkan data pada tabel secara otomatis
7. Pengujian dan pengambilan data dilakukan selama 4 Hari

3.7 Teknik Analisa Data

Adapun persamaan-persamaan yang digunakan untuk menganalisis data adalah sebagai berikut:

Persamaan yang digunakan dalam perhitungan panel surya:

Daya input panel surya

$$P_{in} = I_r \times A \text{ (watt)} \dots\dots\dots(3.1)$$

Dimana: P_{in} = daya input panel surya, (Watt)
 I_r = intensitas radiasi matahari, (Watt/m²)
 A = luas panel surya, (m²)

Daya output panel surya

$$P_{out} = V \times I \text{ (watt)} \dots\dots\dots(3.2)$$

Dimana: P_{out} = daya output panel surya, (Watt)
 V = tegangan, (Volt)
 I = arus, (Ampere)

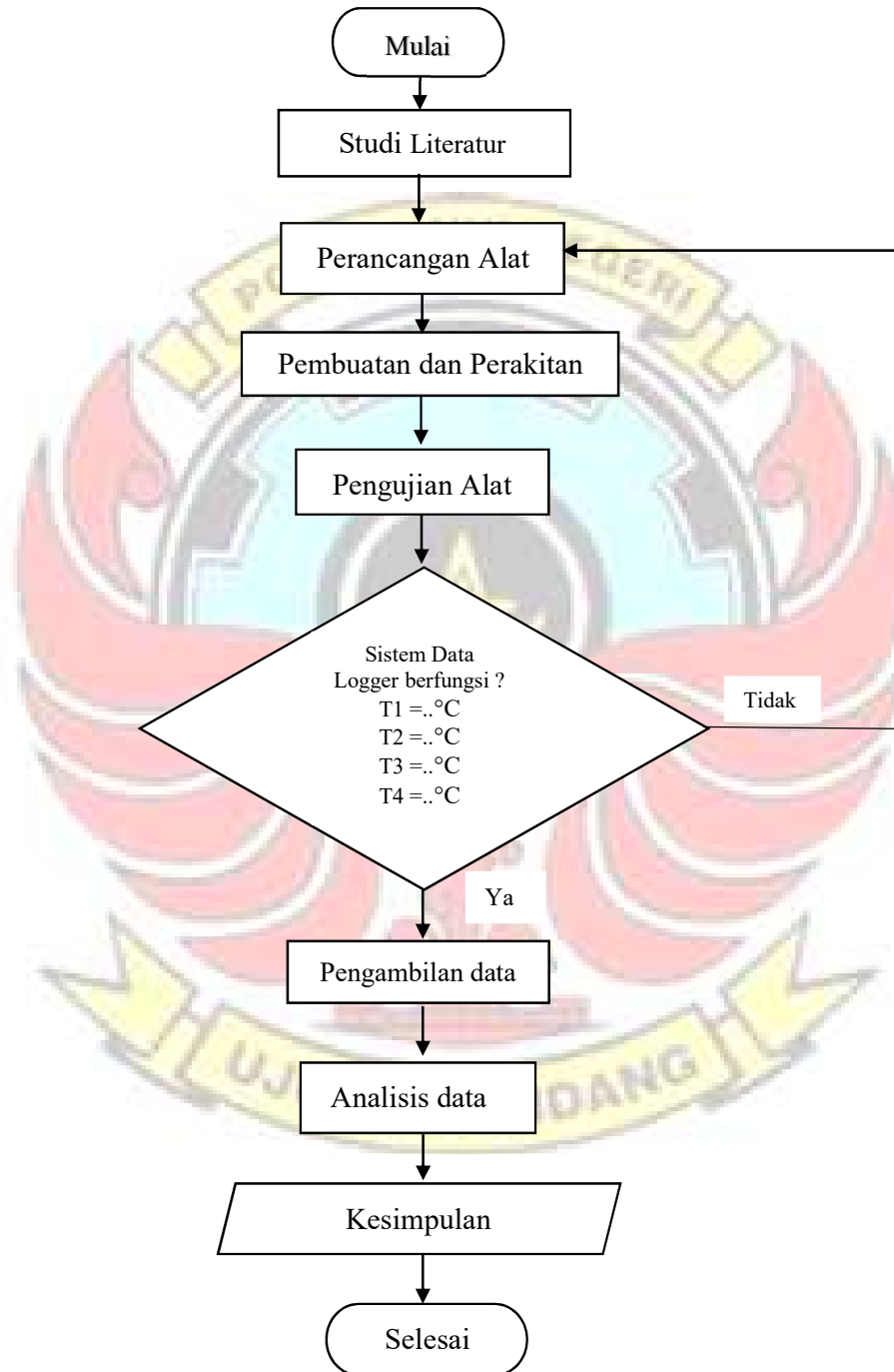
Efisiensi panel surya

$$\eta_{\text{panel surya}} = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.3)$$

Keterangan: P_{in} = Daya Input Panel Surya
 P_{out} = Daya Output Panel Surya

3.8 Diagram Alir

Prosedur pelaksanaan kegiatan dapat digambarkan melalui diagram alir berikut ini.



Gambar 3.7 Diagram Alir Kegiatan

BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Hasil Kegiatan

4.1.1 Hasil Perancangan Rangka

Berdasarkan prosedur perancangan rangka PLTS Berbasis Pendinginan Tumbuhan, maka rangka dasar alat telah selesai dibuat yang memiliki 2 rangka, dimana rangka 1 (memiliki pendingin) memiliki tinggi mm, Panjang mm, dan lebar mm dan rangka 2 (tanpa pendingin) memiliki tinggi mm, Panjang mm dan lebar mm seperti Gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Hasil Perancangan PLTS Berbasis Pendinginan Alamiah Tumbuhan

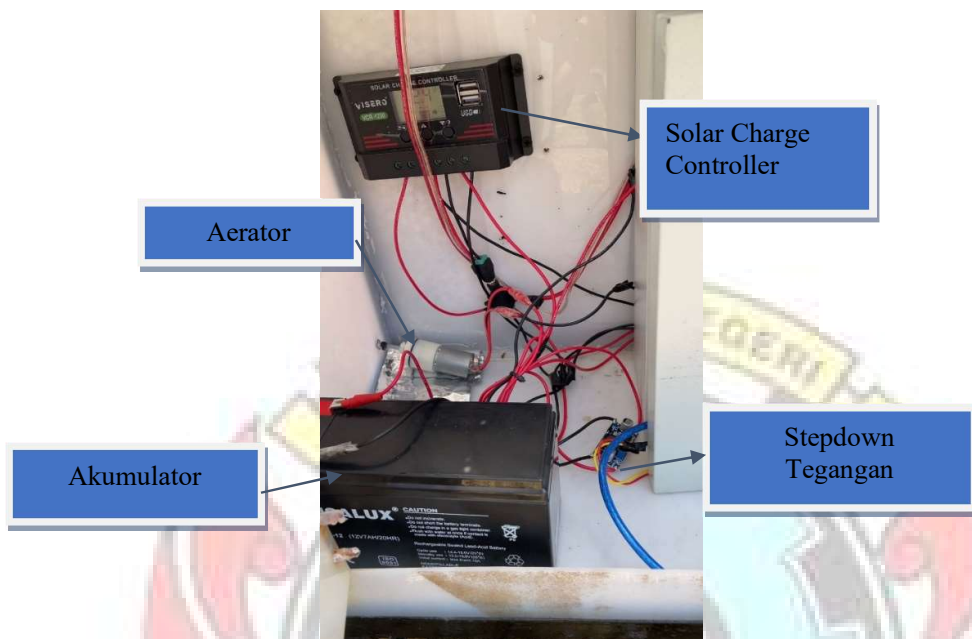
(a) Panel Surya memiliki pendingin

(b) Panel Surya tanpa pendingin

4.1.2 Hasil Sistem Kelistrikan

Berdasarkan prosedur sistem kelistrikan terdiri dari Solar Charger

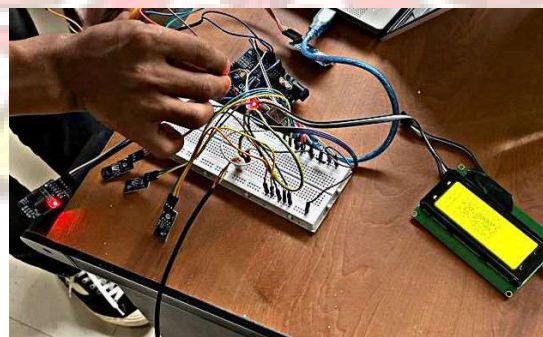
Control, Akumulator, dan aerator dapat kita lihat pada gambar 4.2 berikut.



Gambar 4.2 Hasil Sistem Kelistrikan

4.1.3 Hasil Sistem Program

Temperatur yang ingin diketahui yaitu temperatur panel, temperatur air, dan temperatur lingkungan. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 4.3 berikut.



Gambar 4.3 Hasil Perancangan Pembacaan Temperatur

4.1.4 Hasil Budidaya Aquaponik

- 1) Budidaya Tanaman Kangkung air



(a) Umur 2 Hari (P 4 = cm L= 2 cm) (b) Umur 4 Hari (P 6 = cm L= 4 cm)

Gambar 4.4 Pertumbuhan Tanaman Kangkung Air

4.1.5 Hasil Pengujian Alat

Perhitungan Data

Berdasarkan pembahasan sebelumnya mengenai teknik analisis data, adapun parameter yang perlu dihitung meliputi Daya input (P_{in}), Daya Output (P_{out}), Efisiensi (η), waktu pengisian aki dan waktu pembebanan aki adalah sebagai berikut:

1) Perhitungan Panel Surya

Pada tabel 4.1 pada pukul 09:00 diketahui:

$$I_r = 804 \text{ W/m}^2 \quad V = 12,2 \text{ V}$$

$$A = 0,183 \text{ m}^2 \quad I = 0,34 \text{ A}$$

- Daya input panel surya

$$\begin{aligned} P_{in} &= I_r \times A \text{ (Watt)} \\ &= 804 \text{ W/m}^2 \times 0,183 \text{ m}^2 \\ &= 147,1 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Daya outpu panel surya

$$\begin{aligned} P_{out} &= V \times I \text{ (Watt)} \\ &= 12,2 \text{ V} \times 0,34 \text{ A} \\ &= 3,22 \text{ Watt} \end{aligned}$$

- Efisiensi panel surya

$$\begin{aligned}\eta_{\text{panel surya}} &= \frac{P_{\text{out}}}{P_{\text{in}}} \times 100 \% \\ &= \frac{3,22 \text{ Watt}}{147,1 \text{ Watt}} \times 100 \% \\ &= 2,18 \%\end{aligned}$$

2) Perhitungan Aki

- Waktu Pengisian Aki

Untuk menghitung pengisian aki beberapa hal yang diperhatikan adalah sebagai berikut:

1. Voltase Aki 12 V
2. Jumlah aki 1 buah
3. Kapasitas aki 7 Ah
4. Lama waktu pengisian 7 jam

Maka :

$$\begin{aligned}\text{Arus output aki} &= \frac{\text{Kapasitas aki}}{\text{Waktu Pengisian}} = \frac{7 \text{ Ah}}{7 \text{ Jam}} \\ &= 1 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

Karena umumnya isi baterai masih isi 20%, maka tambahkan 20% untuk diefisiensi aki, kuat arus yang dibutuhkan untuk pengisian selama 7 jam:

$$\begin{aligned}\text{Arus output aki} &= 1 \text{ Ampere} + 20\% \\ &= 1,2 \text{ Ampere}\end{aligned}$$

Daya *charger* yang dibutuhkan untuk mengisi aki 7 Ah selama 7 jam:

Diketahui tegangan standar *charger* aki = 13,5 Volt

Maka :

$$\begin{aligned}P &= V \times I \\ &= 13,5 \text{ Volt} \times 1,2 \text{ Ampere} \\ &= 16,2 \text{ Watt}\end{aligned}$$

- Waktu aki dapat mem-*backup* beban

Diketahui :

1. Daya aerator yang digunakan 2,9 watt + Arduino 1,2 watt = 4,1 watt

2. Aki yang digunakan 12 V/ 7 Ah

Maka :

$$P = V \times I$$

$$4.1 \text{ Watt} = 12 \text{ V} \times I$$

$$I = \frac{4,1 \text{ Watt}}{12 \text{ V}}$$

$$= 0,3 \text{ A}$$

$$\text{Waktu pemakaian} = \frac{\text{Kapasitas Aki}}{\text{Arus Output}} = \frac{7 \text{ Ah}}{0.3 \text{ A}} = 23 \text{ Jam}$$

Aki diefisiensikan sebesar 20 %

$$23 \text{ Jam} - 20 \% = 18,4 \text{ Jam}$$

$$= 18 \text{ Jam } 4 \text{ menit}$$

Tabel Analisis Data dan Hasil Analisis Data

Untuk pengujian alat dilakukan selama 2 hari, adapun data hasil pengujian alat dapat dilihat pada Tabel berikut.

Tabel 4.1 Data Pengujian PLTS pada panel yang memiliki pendingin

Jam	Waktu (menit)	Luas Panel (m ²)	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panel Surya		P _{In} (W)	P _{Out} (W)	Eff (%)	Ket	Solar time
				V	I					
				(V)	(A)					
9:00	0	0,183	804	13,0	0,34	147,13	4,42	3,00	Cerah	08:57
10:00	60	0,183	878	13,2	0,37	160,67	4,88	3,03	Cerah	09:57
11:00	120	0,183	913	13,5	0,40	167,07	5,4	3,23	Cerah	10:57
12:00	180	0,183	922	13,6	0,41	172,20	5,57	3,24	Cerah	11:57
13:00	240	0,183	940	13,3	0,38	151,89	3,32	3,99	Cerah	12:57
14:00	300	0,183	786	12,8	0,30	143,83	3,84	2,66	Cerah	13:57
15:00	360	0,183	620	12,5	0,28	113,46	3,5	3,08	Cerah	14:57
16:00	420	0,183	437	12,3	0,25	79,97	3,07	3,83	Berawan	16:57

Tabel 4.2 Data Pengujian PLTS pada panel tanpa pendingin.

Jam	Waktu (menit)	Luas Panel (m ²)	Inensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panel Surya		P _{In} (W)	P _{Out} (W)	Eff (%)	Ket	Solar time
				V (V)	I (A)					
9:00	0	0,183	804	11,5	0,14	147,1	1,61	1,09	Cerah	08:57
10:00	60	0,183	878	11,8	0,17	160,6	2,00	1,24	Cerah	09:57
11:00	120	0,183	913	12,2	0,24	167	2,92	1,74	Cerah	10:57
12:00	180	0,183	922	12,4	0,23	172,20	2,85	1,65	Cerah	11:57
13:00	240	0,183	940	12,2	0,2	151,89	2,44	1,60	Cerah	12:57
14:00	300	0,183	786	12,3	0,22	143,83	2,70	1,87	Cerah	13:57
15:00	360	0,183	620	12,1	0,21	113,46	2,54	2,23	Cerah	14:57
16:00	420	0,183	437	11,8	0,19	79,97	2,24	2,80	Berawan	16:57

Tabel 4.3 Data Hasil Pengisian Aki.

Pukul	Waktu (Jam)	Aki		P _{aki} (W)
		V (V)	I (A)	
9:00	0	12,5	0,18	2,25
10:00	1	12,7	0,20	2,54
11:00	2	12,9	0,21	2,70
12:00	3	13	0,22	2,86
13:00	4	13,3	0,23	3,05
14:00	5	13,4	0,18	2,41
15:00	6	13,5	0,15	2,02
16:00	7	13,5	0,14	1,89

Tabel 4.4 Data Hasil pengambilan pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Aerator.

Jam	Waktu (Jam)	Aerator		V aki (V)
		V (V)	I (A)	
9:00	0	11,9	0,25	13,5
10:00	1	11,7	0,24	13,3
11:00	2	11,6	0,22	13,0
12:00	3	11,4	0,21	12,8
13:00	4	11,2	0,21	12,7
14:00	5	11,0	0,20	12,5
15:00	6	10,9	0,19	12,3
16:00	7	10,9	0,19	12,3

Tabel 4.5 Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi panel dan temperatur pada panel yang memiliki pendingin.

Solar Time	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Temperatur		Daya Output Panel (W)	Efisiensi Panel (%)	Keterangan
		Panel (°C)	Air (°C)			
08:57	804	30,10	27,44	4,42	3,00	Cerah
09:57	878	31,28	27,59	4,88	3,03	Cerah
10:57	913	34,06	27,94	5,4	3,23	Cerah
11:57	941	35,30	28,34	5,57	3,24	Cerah
12:57	830	36,69	29,25	6,07	3,	Cerah
13:57	786	31,40	28,90	3,84	2,66	Cerah
14:57	620	29,62	28,55	3,5	3,08	Cerah

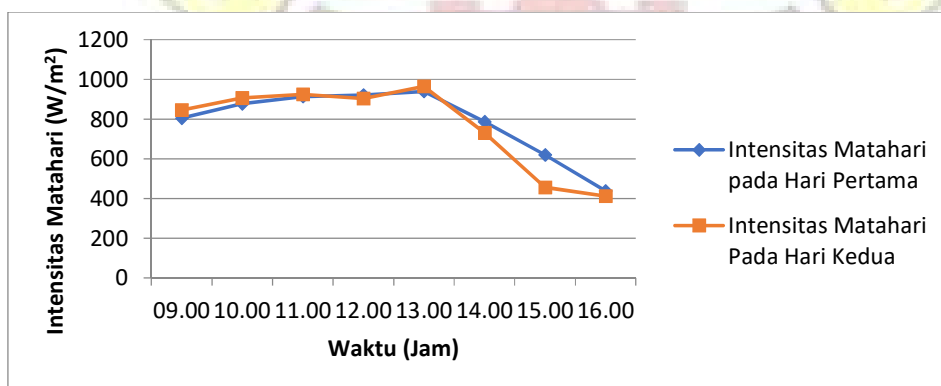
16:57	437	29,54	28,35	3,07	3,83	Berawan
-------	-----	-------	-------	------	------	---------

Tabel 4.6 Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi dan temperatur pada panel tanpa pendingin.

Solar Time	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Temperatur		Daya Output Panel (W)	Efisiensi Panel (%)	Keterangan
		Panel (°C)	lingkungan (°C)			
08:57	804	33,56	31,30	1,61	1,09	Cerah
09:57	878	34,25	33,78	2,00	1,24	Cerah
10:57	913	38,19	35,24	2,92	1,74	Cerah
11:57	941	42,06	37,56	3,22	1,86	Cerah
12:57	830	49,31	36,89	3,65	2,40	Cerah
13:57	786	38,58	35,32	3,07	2,13	Cerah
14:57	620	36,78	33,43	2,54	2,23	Cerah
15:57	437	32,18	31,67	2,24	2,80	Berawan

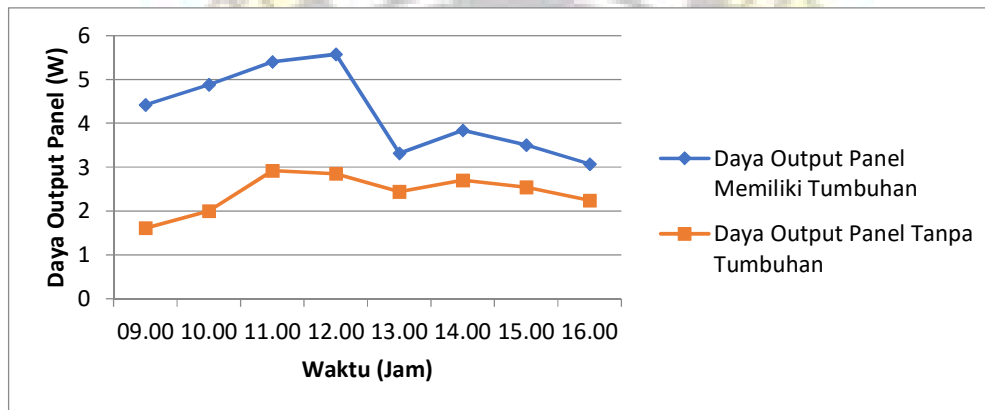
4.2 Deskripsi Hasil Kegiatan

4.2.1 Hasil Pengujian Panel Surya

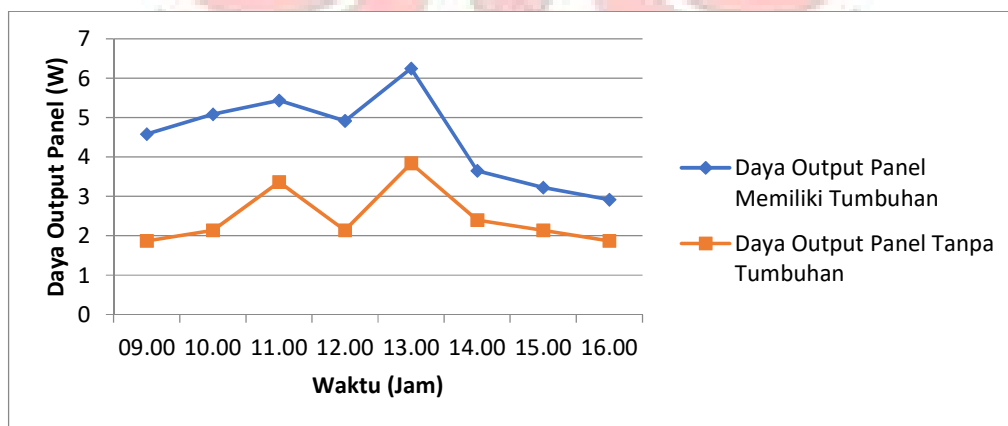


Gambar 4.5 Grafik hubungan antara Intensitas radiasi matahari (W/m²) dan Waktu.

Berdasarkan Grafik Pada gambar 4.5 hubungan antara intensitas matahari (W/m^2) dengan waktu, pengukuran intensitas matahari dilakukan selama 8 jam per hari yaitu mulai pukul 09:00 WITA hingga pukul 16:00 WITA. Intensitas radiasi matahari tertinggi yaitu $965 W/m^2$ pada pukul 13:00 WITA dihari kedua dan intensitas radiasi matahari terendah yaitu $412 W/m^2$ pada pukul 16:00 WITA dihari kedua. Dari grafik diatas dapat dilihat hubungan antara intensitas radiasi matahari dan waktu berbentuk parabola. Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proposional maka akan menghasilkan daya yang semakin besar pula.

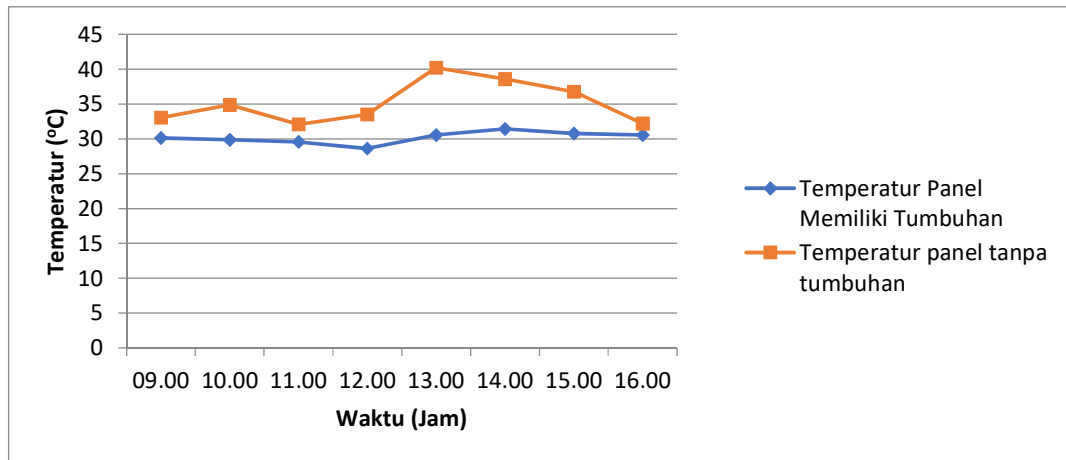


Gambar 4.6 Grafik Hubungan Daya Output Panel Terhadap Waktu Pada Pengujian Alat Hari Pertama.

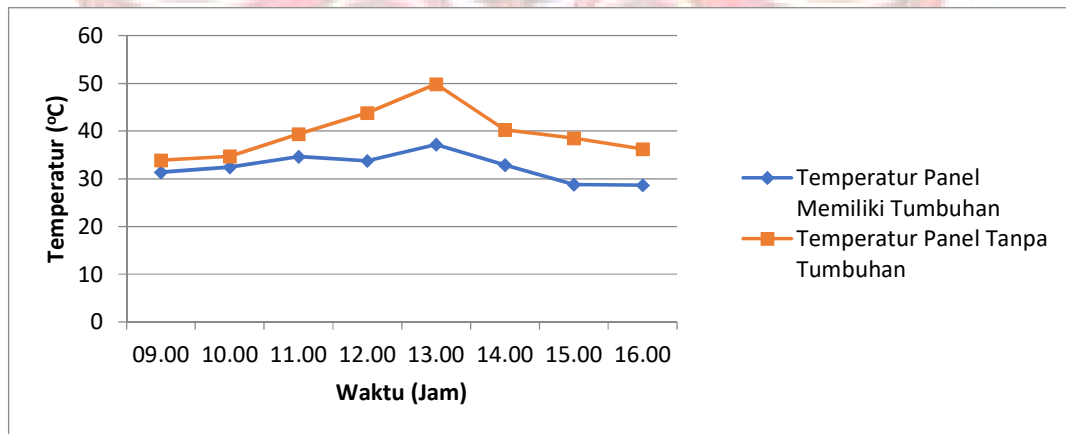


Gambar 4.7 Grafik Hubungan Daya Output Panel Terhadap Waktu Pada Pengujian Alat Hari Ke-2.

Berdasarkan Grafik Pada Gambar 4.6 dan 4.7 Hubungan antara Daya Output Panel (W) terhadap waktu (jam). Dapat dilihat Daya Output Panel tertinggi terjadi pada Hari Ke-2 pada Panel Memiliki Tumbuhan yaitu 6,25 Watt pada pukul 13.00 WITA, sedangkan Daya Output panel terendah terjadi Hari Pertama pada panel tanpa tumbuhan yaitu 1,61 Watt pada pukul 09:00 WITA.



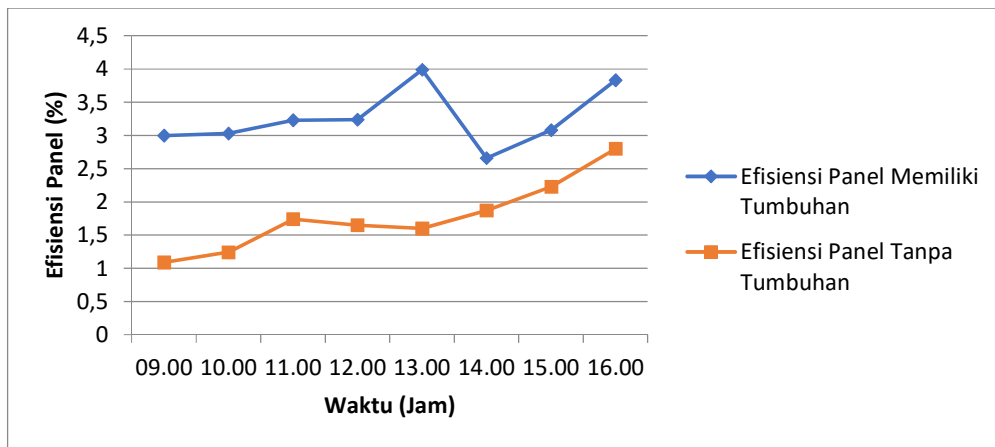
Gambar 4.8 Grafik Hubungan Temperatur Panel Terhadap Waktu Pada Pengujian Alat Hari Pertama.



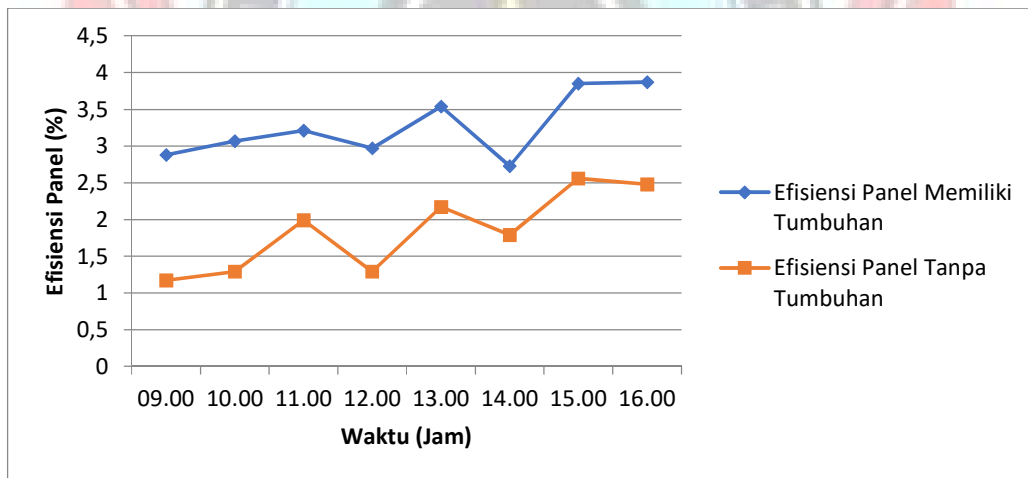
Gambar 4.9 Grafik Hubungan Temperatur Panel Terhadap Waktu Pada Pengujian Alat Hari Ke-2.

Berdasarkan Grafik Pada Gambar 4.8 dan 4.9 Hubungan antara Temperatur Panel (°C) terhadap waktu (jam). Dapat dilihat Temperatur Panel tertinggi terjadi pada Hari Ke-2 pada Panel tanpa Tumbuhan yaitu 49,87 °C pada pukul 13.00 WITA, sedangkan Temperatur Panel terendah terjadi Hari Ke-2 pada panel

memiliki tumbuhan yaitu 28,8 °C pada pukul 15:00 WITA.



Gambar 4.10 Grafik Hubungan Efisiensi Panel terhadap waktu pada pengujian alat Hari Pertama.

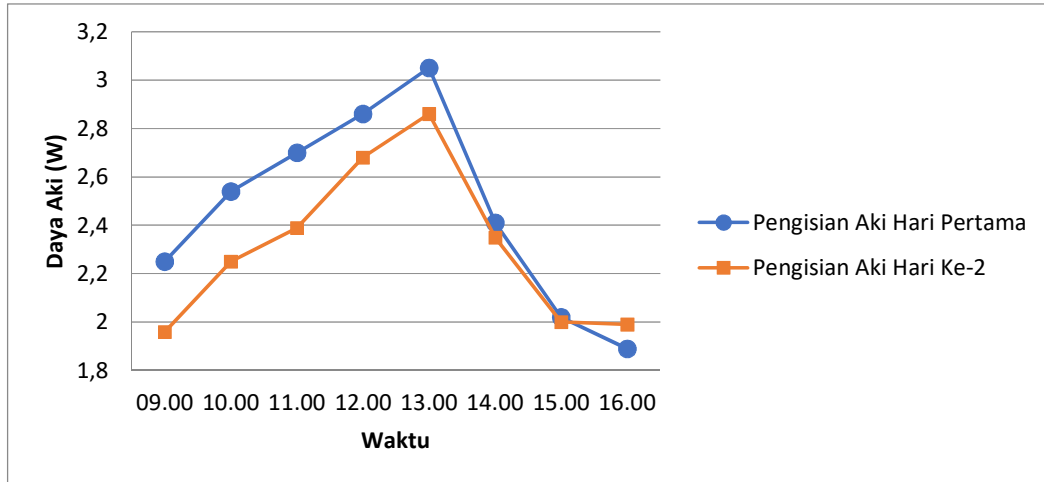


Gambar 4.11 Grafik Hubungan Efisiensi Panel terhadap waktu pada pengujian alat Hari Ke-2

Berdasarkan Grafik Pada Gambar 4.10 dan 4.11 Hubungan antara Efisiensi Panel (%) terhadap waktu (jam). Dapat dilihat Efisiensi Panel tertinggi terjadi pada Hari Pertama pada Panel Memiliki Tumbuhan yaitu 3,99 % pada pukul 13:00 WITA, sedangkan Efisiensi Panel terendah terjadi Hari Pertama pada panel tanpa tumbuhan yaitu 1,09 % pada pukul 09:00 WITA.

4.2.2 Hasil Pengujian Pengisian Aki

Pada pengujian ini, tipe aki yang digunakan yaitu tipe 7 Ah. Pada proses pengisian aki energi listrik yang masuk ke aki disuplai dari keluaran panel surya.

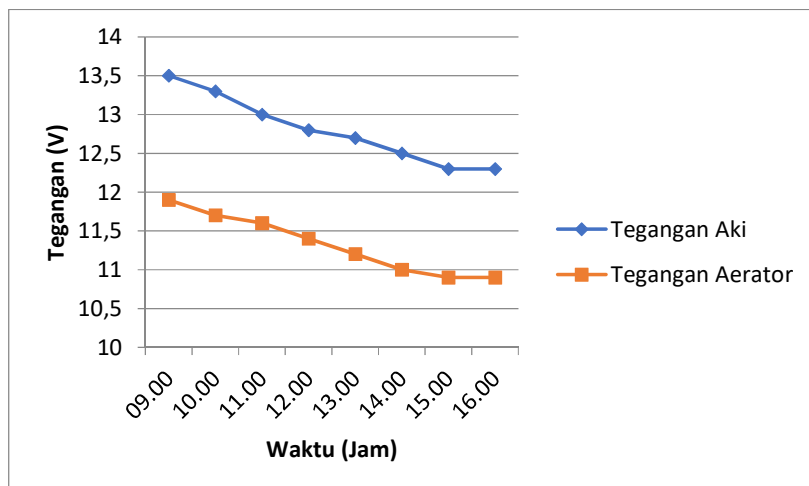


Gambar 4.12 Grafik hubungan antara Daya Aki (Watt) dengan Waktu (Jam) pada Aki

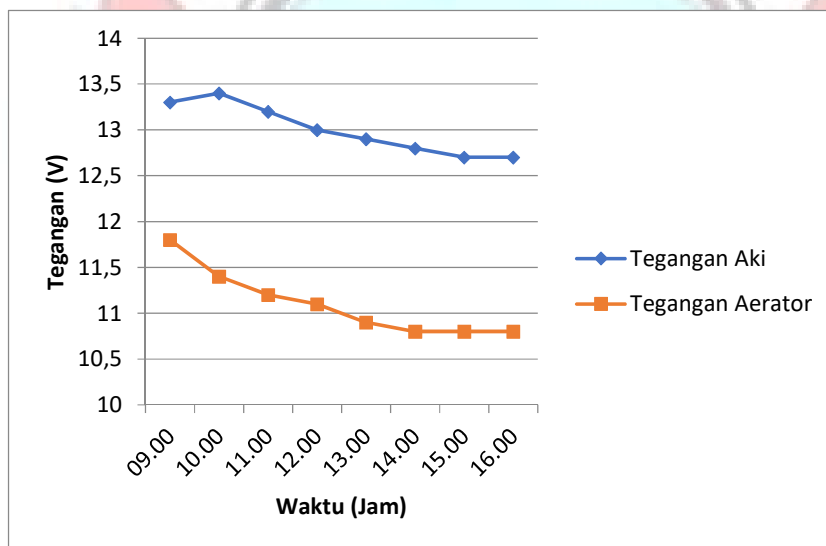
Berdasarkan grafik Pada gambar 4.12 hubungan antara daya Aki (watt) dan waktu (Jam) pengisian dilakukan selama 7 jam perhari yaitu mulai pukul 09:00 hingga pukul 16:00. Daya masukan aki tertinggi terjadi pada hari pertama yaitu 3,05 Watt pada pukul 13:00 sedangkan daya aki terendah terjadi pada hari pertama yaitu 1,89 Watt pada pukul 16:00. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara daya masukan aki tergantung dari intensitas radiasi matahari, semakin tinggi radiasi matahari maka daya masukan pada aki akan semakin tinggi pula.

4.2.3 Hasil Pengujian Pembebanan Aki

Pada pengujian ini, pembebanan aki yaitu Aerator dilaksanakan setelah pengisian aki pada hari sebelumnya.



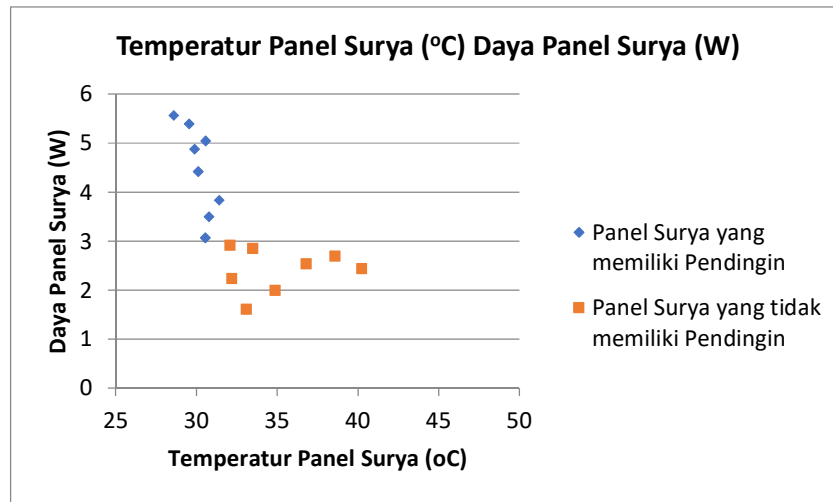
Gambar 4.13 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) Tegangan Aerator (V) dan waktu (Jam) Setelah Hari Pertama.



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Tegangan Aki (V) Tegangan Aerator (V) dan waktu (Jam) Setelah Hari Ke-2.

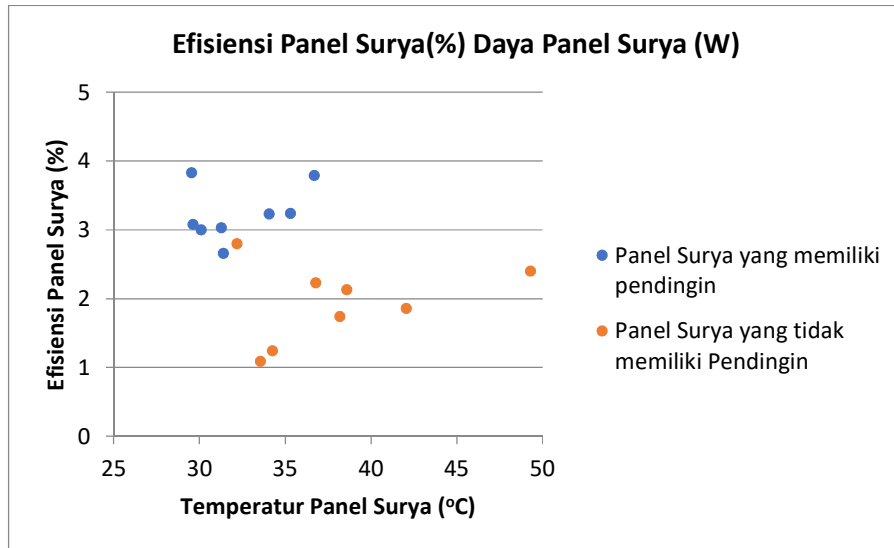
Berdasarkan grafik Pada Gambar 4.12 dan 4.13 hubungan antara tegangan aki, tegangan aerator dan waktu, Pembebanan Aki dilakukan Selama 7 jam perhari yaitu mulai pukul 09.00 hingga pukul 16,00, dapat dilihat bahwa semakin lama waktu pembebanan maka tegangan dalam aki akan semakin berkurang sedangkan untuk tegangan aerator dapat di turunkan secara manual dengan memakai Step down LM2596 untuk menghindari panas dari dynamo aerator yang dapat merusak kinerja aerator.

4.2.4 Hasil Pengujian data Waktu , daya output, efisiensi panel dan temperatur pada panel



Gambar 4.14 Grafik Hubungan Temperatur Panel Surya terhadap Daya Output Panel Surya yang memiliki pendingin dan yang tidak memiliki pendingin.

Berdasarkan grafik Pada gambar 4.1 diatas dapat kita lihat hubungan antara temperatur panel surya terhadap daya output panel surya yang memiliki pendingin dan yang tidak memiliki pendingin, dimana hubungan grafik diatas berbanding terbalik, apabila temperatur panel surya rendah maka daya output pada panel surya yang dihasilkan yaitu besar karena tegangan yang dikeluarkan juga besar, dimana daya output sendiri itu dipengaruhi oleh tegangan dan arus. Daya tertinggi yang dihasilkan oleh panel surya yang memiliki pendingin yaitu 5,4 Watt dengan temperatur panel surya yaitu 29,54 °C sedangkan daya tertinggi yang dihasilkan oleh panel surya yang tidak memiliki pendingin yaitu 1,61 Watt dengan temperatur panel surya yaitu 33,07°C. Daya terendah pada panel surya yang memiliki pendingin yaitu 3,07 Watt dengan temperatur panel surya yaitu 30,55°.



Gambar 4.13 Grafik Hubungan Temperatur Panel Surya terhadap Efisiensi Panel Surya yang memiliki pendingin dan yang tidak memiliki pendingin (4 September 2023)

Berdasarkan grafik Pada Gambar 4.13 dan 4.14 diatas dapat kita lihat hubungan temperatur panel surya terhadap efisiensi panel surya yang memiliki pendingin, dimana hubungan grafik diatas yaitu berbanding terbalik, apabila temperatur panel surya rendah maka efisiensi yang dihasilkan yaitu tinggi dikarenakan daya output yang dihasilkan juga besar. Efisiensi tertinggi pada panel surya yang memiliki pendingin yaitu sebesar 3.85 % dengan temperatur panel surya yaitu 28.8°C sedangkan pada panel surya yang tidak memiliki pendingin memiliki efisiensi tertinggi sebesar 2,8 % dengan temperatur 32.18°C. Efisiensi panel surya terendah pada panel surya yang memiliki pendingin yaitu 2,66% dengan temperatur 31,4°C sedangkan pada panel surya yang tidak memiliki pendingin memiliki efisiensi terendah 1.09 % dengan temperatur panel surya 33,56°C.

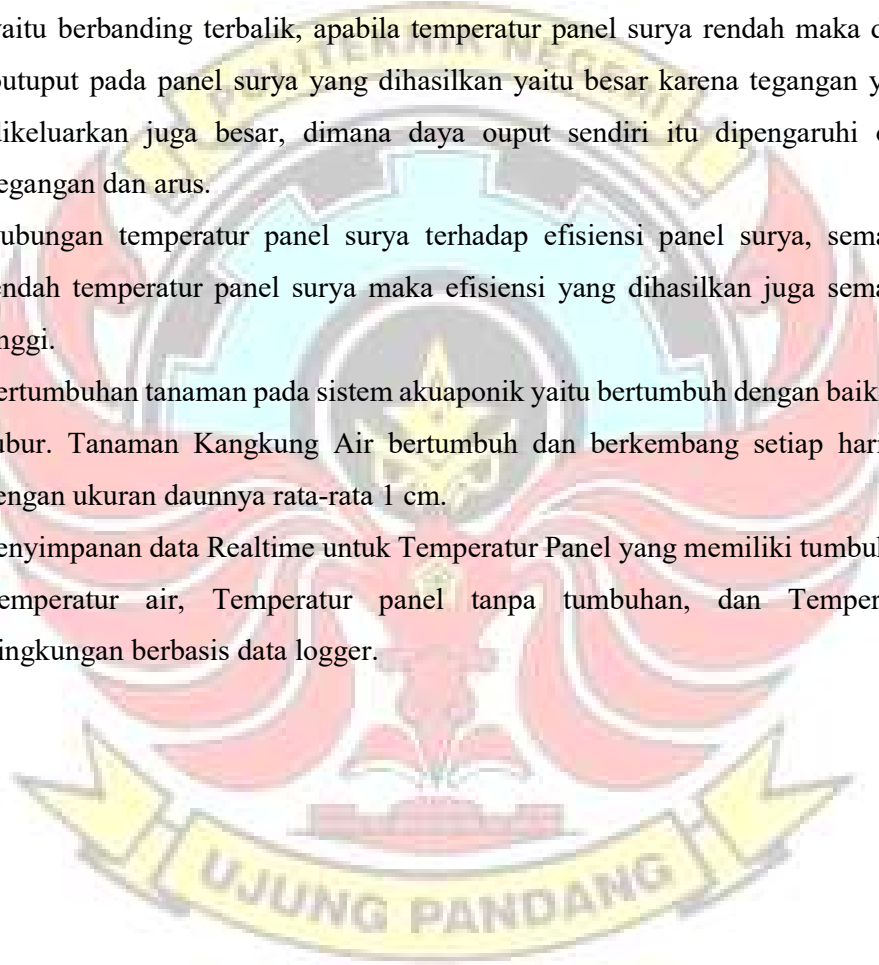
BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat maka akan dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Hubungan antara temperatur panel surya terhadap daya output panel surya yaitu berbanding terbalik, apabila temperatur panel surya rendah maka daya output pada panel surya yang dihasilkan yaitu besar karena tegangan yang dikeluarkan juga besar, dimana daya output sendiri itu dipengaruhi oleh tegangan dan arus.
2. Hubungan temperatur panel surya terhadap efisiensi panel surya, semakin rendah temperatur panel surya maka efisiensi yang dihasilkan juga semakin tinggi.
3. Pertumbuhan tanaman pada sistem akuaponik yaitu bertumbuh dengan baik dan subur. Tanaman Kangkung Air bertumbuh dan berkembang setiap harinya dengan ukuran daunnya rata-rata 1 cm.
4. Penyimpanan data Realtime untuk Temperatur Panel yang memiliki tumbuhan, Temperatur air, Temperatur panel tanpa tumbuhan, dan Temperatur Lingkungan berbasis data logger.



5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambah atau mengurangi level air dan tanamannya ditambah pada kolam agar temperatur pada panel surya rendah sehingga daya output dan efisiensi yang dihasilkan pada panel surya juga semakin besar.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan dengan menambahkan fitur pencatatan data otomatis secara keseluruhan.
3. Bebannya bisa lebih dari aerator.
4. Temperaturnya dapat divariasikan seperti mengurangi atau menambah volume air.



DAFTAR PUSTAKA

- Anwar M. (2020). Studi Experimental Potensi Penyerapan Energi Matahari Sistem Fotovoltaik Di Wilayah Pantai Bunga Kabupaten Batu Bara. *Tugas Akhir*, 84.
- Bagus Gde Widiantara Ida dan Nyoman Sugiarta. 2019. *Pengaruh Penggunaan Pendinginan Air Terhadap Output Panel Surya Pada Sistem Tertutup*. Jurnal Matrix Vol.9, No.3. Bali. Politeknik Negeri Bali.
- Evelyn. 2015. Struktur dari sel surya. *(Online)*, (<https://www.electricaltechnology.org/>), Diakses 03 Desember 2021.
- Nelson, Jenny. 2003. *The Physic of Solar Cells*. London: Imperial College Press
- Hasrul, Rahmat Rahmat. "Analisis Efisiensi Panel Surya Sebagai Energi Alternatif." *SainETIn: Jurnal Sains, Energi, Teknologi, dan Industri* 5.2 (2021): 79-87.
- Kholiq, Imam. "Analysis of the Utilization of Alternative Energy Resources as Renewable Energy to Support Fuel Substitution." *Journal of Science and Technology* 19.2 (2015): 75-91.
- Rozaq, Imam Abdul, and Noor Yulita DS. "Uji karakterisasi sensor suhu DS18B20 waterproof berbasis arduino uno sebagai salah satu parameter kualitas air." *Prosiding Snatif* (2017): 303-309.
- Sudirman, Sabri. "Aktivitas antioksidan dan komponen bioaktif kangkung air (*Ipomoea aquatica* Forsk)." (2011).
- Widya Aprlyanti & Aldin. (2019). "Rancang Bnagun PLTS Berbasis Alamiah Tumbuhan". Lapotan Tugas Akhir. Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Yandri, Valdi Rizki. "Prospek pengembangan energi surya untuk kebutuhan listrik di Indonesia." *Jurnal Ilmu Fisika* 4.1 (2012): 14-19.
- Zidni, Irfan. dkk. 2013. *Pengaruh Pdat Terbar Terhadap Pengaruh Benih Lele Sangkuriang dalam Sistem Akuaponik*. Jurnal Perikanan dan Kelautan Vol. 4 No. 4, Desember 2013: 315-324. Bandung: Universitas Padjajaran.

L

A

M

P

I

R

A

N





**LAMPIRAN A
(HASIL PENGUJIAN)**

Tabel Data Pengujian PLTS pada panel yang memiliki pendingin Hari

Ke-2

Jam	Waktu (menit)	Luas Panel (m ²)	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panel Surya		P _{In} (W)	P _{Out} (W)	Eff (%)	Ket	Solar time
				V (V)	I (A)					
9:00	0	0,183	846	13,1	0,35	158,81	4,58	2,88	Cerah	08:57
10:00	60	0,183	906	13,4	0,38	165,79	5,09	3,07	Cerah	09:57
11:00	120	0,183	925	13,6	0,40	169,27	5,44	3,21	Cerah	10:57
12:00	180	0,183	903	13,3	0,37	165,24	4,92	2,97	Berawan	11:57
13:00	240	0,183	965	13,9	0,45	176,59	6,25	3,54	Cerah	12:57
14:00	300	0,183	730	12,6	0,29	133,59	3,65	2,73	Cerah	13:57
15:00	360	0,183	456	12,4	0,26	83,44	3,22	3,85	Berawan	14:57
16:00	420	0,183	412	12,2	0,24	75,39	2,92	3,87	Berawan	16:57

Tabel Data Pengujian PLTS pada panel tanpa pendingin Hari

Ke-2

Jam	Waktu (menit)	Luas Panel (m ²)	Inensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Panel Surya		P _{In} (W)	P _{Out} (W)	Eff (%)	Ket	Solar time
				V (V)	I (A)					
9:00	0	0,183	846	11,7	0,16	158,81	1,87	1,17	Cerah	08:57
10:00	60	0,183	906	11,9	0,18	165,79	2,14	1,29	Cerah	09:57
11:00	120	0,183	925	12,5	0,27	169,27	3,37	1,99	Cerah	10:57
12:00	180	0,183	903	11,9	0,18	165,24	2,14	1,29	Berawan	11:57
13:00	240	0,183	965	12,8	0,30	176,59	3,84	2,17	Cerah	12:57
14:00	300	0,183	730	12,0	0,20	133,59	2,4	1,79	Cerah	13:57
15:00	360	0,183	456	11,9	0,18	83,44	2,14	2,56	Berawan	14:57
16:00	420	0,183	412	11,7	0,16	75,39	1,87	2,48	Berawan	16:57



Tabel Data Hasil Pengisian Aki Hari Ke-2

Pukul	Waktu (Jam)	Aki		P_{aki} (W)
		V (V)	I (A)	
9:00	0	12,3	0,16	1,96
10:00	1	12,5	0,18	2,25
11:00	2	12,6	0,19	2,39
12:00	3	12,8	0,21	2,68
13:00	4	13,0	0,22	2,86
14:00	5	13,1	0,18	2,35
15:00	6	13,3	0,15	2,00
16:00	7	13,3	0,15	1,99

Tabel Data Hasil pengambilan pembebanan dan Aki sebagai Sumber untuk Aerator Hari Ke-2

Jam	Waktu (Jam)	Aerator		V aki
		V (V)	I (A)	
9:00	0	11,8	0,24	13,3
10:00	1	11,4	0,22	13,4
11:00	2	11,2	0,21	13,2
12:00	3	11,1	0,21	13,0
13:00	4	10,9	0,20	12,9
14:00	5	10,8	0,19	12,8
15:00	6	10,8	0,18	12,7
16:00	7	10,8	0,18	12,7

Tabel Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi panel dan temperatur pada panel yang memiliki pendingin (6 september 2023)

Solar Time	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Temperatur		Daya Output Panel (W)	Efisiensi Panel (%)	Keterangan
		Panel (°C)	Air (°C)			
08:57	846	31,40	28,63	4,58	2,88	Cerah
09:57	906	32,45	28,87	5,09	3,07	Cerah
10:57	925	34,68	29,32	5,44	3,21	Cerah
11:57	903	33,80	29,10	4,92	2,97	Berawan
12:57	965	37,20	30,18	6,25	3,54	Cerah
13:57	730	32,89	29,12	3,65	2,73	Cerah
14:57	456	28,80	28,21	3,22	3,85	Berawan
16:57	412	28,69	28,18	2,92	3,87	Berawan



Tabel Data Hasil pengambilan data solar time, intensitas radiasi matahari, daya output, efisiensi dan temperatur pada panel tanpa pendingin. (6 September 2023)

Solar Time	Intensitas Radiasi Matahari (W/m ²)	Temperatur		Daya Output Panel (W)	Efisiensi Panel (%)	Keterangan
		Panel (°C)	lingkungan (°C)			
08:57	846	33,89	32,22	1,87	1,17	Cerah
09:57	906	34,70	32,75	2,14	1,29	Cerah
10:57	925	39,40	34,57	3,37	1,99	Cerah
11:57	903	43,80	37,44	2,14	1,29	Berawan
12:57	965	49,87	37,78	3,84	2,17	Cerah
13:57	730	40,29	34,24	2,4	1,79	Cerah
14:57	456	38,49	32,18	2,14	2,56	Berawan
15:57	412	36,23	32,03	1,87	2,48	Berawan





**LAMPIRAN B
(Listing Program)**

```

#include <SPI.h>
#include <SD.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h> // Memanggil library LCD
#include <OneWire.h> //Memanggil library OneWire yang diperlukan
sebagai dependensi library Dallas Temperature
#include <DallasTemperature.h> // Memanggil library Dallas
Temperature
#define ONE_WIRE_BUS 2 // Menempatkan PIN hasil pembacaan sensor
DS18B20 pada PIN 2.

const int CS = 4;
File dataku;
//Disebut One Wire karena kita bisa menempatkan sensor DS18B20
lain pada PIN yang sama
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 20, 4); // Mengatur alamat LCD dan
dimensi LCD, yaitu 20 kolom dan 4 baris
DS3231 rtc(SDA, SCL); // inialisasi penggunaan i2c
Time waktu;
Time t;
#define buz 11
int Hor;

int Min;

int Sec;
OneWire oneWire(ONE_WIRE_BUS); //Membuat variabel oneWire
berdasarkan PIN yang telah didefinisikan
DallasTemperature sensor(&oneWire); //Membuat variabel untuk
menyimpan hasil pengukuran

//deklarasi variable suhu DS18B20 dengan jenis data float
float suhuDS18B20_0;
float suhuDS18B20_1;
float suhuDS18B20_2;
float suhuDS18B20_3;
float suhuDS18B20_4;

void setup(void)
{
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  rtc.begin();
  Serial.begin(9600); //Menginisiasikan setup kecepatan komunikasi

```

```

    sensor.begin();          //Menginisiasikan sensor One-Wire DS18B20

    //setting pertama download program
    //rtc.setDate(24, 07, 2023); //mensetting tanggal 07 april 2018
    //rtc.setTime(16, 39, 00);   //menset jam 22:00:00
    //rtc.setDOW(5);           //menset hari "Sabtu"

    // Sebelum melakukan pengukuran, atur resolusinya
    //sensor.setResolution(0, 9);
    //sensor.setResolution(0, 10);
    //sensor.setResolution(0, 11);
    sensor.setResolution(0, 12);

    //sensor.setResolution(1, 9);
    //sensor.setResolution(1, 10);
    //sensor.setResolution(1, 11);
    sensor.setResolution(1, 12);

    //sensor.setResolution(2, 9);
    //sensor.setResolution(2, 10);
    //sensor.setResolution(2, 11);
    sensor.setResolution(2, 12);

    //sensor.setResolution(3, 9);
    //sensor.setResolution(3, 10);
    //sensor.setResolution(3, 11);
    sensor.setResolution(3, 12);

    Serial.begin(9600);
    Serial.println("Datalogger Sensor");

    //pesan status SDcard
    Serial.print("Membaca SDcard...");
    if (!SD.begin(CS))
    {
        Serial.println("GAGAL/SDcard rusak!");
        while (1);
    }
    Serial.println("Berhasil");
}

void loop(void)
{
    t = rtc.getTime();

    Hor = t.hour;

```

```

Min = t.min;

Sec = t.sec;
Serial.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur pembacaan hari
Serial.print(" ");

Serial.print(rtc.getDateStr()); //prosedur pembacaan tanggal
Serial.print(" -- ");

Serial.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur pembacaan waktu

t = rtc.getTime();

sensor.requestTemperatures(); // Perintah konversi suhu
//Membaca data suhu dari sensor #0 dan mengkonversikannya ke nilai
Celsius
suhuDS18B20_0 = sensor.getTempCByIndex(0);
suhuDS18B20_1 = sensor.getTempCByIndex(1);
suhuDS18B20_2 = sensor.getTempCByIndex(2);
suhuDS18B20_3 = sensor.getTempCByIndex(3);

// suhuDS18B20 = (suhuDS18B20*9/5) + 32;
// suhuDS18B20 = suhuDS18B20 = 273.15;

Serial.print("T1 : ");
//Serial.println(suhuDS18B20, 1); //Presisi 1 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 2); //Presisi 2 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 3); //Presisi 3 digit
Serial.println(suhuDS18B20_0, 4); //Presisi 4 digit
Serial.println(" °C");

Serial.print("T2 : ");
//Serial.println(suhuDS18B20, 1); //Presisi 1 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 2); //Presisi 2 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 3); //Presisi 3 digit
Serial.println(suhuDS18B20_1, 4); //Presisi 4 digit
Serial.println(" °C");

Serial.print("T3 : ");
//Serial.println(suhuDS18B20, 1); //Presisi 1 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 2); //Presisi 2 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 3); //Presisi 3 digit
Serial.println(suhuDS18B20_2, 4); //Presisi 4 digit
Serial.println(" °C");

```

```
Serial.print("T4 : ");
//Serial.println(suhuDS18B20, 1); //Presisi 1 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 2); //Presisi 2 digit
//Serial.println(suhuDS18B20, 3); //Presisi 3 digit
Serial.println(suhuDS18B20_3, 4); //Presisi 4 digit
Serial.println(" °C");
```

```
lcd.setCursor(3, 0);
lcd.print("T1 =");
lcd.print(suhuDS18B20_0, 4);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
```

```
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("T2 =");
lcd.print(suhuDS18B20_1, 4);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
```

```
lcd.setCursor(3, 2);
lcd.print("T3 =");
lcd.print(suhuDS18B20_2, 4);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
```

```
lcd.setCursor(3, 3);
lcd.print("T4 =");
lcd.print(suhuDS18B20_3, 4);
lcd.print((char)223);
lcd.print("C");
```

```
dataku = SD.open("sensor.txt", FILE_WRITE);
if (dataku)
{
dataku.print(rtc.getDOWStr()); //prosedur pembacaan hari
dataku.print(" ");
dataku.print(rtc.getDateStr()); //prosedur pembacaan tanggal
```

```

dataku.print(" -- ");
dataku.println(rtc.getTimeStr()); //prosedur pembacaan waktu
dataku.print("T1 :");
dataku.println (suhuDS18B20_0);
dataku.print("T2 :");
dataku.println (suhuDS18B20_1);
dataku.print("T3 : ");
dataku.println(suhuDS18B20_2);
dataku.print("T4: ");
dataku.println(suhuDS18B20_3);
dataku.close();

    Serial.println(" | Data Tersimpan");
}

else
{
    Serial.println(" | Gagal Tersimpan!");
}
delay(1000);
}

```

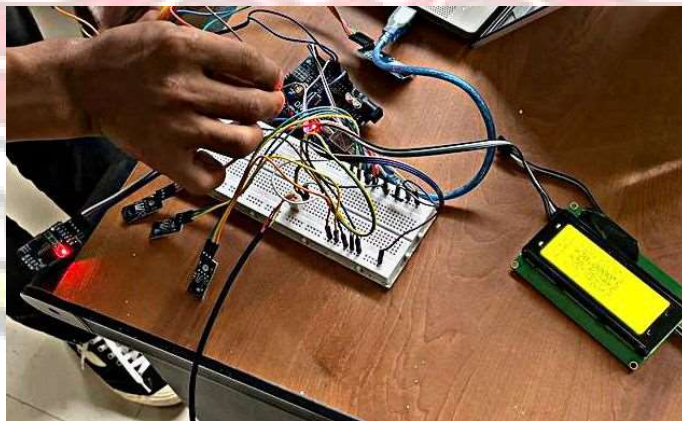


LAMPIRAN C (Foto Kegiatan)





Pengelasan Besi Hollow Untuk Rangka Panel



Pemasangan Mikro Kontroller



Pengecatan Besi Rangka Pane



Pengambilan Data





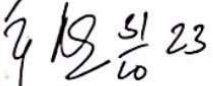

Pengambilan Data




LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Riska Risandi/Muhammad Arief Hidayatullah Zulkarnain
 NIM : 34220049/34220068

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	IR. Lewi, M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Data spesifikasikan panel. hal 32 ✓ - Sarannya dinaikkan bebannya ✓ - Berikan contoh perhitungan sebelum tabulasi ✓ 	
2.	Sonong, S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Referensi diperluaskan - Buat prosedur percobaan, SOP. - Variasi: temperatur pengujian. 	
3.	Markatung, S.S., M.T.	<p>Tata Tulis</p> <ul style="list-style-type: none"> - Rujukan. - Tem. abstrak 	
4.	Muh. Yusuf Yunus, S.S.T., M.T.	<ul style="list-style-type: none"> - Uji ulang dgn kon & si yg sama. 	

Makassar, 22 September 2023
 Ketua Ujian Sidang,


 Muh. Yusuf Yunus, SST., M.T.
 NIP 198008202005011001

Catatan: Jika ada perubahan Judul Tugas Akhir konfirmasi secepatnya ke bagian Akademik.