



**PEMANFAATAN CAHAYA MATAHARI UNTUK
MEMBANGKITKAN ENERGI PADA POMPA
PENYIRAMAN TANAMAN PEKARANGAN
DENGAN PENAMBAHAN CERMIN REFLEKTOR**

Disusun dan diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Menempuh Ujian Akhir
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik Pada Fakultas Sains Dan Teknologi
Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH

NAMA : ADE EVAN
N.P.M : 1614210107
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI**

MEDAN

2021

**PEMANFAATAN CAHAYA MATAHARI UNTUK
MEMBANGKITKAN ENERGI PADA POMPA
PENYIRAMAN TANAMAN PEKARANGAN
DENGAN PENAMBAHAN CERMIN REFLEKTOR**

Disusun dan diajukan sebagai salah satu syarat untuk menempuh Ujian
Akhir Memperoleh Gelar Sarjana Teknik pada Fakultas Sains dan
Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi

SKRIPSI

OLEH

NAMA : ADE EVAN
N.P.M : 1614210107
PROGRAM STUDI : TEKNIK ELEKTRO
PEMINATAN : TEKNIK ENERGI LISTRIK

Diketahui dan Disetujui Oleh :

Dosen Pembimbing I



Hamdani, S.T., M.T.

Dosen Pembimbing II



Amani Darma Tarigan, S.T., M.T.

Diketahui dan Disahkan Oleh :

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi



Hamdani, S.T., M.T.

Ketua Program Studi



Siti Anisah, S.T., M.T.

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ADE EVAN
NPM : 1614210107
Prodi : Teknik Elektro
Konsentrasi : Arus Kuat
Judul Skripsi : Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor

Dengan ini menyatakan bahwa :

1. Tugas akhir/skripsi saya bukan hasil plagiat.
2. Saya tidak akan menuntut perbaikan nilai indeks kumulatif (IPK) setelah ujian Sidang Meja Hijau.
3. Skripsi saya dapat dipublikasikan oleh lembaga, dan saya tidak akan menuntut akibat publikasi tersebut.

Demikian pernyataan ini saya perbuat dengan sebenar-benarnya, terimakasih.

Medan, 11 November 2021



ADE EVAN
NPM : 1614210107

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar keserjanaan disuatu perguruan tinggi, dan sepanjang sepengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam skripsi ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Medan, 11 November 2021



ADE EVAN

NPM : 1614210107

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertnda tangan di bawah ini :

Nama : ADE EVAN
NPM : 1614210107
Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 11 Maret 1996
Alamat : Jl. Klambir V, Gg. Flamboyan, Tk. 1
No. HP : 081264717027
Nama Orang Tua : M ZULFAN SASMITHA/SUMLARTI
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
Judul Skripsi : Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Peningkatan Cermin Reflektor

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa data yang tertera di atas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikian surat pernyataan saya ini dibuat tanpa paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

Medan, 11 November 2021



ADE EVAN

NPM : 1614210107

PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH

Sebagai sivitas akademik Universitas Pembangunan Panca Budi, saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ade Evan
NPM : 1614210107
Program Studi : Teknik Elektro
Fakultas : Sains Dan Teknologi
Jenis Karya : Skripsi

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Pembangunan Panca Budi **Hak Bebas Royalti Noneksklusif (*Non exclusive Royalty-free Right*)** atas karya ilmiah saya yang berjudul: **“Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor”** Beserta prangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Pembangunan Panca Budi berhak menyimpan, mengalih-media/alih formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/ pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Medan, 11 November 2021




ADE EVAN

NPM : 1614210107



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA
PERPUSTAKAAN UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI
Jl. Jend. Gatot Subroto KM. 4,5 Medan Sunggal, Kota Medan Kode Pos 20122

SURAT BEBAS PUSTAKA
NOMOR: 3850/PERP/BP/2021

Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi menerangkan bahwa berdasarkan data pengguna perpustakaan saudara/i:

: ADE EVAN

: 1614210107

Semester : Akhir

S : SAINS & TEKNOLOGI

Prodi : Teknik Elektro

nya terhitung sejak tanggal 15 Maret 2021, dinyatakan tidak memiliki tanggungan dan atau pinjaman buku sekatigus terdaftar sebagai anggota Perpustakaan Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 15 Maret 2021
Diketahui oleh,
Kepala Perpustakaan

Sugiarjo, S.Sos., S.Pd.I

Dokumen : FM-PERPUS-06-01

: 01

Ektif : 04 Juni 2015



KARTU BEBAS PRAKTIKUM
Nomor. 30/BL/LTPE/2021

anda tangan dibawah ini Ka. Laboratorium Elektro dengan ini menerangkan bahwa :

Semester : ADE EVAN
as : 1614210107
n/Prodi : Akhir
: SAINS & TEKNOLOGI
: Teknik Elektro

an telah menyelesaikan urusan administrasi di Laboratorium Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi Medan.

Medan, 11 Juli 2021
Ka. Laboratorium

[Approve By System]
D T O
Hamdani, S.T., M.T.



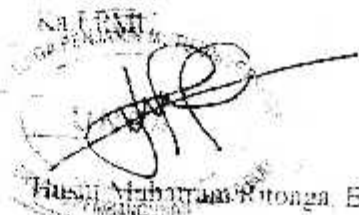
men : FM-LEKTO-06-01	Revisi : 01	Tgl. Efektif : 04 Juni 2015
----------------------	-------------	-----------------------------

SURAT KETERANGAN PLAGIAT CHECKER

Dengan ini saya Ka LPMU UNPAR menerangkan bahwa surat ini adalah bukti pengesahan dan LPMU sebagai pengesah proses plagiat checker Tugas Akhir Skripsi Tesis selama masa pandemi **Covid-19** sesuai dengan edaran rektor Nomor : 7594/ES/R/2020 Tentang Pemberitahuan Perpanjangan PBM Online.

Demikian disampaikan

NB. Segala penyalahgunaan pelanggaran atas surat ini akan di proses sesuai ketentuan yang berlaku UNPAR


Husni Muhyirran Rotonga, BA, MSc

No. Dokumen : PMU/MA-06-02

Revisi

00

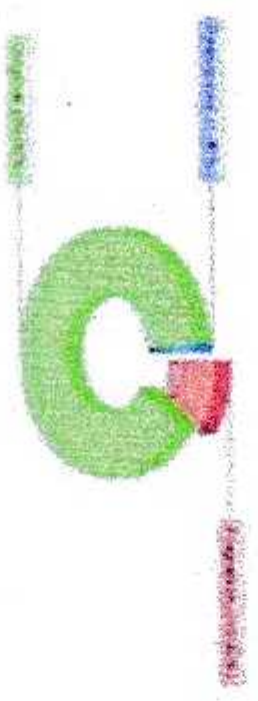
Tgl. Eff

23 Jan 2019

- [Download](#) • [Review](#) • [Share](#) • [Print](#)
- [Feedback](#) • [Internet Check](#)



Downloaded from [www.ijerph.in](#) on 12/11/2023



SURAT PERNYATAAN

Saya Yang Bertanda Tangan Dibawah Ini :

Nama : ADE EVAN
N. P. M : 1614210107
Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 11 MARET 1995
Alamat : Jl Klambir V Gg. Flamboyan, Lk i
No. HP : 081264717027
Nama Orang Tua : M ZULFAN S&SMITHA/SUMARTI
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
Judul : Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman

Bersama dengan surat ini menyatakan dengan sebenar - benarnya bahwa data yang tertera diatas adalah sudah benar sesuai dengan ijazah pada pendidikan terakhir yang saya jalani. Maka dengan ini saya tidak akan melakukan penuntutan kepada UNPAB. Apabila ada kesalahan data pada ijazah saya.

Demikianlah surat pernyataan ini saya buat dengan sebenar - benarnya, tanpa ada paksaan dari pihak manapun dan dibuat dalam keadaan sadar. Jika terjadi kesalahan, Maka saya bersedia bertanggung jawab atas kelalaian saya.

dan, 11 Juli 2021
ng Membuat Pernyataan
METERAI
TEMPER 115000
55A.XC 13300863

ADE EVAN
1614210107



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRIJIN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA
Website : www.pancabudl.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ADE EVAN
NPM : 1614210107
Program Studi : Teknik Elektro
Tingkat Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Hamdani, S.T., M.T
Judul Skripsi : Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor

Tanggal	Pembahasan Materi	Status Keterangan
22 Agustus 2020	acc seminar proposal	Disetujui
23 Februari 2021	acc aaminar hasil	Disetujui
27 Maret 2021	tolong dicek kembali perhitungan perhitungannya masih bersalahan, 60 menit/40 menit kok jadi 1,5 jam ?, dan lain lain	Revisi
12 April 2021	EVAN, Tolonglah betul-betul diperbaiki sesuai arahan saat seminar hasil, ini masih jauh dari yang kami harapkan, perhatikan baik-baik berbahasa Indonesia, dik : di : jwb : ? seperti mengortjakan soal di papan tulis saat pelajaran SMP.	Revisi
12 April 2021	gambar ilalasi, gambar kabel, dll untuk apalah ditampilkan di skripsi.	Revisi
06 Mei 2021	acc sidang	Disetujui
22 September 2021	baca kembali skripsi secara seksama, masih banyak tulisan yang dan templete yang tidak sesuai	Revisi
13 November 2021	acc jilid	Disetujui

Medan, 28 Januari 2022
Dosen Pembimbing,



Hamdani, S.T., M.T



YAYASAN PROF. DR. H. KADIRUN YAHYA

UNIVERSITAS PEMBANGUNAN PANCA BUDI

JL. Jend. Gatot Subroto KM 4,5 PO. BOX 1099 Telp. 061-30106057 Fax. (061) 4514808
MEDAN - INDONESIA

Website : www.pancabudi.ac.id - Email : admin@pancabudi.ac.id

LEMBAR BUKTI BIMBINGAN SKRIPSI

Nama Mahasiswa : ADE EVAN
NPM : 1614210107
Program Studi : Teknik Elektro
Jenjang Pendidikan : Strata Satu
Dosen Pembimbing : Amani Darma Tarigan, ST., MT
Judul Skripsi : Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor

Tanggal	Pembahasan Materi	Status Keterangan
25 Agustus 2020	acc seminar proposal	Disetujui
17 Oktober 2020	tabel pada penulisan skripsi jangan di screenshot, tulisan berbentuk times new roman, sumber penulisan diambil dari jurnal, disertasi, thesis, buku, ebook 5 tahun terakhir dari sekarang. setelah di ACC dan disuruh lanjut ke BAB selanjutnya oleh dosen pembimbing	Revisi
20 Oktober 2020	Jarak keterangan gambar dan sumber harus rapat dan rata tengah. tetap menggunakan tulisan times new roman. penulisan sesuaikan dengan panduan penulisan skripsi t.elektro unpad	Revisi
30 Oktober 2020	perhatikan spasi pada penulisan, ikuti contoh penulisan yang telah diberikan oleh dosen pembimbing masih banyak terdapat penulisan yang belum sesuai dan spasi yang kurang tepat	Revisi
04 November 2020	Keterangan gambar dan sumber jarak 1 spasi dari Rata tengah bawah gambar. Tabel tidak boleh melebihi margin kertas, 1.6 Metode Penelitian Bukan waktu dan tempat. pada poin 1.7 Bab 4 Seharusnya Hasil Dan analisa. BAB 5 PENUTUP. dan rapikan letak penulisan,	Revisi
06 November 2020	letak sumber gambar belum diperbaiki dari hasil komentar awal. poin 1.6 belum ada perhatikan dari hasil komentar awal.	Revisi
01 Desember 2020	rapikan penulisan pada bab 1, jarak keterangan gambar dan gambar 1 spasi, keterangan gambar dan sumber 1 spasi, jangan terlalu banyak enter, jangan kebanyakan jarak pada penulisan. contoh skripsi yg sudah siap sudah saya kirim namun tidak di ikuti juga?	Revisi
06 Desember 2020	Tabel 2 spasi dan lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi
14 Desember 2020	TOLONG SEBELUM DI UPLOAD AGAR DI PDF KAN TERBELAH DAHULU AGAR TIDAK BERSERAK!!!!!!!	Revisi
21 Desember 2020	rapikan tulisan dengan rata kiri dan kanan, tidak dibenarkan ada aletia baru pada anak sub judul. dan piksa kembali jenis tulisan, masih banyak tidak menggunakan times new roman dan silahkan lanjutkan ke bab berikut	Revisi
15 Januari 2021	Penulisan BAB jangan menggunakan angka romawi, contoh yang benar BAB 1, BAB 2 BAB 3 BAB 4 BAB 5. silahkan lanjutkan ke bab berikutnya	Revisi
15 Februari 2021	Lanjutkan Ke BAB Berikutnya, dan jadikan 1 file dari cover hingga daftar pustaka untuk di upload	Revisi
17 Februari 2021	file yang dikirim kosong, silahkan upload ulang	Revisi
17 Februari 2021	ACC Seminar Hasil	Disetujui
27 Maret 2021	Judul Skripsi berbentuk Piramid (Mengerucut Kebawah), ukuran tulisan 14, spasi 1.15. judul di abstrak sesuaikan spasinya dengan judul di cover. penulisan nama dosen diatas abstrak tidak menggunakan gelar dan 1 space. abstrak baha ingris di buat 1 spasi, rata kiri kanan dan perhatikan penulisan jarak space nya. BACA PANDUAN dan perhatikan tata letak dan jarak space pada penulisan daftar isi. jelaskan cara kerja dari blok diagram yang kamu buat. masih banyak penulisan pada penomoran yang tidak rata ruler pada bab 3. beri penjelasan pada sistem kerja flowchart yang kamu buat. perhatikan aletia baru pada penulisan bab 4. berikan penjelasan dan analisa nya terhadap cuaca dari bmkg dengan alat yang kamu buat. hasil pengukuran cahaya belum ada!!!!!!!	Revisi
29 Maret 2021	perbaiki isi abstrak, isi abstrak bukan diambil dari pendahuluan, melainkan kesimpulan dan hasil keseluruhan skripsi. gunakan aletia baru pada awal penulisan abstrak. tulisan Universitas Pembangunan Panca Budi pada Abstrak yang berbahasa ingris di perbaiki!! JAHAT PANDUAN!!!. LEBAS TERLEBIH DAHULU PANDUAN PENULISAN!	Revisi
29 Maret 2021	Judul pada abstrak HURUF KAPITAL, penulisan BAB pada daftar isi nyambung jangan terpisah, perbaiki penulisan daftar gambar dan daftar tabel. TOLONG DI BACA DAN DIPAHAMI PANDUAN PENULISAN SKRIPSI! TEKNIK ELEKTRO UNPAD	Revisi
30 Maret 2021	Judul pada abstrak gunakan times new roman dan perhatikan jarak space nya. jarak space pada kata pengantar di baca dari buku panduan penulisan. jarak space daftar isi dan tata cara penulisan daftar isi di perhatikan dari BUKU PANDUAN SKRIPSI YANG TELAH SAYA SHARE. penulisan daftar tabel dan gambar di bolt pangkal nya. Ruler penulisan tidak rata antara sub judul, anak judul dan aletia baru penulisan. dan perbaiki jarak space penulisan daftar pustaka	Revisi

05 April 2021	TULISAN JUDUL ABSTRAK GUNAKAN TIMES NEW ROMANT. COBA KAMU PERHATIKAN BAIK BAIK!! PADA DAFTAR ISI dan daftar gambar ADA TULISAN "Error! Bookmark not defined.". utamakan membaca komentar dosen untuk kelanjutan revisi.	Revisi
14 April 2021	Coba anda perhatikan bentuk tulisan judul pada "ABSTRACT" setelah anda pematikan baik baik silahkan di perbaiki sesuai dengan bentuk tulisan lainnya. Buku Buku Panduan penulisan skripsi, atau bandingkan dengan tulisan teman nya yang sudah jilid dan baca KATA PENGANTAR terimakasih kepada dosen, ada berapa dosen pembimbing akademik kamu???????	Revisi
06 Mei 2021	TULISAN PADA JUDUL ABSTRACT BAHASA ASING DI PERBAIKI!!!!!!!!!!!! pada abstract baha asing penulisan "Univesity Of Pombangunan Panca Bud" bukan Panca Bud Deveinment University !!! baca buku panduan!!!! flowchart sistom kerja lat tidak ada, tambahkan, daftar pustaka jangan di bold	Revisi
24 Mei 2021	acc sidang meja hijau	Disetujui
19 September 2021	masih banyak tulisan yg lari dari jalur, rapikan dan tambahkan saran dan masukan dari dosen penguji sewaktu sidang meja hijau	Revisi
16 Oktober 2021	coba perhatikan bentuk tulisan JUDUL pada cover dan Lembar pengesahan, mungkin sudah menggunakan times new roman namun tidak normal. penulisan daftar isi 1.15 spasi, dan setiap memasuki BAB di beri jarak Enter 1 kali. perbaiki penulisan di BAB 3 seharusnya "METODOLOGI PENELITIAN" bukan METODFI OGI.	Revisi
17 Oktober 2021	Acc jilid	Disetujui

Medan, 28 Januari 2022
Dosen Pembimbing,



Amari Darma Tarigan, ST., MT

Hat : Permohonan Meja Hijau

Medan, 11 Juli 2021
Kepada Yth : Bapak/Ibu Dekan
Fakultas SAINS & TEKNOLOGI
UNPAR Medan
Di -
Tempat

Dengan hormat, saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : ADE EVAN
Tempat/Tgl. Lahir : MEDAN / 11 MARET 1996
Nama Orang Tua : M. ZULFAN SASMITHA
N. P. M : 1614210107
Fakultas : SAINS & TEKNOLOGI
Program Studi : Teknik Elektro
No. HP : 081264717027
Alamat : Jl. Klampir V Gg. Flamboyan, Lk 1

Datang bermohon kepada Bapak/Ibu untuk dapat diterima mengikuti Ujian Meja Hijau dengan judul **Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman**, Selanjutnya saya menyatakan :

1. Melampirkan KKM yang telah disahkan oleh Ka. Prodi dan Dekan
2. Tidak akan menuntut ujian perbaikan nilai mata kuliah untuk perbaikan indeks prestasi (IP), dan mohon diterbitkan ijazahnya setelah lulus ujian meja hijau.
3. Telah tercap keterangan bebas pustaka
4. Terlampir surat keterangan bebas laboratorium
5. Terlampir pas photo untuk ijazah ukuran 4x6 = 5 lembar dan 3x4 = 5 lembar Hitam Putih
6. Terlampir foto copy STTB SLTA dilegalisir 1 (satu) lembar dan bagi mahasiswa yang lanjutan D3 ke S1 lampirkan ijazah dan transkripnya sebanyak 1 lembar.
7. Terlampir pelunasan kwintasi pembayaran uang kuliah berjalan dan wisuda sebanyak 1 lembar
8. Skripsi sudah dijilid lux 2 exemplar (1 untuk perpustakaan, 1 untuk mahasiswa) dan jilid kertas jeruk 5 exemplar untuk penguji (bentuk dan warna penjilidan diserahkan berdasarkan ketentuan fakultas yang bersangkutan) dan lembar persetujuan sudah di tandatangi dosen pembimbing, prodi dan dekan
9. Soft Copy Skripsi disimpan di CD sebanyak 2 disc (Sesuai dengan Judul Skripsinya)
10. Terlampir surat keterangan BKKOL (pada saat pengambilan ijazah)
11. Setelah menyelesaikan persyaratan pulit-pulit diatas berkas di masukan kedalam MAP
12. Bersedia melunaskan biaya-biaya yang dibebankan untuk memproses pelaksanaan ujian dimaksud, dengan rincian sbb :

1. [102] Ujian Meja Hijau	: Rp.	1,000,000
2. [170] Administrasi Wisuda	: Rp.	1,750,000
Total Biaya	: Rp.	2,750,000

Ukuran Toga :

XL

Diketahui/Disetujui oleh :

Hormat saya



Handani, ST., MT.
Dekan Fakultas SAINS & TEKNOLOGI



ADE EVAN
1614210107

Catatan :

- 1. Surat permohonan ini sah dan berlaku bila :
 - a. Telah dicap Bukti Pelunasan dari UPT Perpustakaan UNPAR Medan.
 - b. Melampirkan Bukti Pembayaran Uang Kuliah aktif semester berjalan
- 2. Dibuat Rangkap 3 (tiga), untuk : Fakultas - untuk BPAA (asli) - Mhs.ybs.



FAKULTAS SAINS & TEKNOLOGI

Jl. Jend. Gatot Subroto Km 4,5 Medan Fax. 061-8458077 PO.BOX : 1099 MEDAN

PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI ARSITEKTUR	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI SISTEM KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNIK KOMPUTER	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI AGROTEKNOLOGI	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI PETERNAKAN	(TERAKREDITASI)
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI INFORMASI	(TERAKREDITASI)

PERMOHONAN JUDUL TESIS / SKRIPSI / TUGAS AKHIR*

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama Lengkap : ADE EVAN
 Tempat/Tgl. Lahir : Medan / 11 Maret 1996
 Nomor Pokok Mahasiswa : 1614210107
 Program Studi : Teknik Elektro
 Konsentrasi : Teknik Energi Listrik
 Jumlah Kredit yang telah dicapai : 143 SKS, IPK 3.25
 Nomor Hp : 081764717027
 Dengan ini mengajukan judul sesuai bidang ilmu sebagai berikut :

No.	Judul
1.	Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk Membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor

Catatan : Diisi Oleh Dosen Jika Ada Perubahan Judul

Informasi Yang Tidak Perlu

Rektor I,

 (Hamdani, S.E., M.M.)

Medan, 06 Desember 2021
 Pemohon,

 (Ade Evan)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dekan

 (Hamdani, S.T., M.T.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing I :

 (Hamdani, S.T., M.T.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Ka. Prodi Teknik Elektro

 (Siti Anisah, S.T., M.T.)

Tanggal :
 Disetujui oleh :
 Dosen Pembimbing II :

 (Anand Darma Tarigan, S.T., M.T.)

PEMANFAATAN CAHAYA MATAHARI UNTUK MEMBANGKITKAN ENERGI PADA POMPA PENYIRAMAN TANAMAN PEKARANGAN DENGAN PENAMBAHAN CERMIN REFLEKTOR

Ade Evan*

Hamdani**

Amani Darma Tarigan**

Universitas Pembangunan Panca Budi

ABSTRAK

Pemasangan cermin pada panel surya dengan sudut 90 untuk penyiraman pekarangan sebagai optimalisasi pemanfaatan energi matahari. Penggunaan cermin pada panel untuk pengisian baterai 7,5 Ah lebih cepat 2 jam dibandingkan pengisian tanpa cermin. Hasil penggunaan cermin pada panel surya mempengaruhi kenaikan tegangan setiap jamnya sebesar 0.7 %. Daya digunakan untuk mengoperasikan pompa DC sebagai penyiraman tanaman, dengan kebutuhan 1 hari daya 24 watt. Kelebihan daya dibaterai dapat digunakan selama 3 hari penyiraman tanpa adanya pengisian. Cermin pada panel mengakibatkan kenaikan temperatur dipermukaan panel sebesar 1.0%, tetapi tidak berpengaruh signifikan pada kenaikan tegangan panel. faktor lain yang dominan mempengaruhi output panel yaitu perbedaan cuaca berdasarkan BMKG sebesar 94.1%.

Kata kunci: Optimalisasi Panel Surya, Cermin Reflektor

* Mahasiswa Program Studi Teknik Elektro: adeevan81@yahoo.com

** Dosen Program Studi Tehnik Elektro

**UTILIZATION OF SUNLIGHT TO GENERATE ENERGY IN
THE PUMP WATERING YARD PLANTS WITH THE
ADDITION OF A REFLECTOR MIRROR**

Ade Evan*

Hamdani**

Amani Darma Tarigan**

University Of Pembangunan Panca Budi

ABSTRACT

Installation of mirrors on solar panels at an angle of 90 for watering the yard to optimize the use of solar energy. Using the mirror on the panel to charge the 7.5 Ah battery 2 hours faster than the mirrorless charging. The result of using a mirror on a solar panel affects the voltage increase every hour by 0.7%. Power is used to operate the DC pump for watering plants, with a 24 watt power requirement of 1 day. The excess power on the battery can be used for 3 days of watering without charging. The mirror on the panel, there is an increase in the surface temperature of the panel by 1.0%, but it does not have a significant effect on the increase in panel tension. Another factor that dominantly affects the output panel, which is based on the weather based on the BMKG of 94.1%.

Keywords: *Optimization of Solar Panels, Reflector Mirror*

* *Electrical engineering study program students : Adeevan81@yahoo.com*

** *Lecturer in Electrical Engineering Study Program*

KATA PENGANTAR

Allhamdullilah, berkat hidayah dan ridho-Nya ALLAH SWT serta junjungan kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, skripsi ini merupakan tugas akhir penulis dalam menyelesaikan pendidikan strata satu di Universitas Pembangunan Panca Budi program studi teknik elektro fakultas sains & teknologi. Adapun judul dari skripsi ini adalah **”Pemanfaatan Cahaya Matahari untuk membangkitkan Energi pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan dengan Penambahan Cermin Reflektor.”** Penulis menyadari dalam penulisan skripsi ini banyak pihak yang membantu dalam proses penulisan, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan banyak terima kasih yang setinggi tingginya dan tak terhingga kepada yang terhormat :

1. Bapak Dr.H.M Isa Indrawan, S.E,M,M, selaku Rektor Universitas Pembangunan Panca Budi.
2. Bapak Hamdani,ST,.MT. selaku Dekan fakultas Sains & Teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.
3. Ibu Siti Anisah,ST,.MT. selaku kaprodi Tehnik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
4. Bapak Hamdani,ST,.MT. selaku Dosen Pembimbing 1 yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Bapak Amani Darma Tarigan,ST,.MT. selaku dosen pembimbing 2 yang telah membimbing penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
6. Bapak dan ibu Dosen Program Studi Tehnik Elektro Universitas Pembangunan Panca Budi.
7. Seluruh staf Universitas Pembangunan Panca Budi.
8. Terimakasih kepada ayahanda dan ibunda yang saya sayangi dengan perjuangan serta dalam kesabaran mereka mendidik dan membesarkan saya dengan penuh kasih sayang.
9. Terima kasih kepada istri saya Ika Wahyuni dan anak saya Halil Mahendra Evan yang saya cintai yang sudah memberikan waktu, tenaga, pikiran serta dukungan kepada saya.
10. Terimakasih kepada abang dan kakak yang selalu memberikan semangat kepada saya dalam pendidikan.
11. Terimakasih kepada para sahabat saya Yoga giantara, Angga sudrajat, Fajar sidiq, Khudaifi desky, Irfan lubis, Iqbal syahroni, Wahyu suryo, Feri kurniawan, M ilham, Abrian siregar, Yahyar koto, M yusuf, M ayub Fahri fauzan, Leo, Abangda Renol, Abangda walden yang telah menjadi teman seperjuangan dari masa perkuliahan awal sampai saat ini yang menyemangati saya untuk selalu belajar dan juga telah memberikan

perhatian kepada saya sehingga penulis sangat memiliki kesan yang mendalam terhadap hubungan persahabatan selama perkuliahan.

12. Terimakasih kepada rekan – rekan kerja saya yang telah memberikan waktu, perhatian dan juga disiplin kepada penulis dalam mendukung pendidikan penulis.
13. Terima kasih kepada semua pihak yang juga terlibat dalam membantu perancangan alat dan penulisan skripsi yang telah banyak memberikan bantuan baik moril dan materi.

Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya, semoga apa yang telah diberikan menjadi bernilai ibadah dan mendapatkan balasan kebaikan oleh Allah SWT. Semoga skripsi dapat menjadi manfaat bagi pembaca dan bagi penulis sendiri.

Medan, 26 Maret 2021

Ade Evan
1614210107

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	vi
DAFTAR TABEL	v
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Batasan Masalah.....	4
1.4 Tujuan Penelitian.....	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
1.6 Metode Penelitian.....	6
1.7 Sistematika Penulisan.....	7
BAB 2 LANDASAN TEORI.....	10
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	10
2.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	13
2.3 Photovoltaic (PV).....	35
BAB 3 METODELOGI PENELITIAN.....	37
3.1 Metode Penelitian.....	37
3.2 Block Diagram	42
3.4 Flowchart Penelitian	54
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	57
4.1 Perbandingan Pengisian Panel Surya dengan Cermin dan Tanpa Cermin	57
4.2 Pengujian Ketahanan Baterai dengan Beban Pompa DC	62
4.3 Penelitian Tegangan Output Panel Surya secara Individual	63
4.4 Perbandingan Suhu/Temperatur pada Panel Surya Menggunakan Cermin	

BAB 5 PENUTUP	74
5.1 Kesimpulan.....	74
5.2 Saran.....	74
DAFTAR PUSTAKA.....	76

DAFTAR TABEL

Tabel 1.1 Potensi EBT di Indonesia	3
Tabel 2.1 Spesifikasi Sollar Charger Controller yang Dipakai	34
Tabel 4.1 Tabel Hasil Pengujian Pengisian Baterai tanpa Cermin Reflektor	59
Tabel 4.2 Tabel Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Cermin Reflektor ...	61
Tabel 4.3 ketahanan Baterai terhadap Beban	63
Tabel 4.4 Tabel Hasil Pengujian Tegangan Output Panel Surya tanpa Cermin Reflektor	65
Tabel 4.5 Tabel Hasil Pengujian Tegangan Output Panel Surya dengan Cermin Reflektor	67
Tabel 4.6 Pengaruh Cuaca terhadap Panel Surya	68
Tabel 4.7 Pengukuran Suhu/Temperatur Panel Surya tanpa Cermin Reflektor	72
Tabel 4.8 Pengukuran Suhu/Temperatur Panel surya dengan Cermin Reflektor .	72

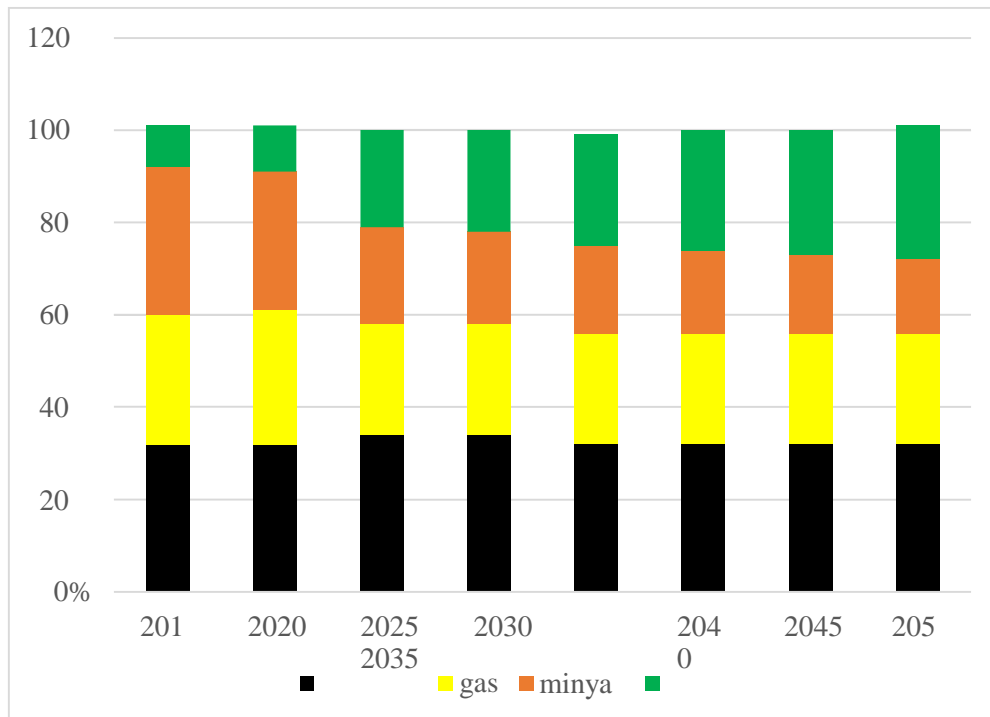
Gambar 2.1 Sistem PLTS <i>Off-Grid</i>	11
Gambar 2.2 Sistem PLTS <i>On-Grid</i>	12
Gambar 2.3 Sistem PLTS <i>Hybrid</i>	13
Gambar 2.4 Lampu <i>Amorphous Silicone</i>	17
Gambar 2.5 Prinsip Kerja Panel Surya	19
Gambar 2.6 Kurva Daya Listrik Terhadap Intensitas Cahaya.....	20
Gambar 2.7 Kurva Karakteristik V-I pada Sel Surya	22
Gambar 2.8 Reaksi Lapisan Baterai <i>Lithium</i> dan Permukaan Baterai SEI.....	28
Gambar 3.1 Blok Diagram.....	42
Gambar 3.2 Panel Surya polycrystalline.....	44
Gambar 3.3 Sollar Charger Controller.....	47
Gambar 3.4 Baterai.....	48
Gambar 3.5 Pompa Air Dc.....	49
Gambar 3.7 Multitester	50
Gambar 3.8 Thermogun.....	50
Gambar 3. 9 Rangka Panel Surya.....	51
Gambar 3.17 Cermin Reflektor.....	53
Gambar 3.18 Flowchart Penelitian.....	54
Gambar 4.1 Monitor Sistem Panel Surya pada Modul SCC	58
Gambar 4.2 Prakiraan Cuaca 04/02/2021 BMKG Kota Binjai	59
Gambar 4.3 Prakiraan Cuaca 05/02/2021 BMKG Kota Binjai	61
Gambar 4.4 Pengukuran Tegangan Output Panel Surya	64
Gambar 4.5 Prakiraan Cuaca 09/02/2021 BMKG Kota Binjai	65
Gambar 4.6 Prakiraan Cuaca 12/02/2021 BMKG Kota Binjai	66
Gambar 4.7 Output Panel Surya dengan Cermin Reflektor pada Jam 12.00	68
Gambar 4.8 Temperatur Panel Surya dengan Penambahan Cermin Reflektor pada Jam 12.00	73

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Saat ini listrik menjadi kebutuhan dalam mendukung kegiatan setiap aspek kehidupan manusia. Berkembangnya perangkat - perangkat teknologi mengalami pembaharuan yang semakin memudahkan kegiatan - kegiatan manusia, mulai dari kegiatan rumah tangga, industri, ekonomi, juga pertanian, dll. Maka tidak lepas ketika berbicara mengenai listrik juga berbicara mengenai sumber energi yang di dapatkannya. Belakangan sumber energi yang dapat dikonversikan menjadi energi listrik masih menggantungkan pada sumber daya alam yang terbatas, seperti sumber energi batubara, gas, dan minyak bumi yang memiliki jumlah terbatas di alam ini, karena belum ditemukannya pembaruan atas energi tersebut. Proses sumber energi batu bara sendiri yang terbentuk dari proses alami yang dimana di dapat dari fosil – fosil nabati penggabungan yang mengalami pemadatan dalam jangka waktu yang lama tergantung dari aktivitas bio kimia, tekanan, serta suhu lingkungan. Energi kelistrikan di indonesia sebagian besar berasal dari pembangkit - pembangkit di PLN (Perusahaan Listrik Negara). Pembangkit tersebut sebagian besar menggunakan sumber energi dari batu bara, minyak dan gas alam. Pemerintah juga mulai mengembangkan energi alternatif yang dari tahun ke tahun menambah prosentase peningkatan dari bauran energi konvensional dan energi baru terbarukan.



Gambar 1.1 Grafik Pertumbuhan Sumber Energi di Indonesia
 Sumber : “*Outlook Energi Indonesia 2019, 2019*”

Berkurangnya produksi energi fosil terutama minyak bumi serta adanya komitmen global dalam pengurangan emisi gas rumah kaca, mendorong pemerintah untuk meningkatkan peran energi baru dan terbarukan secara terus menerus sebagai bagian dalam menjaga ketahanan dan kemandirian energi. Sesuai PP No. 79 tahun 2014 tentang kebijakan energi nasional, target bauran energi baru dan terbarukan pada tahun 2025 paling sedikit 23 % dan 31 % pada tahun 2035 (*outlook energi indonesia 2019, 2019*). Indonesia memiliki potensi energi baru terbarukan yang sangat besar untuk mencapai target bauran energi primer tersebut. Energi surya memiliki potensi energy baru terbarukan yang cukup besar berkisar 207,8 GWp (*Giga Watt peak*). Tahun 2016 pemerintah Indonesia sendiri juga mengumumkan proyek pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) dengan kapasitas total 250 MW

(Megawatt). Pemerintah menetapkan harga listrik surya dikisaran US\$ 14.5 sen per kWh (*Kilo watt Hour*) hingga mencapai lebih dari US\$ 20 sen per kWh, Juga dalam Peraturan rmentri ESDM No 49 tahun 2018 menetapkan tentang penggunaan sistem pembangkitan listrik tenaga surya atap oleh konsumen PT PLN, maka dari dikeluarkannya peraturan ini maka konsumen listrik sebagai pemakai tenaga listrik dapat membangun dan memasang sistem PLTS atap sendiri yang terdapat dalam pasal 7 undang – undang tersebut. Potensi energi terbarukan di Indonesia dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 1. 1 Potensi EBT di Indonesia

Jenis Energi	Potensi
Tenaga air	94,3 GW
Panas bumi	28,5 GW
Bio energi	PLT Bio : 32,6 GW dan BBN : 200 Ribu Bph
Surya	207,8 GWp
Angin	60,6 GW
Energi laut	17,9 GW

Sumber : "Outlook energi Indonesia 2019, 2019"

Maka dengan adanya aturan diatas diharapkan konsumen dapat mengembangkan sendiri teknologi energi surya, yang selanjutnya dalam hal ini penulis melakukan perancangan sistem listrik tenaga surya dengan mengimplementasikan sistem pompa penyiraman pada tanaman pekarangan dengan sedikit pengembangan dalam mengoptimalkan faktor sumber daya. Sebagai bahan penelitian juga ikut mendorong pemanfaatan energi baru terbarukan terutama energi surya yang

berlimpah dan juga dipercaya ramah terhadap lingkungan yang dimanfaatkan dalam skala kecil rumah tangga.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah dari implementasi panel surya pada penyiraman tanaman pertanian ini yaitu:

1. Pengaruh suhu matahari terhadap perubahan daya output pada panel surya?
2. Pengaruh daya output panel surya dengan menambahkan cermin reflektor pada panel?
3. Ketahanan baterai dengan kapasitas 7,5 Ah/12 V terhadap beban dengan menggunakan cermin reflektor dan tanpa cermin reflektor?

1.3 Batasan Masalah

kiranya perlu di berikan batasan masalah, agar fokus masalah yang sedang di bahas jelas serta tidak menyimpang dari topik, maka pada penulisan skripsi ini penulis menekankan bahwa permasalahan yang akan dibahas adalah :

1. Panel yang digunakan hanya kapasitas 50 WP
2. Hanya membahas pengaruh daya keluaran panel surya terhadap penambahan penggunaan cermin reflektor.
3. Hanya membahas ketahanan baterai dengan kapasitas 7,5 Ah/12 V terhadap beban dengan menggunakan cermin reflektor dan tanpa cermin reflektor

4. Tidak tersedianya alat ukur untuk mengetahui tingkat pencahayaan matahari.

1.4 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan penulisan skripsi ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui pengaruh suhu matahari terhadap perubahan daya output pada panel surya.
2. Mengetahui Daya output panel surya dengan menambahkan cermin reflektor.
3. Mengetahui ketahanan baterai berkapasitas 7,5 Ah/12 V terhadap beban dengan menggunakan cermin reflektor dan tanpa cermin reflektor.

1.5 Manfaat Penelitian

Adapun mamfat dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Bagi mahasiswa
 - a. Mengetahui prinsip kerja suatu sistem panel surya
 - b. Dapat merancang suatu sistem panel surya dalam skala kecil
 - c. Menerapkan teori yang telah diajarkan di dalam kelas dengan praktek di lapangan.
 - d. Dapat memanfaatkan ilmu yang telah dipelajari di kampus untuk selanjutnya dapat dikembangkan di kehidupan
 - e. Sebagai syarat untuk meyelesaikan pendidikan gelar S1 tehnik elektro

pada fakultas sains and teknologi Universitas Pembangunan Panca Budi.

- f. sebagai bentuk kedisiplinan mahasiswa dalam melakukan kegiatan ilmiah dan akademik.

2. Bagi universitas

- a. Sebagai bahan perbandingan dan referensi keilmuan bagi perkembangan dan kemajuan kegiatan akademisi di universitas.
- b. Sebagai upaya dalam mengembangkan IPTEK (ilmu pengetahuan dan teknologi) yang bermanfaat bagi kemaslahatan umat, yang menjadi visi dari Universitas Pembangunan Panca Budi.

1.6 Metode Penelitian

Metode penelitian yang dilakukan melalui beberapa tahapan yaitu :

1. Studi Literatur

Studi literatur digunakan dalam mencari informasi yang mendukung untuk penelitian ini, mengenai teori – teori dasar, berbagai sumber jurnal dan buku juga diskusi bersama rekan – rekan mahasiswa dan juga penjelasan dari para dosen pembimbing.

2. Perancangan Sistem

Perancangan sistem adalah implementasi sistem yang akan dibangun dengan melalui studi literatur yang telah diolah sebelumnya.

3. Pengujian Sistem

Setelah sistem telah selesai dirancang maka dilakukan pengujian sistem, untuk mengetahui apakah sistem tersebut berjalan atau tidak.

4. Metode Analisis

Dalam metode ini dilakukan pengamatan terhadap sistem dan alat – alat yang ada untuk memperoleh data yang dapat dianalisa selanjutnya dapat ditarik suatu kesimpulan serta saran dari penelitian yang dilakukan.

1.7 Sistematika Penulisan

Dalam penulisan skripsi ini akan disusun secara sistematis terdiri dari bagian-bagian yang saling berkaitan sehingga di harapkan akan memudahkan untuk di pahami dan dapat di ambil suatu manfaat serta kesimpulan. Adapun sistematika penulisan adalah sebagai berikut :

BAB 1 PENDAHULUAN

Pada BAB 1 berisi tentang latar belakang pembuatan skripsi, rumusan masalah, batasan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, metode penilitan, dan sistematika penulisan.

BAB 2 LANDASAN TEORI

bab 2 ini berisi mengenai landasan teori dari beberapa peralatan yang akan digunakan pada proses penelitian pada judul “Pemanfaatan Cahaya Matahari Untuk Membangkitkan Energi Pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan Dengan Penambahan Cermin Reflektor”.

BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN

Bab 3 berisi tentang metode penelitian di dalam proses perancangan alat sampai hasil dari penelitian. metode penelitian ialah cara ilmiah untuk dapat mengumpulkan data dengan kegunaan tertentu untuk mencapai suatu tujuan tersebut sehingga di butuhkan suatu metode yang relevan dengan tujuan yang hendak di capai, metode yang di pakai penulis dalam penelitian ini adalah metode observasi di lapangan, studi literatur, serta pendataan secara eksperimental dengan pengukuran langsung temperatur, kuat arus dan tegangan. tujuan dari penelitian yang dilakukan ini adalah untuk dapat mengetahui beberapa faktor yang mempengaruhi sistem sel surya yang akan digunakan.

BAB 4 HASIL DAN ANALISA

Pada Bab 4 berisi tentang pembahasan hasil dari penelitian pada “Pemanfaatan Cahaya Matahari Untuk Membangkitkan Energi Pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan Dengan Penambahan Cermin Reflektor” mulai dari awal hingga akhir penelitian.

BAB 5 PENUTUP

Bab 5 ialah merupakan penutup dari skripsi yang berjudul “Pemanfaatan Cahaya Matahari Untuk Membangkitkan Energi Pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan Dengan Penambahan Cermin Reflektor.”

DAFTAR PUSTAKA

Daftar pustaka berisi sumber informasi, referensi, kutipan buku dan jurnal sebagai bahan untuk pengolahan data yang di perlukan dalam proses penelitian yang di lakukan.

BAB 2

LANDASAN TEORI

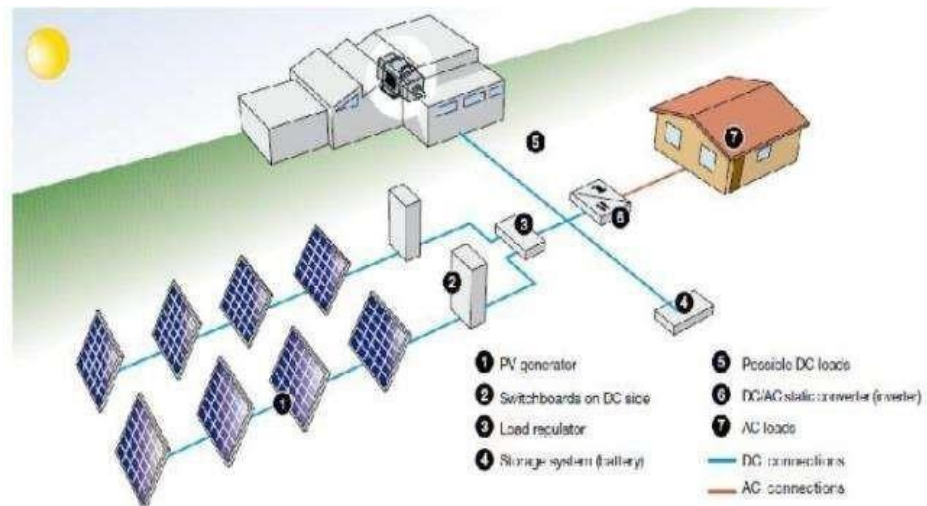
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) ialah suatu pembangkit listrik yang memanfaatkan cahaya matahari yang dikonversi menjadi energi listrik melalui sel surya (fotovoltaik) sebagai konversi dari radiasi sinar foton matahari menjadi muatan – muatan listrik. PLTS dasarnya adalah pencatu daya yang dapat dirancang untuk mencatu kebutuhan listrik yang kecil sampai besar, baik secara mandiri, maupun hibrid baik melalui penggunaan tunggal pada satu rumah maupun tersentralisasi menggunakan kabel jaringan. Berdasarkan konfigurasi dan pengaplikasiannya secara umum PLTS dibagi menjadi dua bagian yaitu sistem PLTS tidak terhubung (*off-grid PV plant*) dan sistem PLTS terhubung dengan jaringan (*grid-connected PV plant*) atau lebih disebut sebagai PLTS *On-grid*, dan ada juga sistem PLTS *Hybrid*.

1. PLTS Off-Grid

PLTS *Off-Grid* adalah sistem PLTS yang tidak terhubung dengan jaringan. Sistem ini berdiri sendiri, sering disebut *stand-alone system*. Biasanya sistem dipasang pada pola pemasangan yang tersebar dan terhadap kapasitas pembangkit yang kecil. Sistem ini didukung oleh sistem penyimpanan daya menggunakan baterai sebagai media. Baterai diharapkan mampu menopang kebutuhan kontinuitas dari suplai sistem

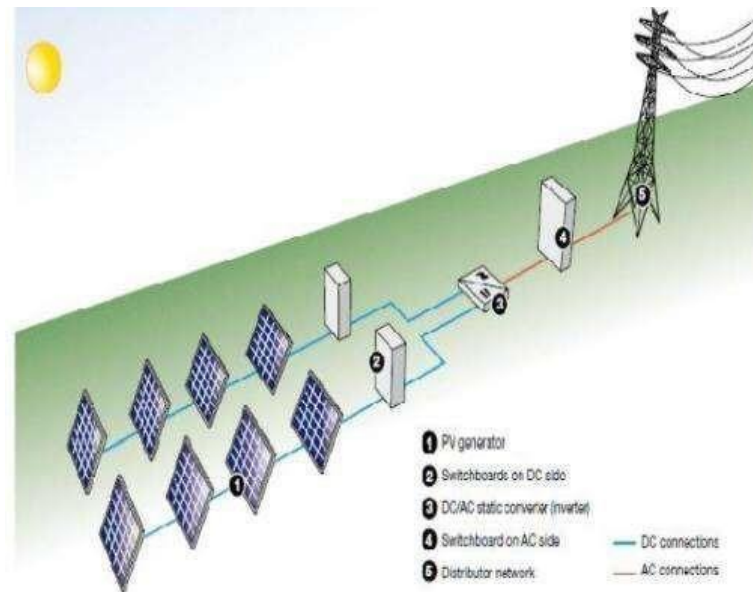
ke beban dan juga saat kondisi cahaya matahari dan cuaca tidak mendukung sehingga memiliki cadangan daya sebagai keberlangsungan operasi.



Gambar 2.1 Sistem PLTS *Off-Grid*
 Sumber : Ir. Ida K Sugirianta Dkk, 2019

2. PLTS On- Grid (*Grid-Connected PV Plant*)

PLTS *On-Grid* atau *Grid-Connected PV Plant* ialah merupakan sistem yang terhubung dengan jaringan. Berdasarkan pola operasi sistem PLTS ini dibagi menjadi dua bagian yakni melalui sistem penyimpanan menggunakan baterai (*Storage*) dan tanpa baterai sebagai sistem penyimpanan. Baterai pada PLTS *On-Grid* berguna sebagai suplai energi listrik apabila jaringan mengalami suatu kegagalan untuk jangka waktu tertentu dan sebagai penambah suplai listrik ke jaringan negara (PLN) apabila adanya kelebihan daya listrik yang diproduksi PLTS.



Gambar 2.2 Sistem PLTS *On-Grid*
 Sumber : Ir. Ida K Sugirianta Dkk, 2019

3. PLTS Hybrid

PLTS *Hybrid* merupakan sistem PLTS yang dalam pengoperasiannya menggabungkan dari sistem pembangkit listrik berjenis lain yang menggunakan sumber energi berbeda tetapi terkoneksi dalam kesatuan jaringan. Dalam upaya menyediakan kehandalan sistem energi listrik yang baik dan kontinu serta manajemen yang handal dan juga bertujuan mengusahakan energi listrik yang lebih ekonomis. Contoh PLTS *Hybrid* yaitu, PLTS-PLTMH (*microhydro*), PLTS-PLTA (angin), PLTS-PLTG (gas), dan lain - lain.



Gambar 2.3 Sistem PLTS Hybrid
 Sumber : Ir. Ida K Sugirianta Dkk, 2019

2.2 Komponen Pembangkit Listrik Tenaga Surya

1. Panel Surya

Sistem fotovoltaik atau pembangkit listrik tenaga surya (PLTS) mengubah energi elektromagnetik dari sinar matahari menjadi energi listrik. Pembangkit listrik berbasis energi terbarukan ini merupakan salah satu solusi yang direkomendasikan untuk listrik di daerah pedesaan terpencil di mana sinar mataharinya melimpah dan bahan bakar sulit didapat dan relatif mahal. Alasan utama menggunakan teknologi fotovoltaik ini adalah sebagai ialah Sumber energi yang melimpah dan tanpa biaya , Sumber energi tersedia di tempat dan tidak perlu diangkut, Biaya pengoperasian dan pemeliharaan sistem PLTS yang relatif kecil , Tidak perlu

pemeliharaan yang sering dan dapat dilakukan oleh operator setempat yang terlatih serta Ramah lingkungan, tidak ada emisi gas dan limbah cair atau padat yang berbahaya (Instalasi plts do's & don't Kementrian ESDM, 2018). Dibandingkan dengan teknologi energi terbarukan yang lainnya, seperti pembangkit listrik tenaga air (hidro), sistem PLTS termasuk relatif baru di Indonesia. Pemerintah pertama kali mengimplementasikan sistem PLTS tersebar untuk listrik pedesaan pada tahun 1987. Seiring berjalannya waktu, penerapan sistem PLTS di Indonesia telah berkembang dari sistem tersebar ke sistem komunal atau terpusat. Terlepas dari kenyataan bahwa Indonesia telah menjajaki teknologi PLTS sejak tahun 1970-an, keahlian tentang sistem fotovoltaik masih dalam tahap awal. Hal ini disebabkan oleh kurangnya ketersediaan tenaga ahli, teknisi terampil, dan perusahaan rekayasa yang kompeten untuk merancang, membangun, dan memelihara sistem. Sementara itu, rantai pasokan suku cadang sistem PLTS yang lebih baik sangat diperlukan untuk menjamin keberlanjutan sistem ini di Indonesia terutama di daerah pedesaan. Sangat disadari, butuh waktu yang cukup lama untuk membangun penyedia layanan teknis dan suku cadang di daerah pedesaan. Meskipun demikian, dengan tetap konsisten menjaga kualitas sistem, kemungkinan rusaknya sistem akan berkurang dan umur pakai sistem akan lebih panjang (Instalasi plts do's & don't Kementrian ESDM, 2018). Energi surya adalah radiasi elektromagnetik yang dipancarkan ke bumi berupa cahaya matahari yang terdiri atas foton atau partikel energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik. Energi surya yang sampai pada permukaan bumi disebut sebagai radiasi surya

global yang diukur dengan kepadatan daya pada permukaan daerah penerima. Rata-rata nilai dari radiasi surya atmosfer bumi adalah 1,353 W/m yang dinyatakan sebagai konstanta surya. Energi surya yang dikonversikan menjadi energi listrik disebut juga dengan energi photovoltaic. Pada awalnya teknologi ini digunakan sebagai pembangkit listrik di daerah pedesaan terpencil kemudian berkembang menjadi lampu penerangan jalan berenergi surya, penyediaan listrik di tempat umum seperti rumah peribadatan, pelayanan kesehatan, instansi-instansi pemerintah. Walaupun awalnya hanya cukup untuk kebutuhan penerangan namun PLTS cukup membantu elektrifikasi di tempat yang membutuhkan. Selain itu telah tersedia pula pompa air tenaga surya, yang digunakan untuk pengairan irigasi atau sumber air bersih. (M.B Arif Aswar, 2018)

a. Jenis – jenis panel surya

1) *Monocrystalline*

Panel monokristal adalah panel yang paling efisien dibanding lainnya karena panel ini dapat menghasilkan energi listrik per satuan luas yang paling tinggi dengan efisiensi sampai dengan 15% - 20%. Kekurangan panel monokristal yaitu tidak dapat digunakan di tempat yang cahaya matahari kurang serta kestabilan panel ini akan turun ketika cuaca sedang berawan selain itu juga harga panel monokristal sedikit lebih mahal karena bahan yang digunakan adalah Kristal silicon murni dan teknologi yang digunakan juga mahal. (Bobby Haryanto, 2018)

2) *Polycrystalline*

Tipe *polycrystalline* Terbuat dari hasil leburan dari beberapa batang Kristal silicon yang kemudian dicetak menjadi bentuk persegi. Tipe sel surya ini memiliki tingkat efisien sekitar 13%-16% karena Kristal silikon yang digunakan tidak sempurna tipe monokristal serta sel surya yang dihasilkan tidak identik antara satu dan lainnya. Sel surya jenis ini paling banyak digunakan karena harganya yang lebih murah dan pembuatannya lebih mudah daripada tipe panel surya jenis lain. Agar menghasilkan energi yang sama dengan tipe monokristal, dibutuhkan wilayah yang luas. Sel surya *polycrystalline* memiliki kelebihan ketika digunakan pada cuaca mendung atau dapat digunakan pada wilayah – wilayah yang memiliki intensitas cahaya rendah. (Bobby Haryanto, 2018)

3) *Thin Film Solar Cell (TFSC)*

Sel surya ini dibuat dengan cara menambahkan beberapa lapisan sel surya yang tipis kelapisan dasar. Dikarenakan bentuknya yang sangat tipis tipe ini juga disebut sebagai TFPV (*Thin Film Photovoltaic*). Berdasarkan materialnya tipe ini memiliki berbagai jenis yaitu, *Amorphous Silicon* (a-Si) Solar Cells yang terbuat dari *Amorphous Silicon*, *Cadmium Telluride* (CdTe) Solar Cells yang terbuat dari bahan yang terbuat dari bahan *Cadmium Telluride*, dan *Copper Indium Gallium Selenide* (CIGS) Solar Cell yang terbuat dari bahan *Copper Indium Gallium Selenide*. *Copper indium gallium selenide*

merupakan yang paling efisien dibandingkan yang lainnya, juga tidak mengandung bahan yang berbahaya yaitu *Cadmium* seperti yang terdapat pada sel surya CdTe[8]. (Bobby Haryanto, 2018)



Gambar 2.4 Lampu *Amorphous Silicone*

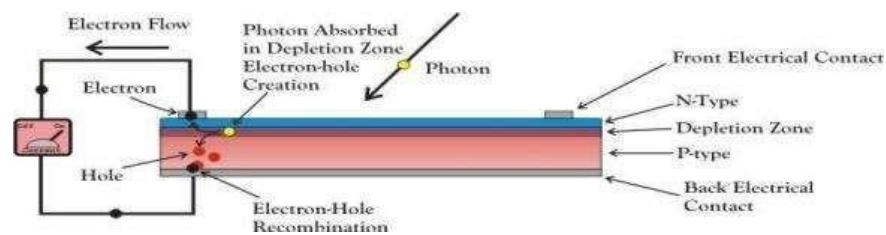
Sumber : Penulis, 2020

b. Prinsip Kerja Sollar Cell

Sollar cell bekerja berdasarkan efek fotoelektrik pada material semikonduktor untuk mengubah dari energi cahaya matahari menjadi energi listrik. Proses pengubahan atau konversi cahaya matahari menjadi listrik ini dimungkinkan karena bahan material yang menyusun sel surya fotovoltaik ialah terdiri dari bahan 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, ($n = \text{negatif}$). Sedangkan semikonduktor jenis p memiliki kelebihan hole, sehingga

disebut dengan p (p = positif) karena kelebihan muatan positif (M Burhanuddin Arif Aswar, 2018). 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 silikon. Unsur-unsur tambahan ini akan menambahkan jumlah hole. Sedangkan semikonduktor jenis n dibuat dengan menambahkan *nitrogen* (N), *fosfor* (P) atau *arsen* (As) ke dalam silikon. Dari sini, tambahan elektron dapat diperoleh. Sedangkan, Silikon intrinsik sendiri tidak mengandung unsur tambahan. Usaha menambahkan unsur tambahan ini disebut dengan doping yang jumlahnya tidak lebih dari 1 % dibandingkan dengan berat Silikon yang hendak di doping. 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 (M Burhanuddin Arif Aswar, 2018). Ketika sambungan semikonduktor ini terpapar cahaya matahari,

maka elektron menerima energi dari cahaya matahari untuk selanjutnya 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 yakni, terbentuknya pasangan elektron dan hole akibat cahaya matahari. Selanjutnya, dikarenakan pada sambungan p-n terdapat medan listrik, 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 bergerakaknya elektron yang menyalakan lampu kecil (M Burhanuddin Arif Aswar, 2018).



Gambar 2.5 Prinsip Kerja Panel Surya

Sumber : Mochamad Wahyu, 2017

c. Faktor-faktor yang Mempengaruhi *Solar Cell Panel*

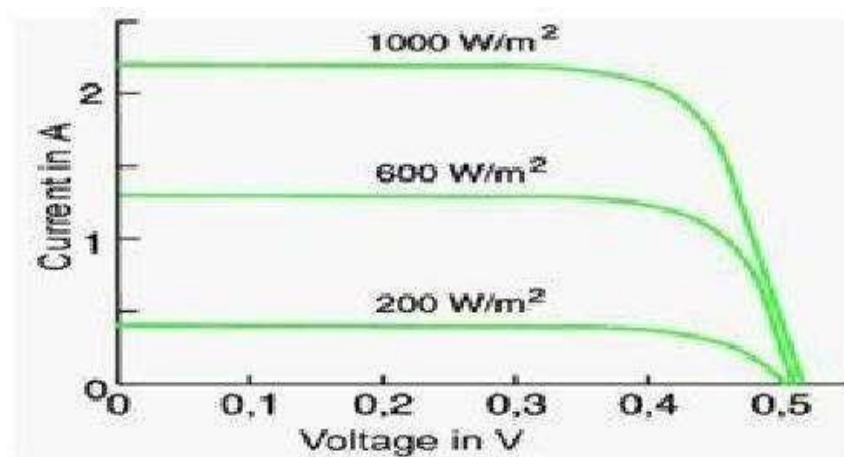
Lima hal utama yang mempengaruhi unjuk kerja/ performansi dari modul *solar cell panel*:

1) Resistansi Beban

Effisiensi paling tinggi adalah saat solar panel cell beroperasi dekat pada *maximum power point*. tegangan baterai harus mendekati tegangan V_{mp} . Apabila tegangan baterai menurun di bawah V_{mp} , ataupun meningkat di atas V_{mp} , maka effisiensinya berkurang. (Suwarti Dkk, 2018).

2) Intensitas Cahaya Matahari

Semakin besar intensitas cahaya matahari secara proporsional akan menghasilkan arus yang besar.



Gambar 2.6 Kurva Daya Listrik Terhadap Intensitas Cahaya
Sumber : Suwarti Dkk, 2018

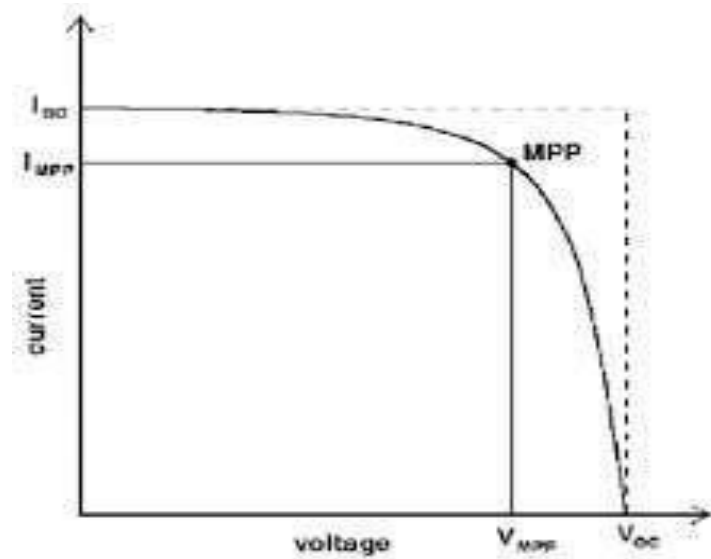
Seperti gambar berikut di atas, tingkatan cahaya matahari menurun, bentuk dari kurva I-V menunjukkan penurunan, bergerak ke bawah mengindikasikan menurunnya arus dan daya. Sementara Voltase tidak mengalami perubahan yang signifak oleh berbagai tingkat intensitas cahaya matahari. (Suwarti Dkk, 2018).

3) Teduh/ Bayangan

Shading adalah dimana salah satu atau lebih sel silikon dari solar cell panel tertutup dari sinar matahari. *Shading* akan mengurangi pengeluaran daya dari solar cell panel. Beberapa jenis solar cell panel module sangat terpengaruh oleh *shading* dibandingkan yang lain. Seperti pada panel surya type monokristal yang sangat mempengaruhi terhadap kualitas daya yang dihasilkan (Suwarti Dkk, 2018).

4) Efisiensi Sel Surya

Pada sistem sel surya dapat diketahui apakah sistem sel surya tersebut memiliki efisiensi yang bekerja dengan baik atau tidak, serta dapat diketahui pula kualitas dan kuantitas kinerja yang dihasilkan pada sebuah sistem tersebut. Sel surya yang baik adalah ketika daya yang dihasilkan maksimal dan memiliki rugi – rugi yang kecil, ini menjadi indikasi bahwa sebuah sel surya itu dikategorikan memiliki efisiensi yang baik atau buruk. Secara perhitungan dapat pengukuran kurva V-I dan akan di dapat parameter lain seperti I_{sc} (arus hubung singkat), V_{oc} (tegangan tanpa beban), *fill factor* (FF), dan efisiensi (η). Karakteristik output panel surya (kurva V-I) menunjukkan hubungan antara arus dan tegangan, dapat dilihat seperti gambar dibawah ini :



Gambar 2.7 Kurva Karakteristik V-I pada Sel Surya

Sumber : Rafika A, 2017

Gambar kurva diatas dilihat pada sumbu horizontal ialah tegangan pada sumbu vertikal adalah arus. Kurva diatas pada saat sinar matahari maksimal atau pada suhu yang menyinari panel surya 25 derajat *celcius*. Tegangan maksimum (V_{mp}) dan arus maksimum (I_{mp}), Tegangan tanpa beban (V_{oc}), Arus hubung singkat (I_{sc}).

Ada beberapa pengukuran sebagai mengetahui nilai efisiensi pada panel surya :

a) Nilai *fill factor*

Nilai *fill factor* berkisar 0,7 – 0,85. Apabila nilai *fill factor* semakin besar maka semakin baik suatu panel surya, tentunya memiliki efisiensi yang tinggi. Perhitungan nilai FF dapat dilihat dalam persamaan berikut :

$$FF = I_{mp} \times V_{mp} / I_{sc} \times V_{oc} \quad (2.1)$$

Keterangan :

FF = *Fill Factor*

Imp = Arus Maksimal (A)

Vmp = Tegangan Maksimal (V)

Isc = Arus Hubung Singkat (watt/m²)

Voc = Tegangan Rangkaian Terbuka (V)

b) Daya Output

Perhitungan daya output dapat dilihat sebagai berikut :

$$P_{\max} = V_{oc} \times FF \times I_{sc} \quad (2.2)$$

Keterangan :

Voc = Tegangan Rangkaian Terbuka (Volt)

Isc = Arus Hubung Singkat (watt/m²)

FF = *Fill Factor*

c) Efisiensi Panel Surya

Pada perhitungan panel surya dapat dilihat pada rumus berikut :

$$\eta = \frac{P}{G} \times 100 \% \quad (2.3)$$

Keterangan :

P = Daya (watt)

G = Intensitas Matahari (Watt/m²)

$A = \text{Luas Penampang Panel Surya (m}^2\text{)}$

(Zian Iqtimal, Dkk 2018)

Tingkat efisiensi sel surya sangat bergantung pada nilai intensitas cahaya matahari. Nilai ini bekerja *fluktuatif* dan *subyektif* dikarenakan keadaan karakteristik lingkungan yang berbeda – beda serta keadaan cuaca yang berubah – ubah termasuk lamanya paparan cahaya matahari yang mengenai panel sel surya tersebut (Ramadoni Syahputra Dkk, 2016).

2. Baterai Charger

Baterai adalah perangkat yang mengandung sel listrik yang digunakan untuk menyimpan energy dan selanjutnya diubah menjadi daya untuk kerja beban listrik. Baterai menghasilkan listrik melalui proses kimia. Baterai atau akumulator adalah sel listrik dimana di dalamnya terjadi proses elektrokimia yang *reversible* (dapat berkebalikan) dengan efisiensinya yang tinggi. Yang dimaksud dengan reaksi elektrokimia *reversible* ialah berlangsungnya proses konversi kimia menjadi tenaga listrik (*discharging*) dan sebaliknya dari tenaga listrik diubah menjadi tenaga kimia (*charging*) dengan cara proses regenerasi dari *elektroda – elektroda* yang di gunakan yaitu, dengan cara lewatnya arus listrik dalam arah polaritas yang berlawanan di dalam sel. Baterai terdiri dari dua jenis, baterai primer dan baterai sekunder. Baterai primer ialah baterai yang dipergunakan sekali pakai saja dan tidak dapat diisi kembali. Hal ini terjadi karena reaksi kimia material aktifnya tidak dapat di regenerasi. Sedangkan baterai sekunder

sebaliknya dapat diisi ulang, karena material aktifnya dapat di regenerasi (Felix Rizki, 2017). Baterai yang biasa digunakan pada sistem PLTS ialah baterai *lithium ion* dan *lithium polymer*.

a. Jenis – jenis baterai

1) Baterai *lithium ion*

Baterai *lithium ion* berkembang pada tahun 1912. Kemudian baterai ini populer ketika sony mengadopsi pada tahun 1991. Baterai Li-ion merupakan baterai yang dapat dilepas (removable). Baterai ini sering digunakan pada peralatan elektronik seperti pada laptop, tablet, dan smartphone. Baterai Li-ion merupakan sebutan istilah yang megacu pada material yang digunakan saja, dimana sebenarnya banyak jenis baterai Li-ion yang memiliki senyawa kimia yang berbeda. Berdasarkan senyawa kimia yang digunakan dalam baterai Li-ion, maka baterai tersebut dibagi ke dalam 6 kelompok atau jenis, ialah :

- a) Baterai *LI-ion* yang memakai senyawa kimia LiCoO_2 (*Lithium Cobalt Oxide*) atau LCO.
- b) Baterai *Li-ion* yang menggunakan senyawa kimia *lithium manganese oxide* (LiMn_2O_4) atau LMO.
- c) Baterai *Li-ion* menggunakan senyawa kimia *Lithium Nickel Manganese Cobalt Oxide* (LiNiMnCoO_2) atau disingkat dengan NMC.

d) Baterai *Li-ion* yang menggunakan senyawa kimia *lithium nickel cobalt aluminium oxide* (LiNiCoAlO_2) atau disingkat NCA

e) Baterai *Li-ion* yang menggunakan senyawa kimia *lithium titanate* ($\text{Li}_4\text{Ti}_5\text{O}_{12}$) atau disingkat LTO. (Abdul Qowi Aziz, 2018)

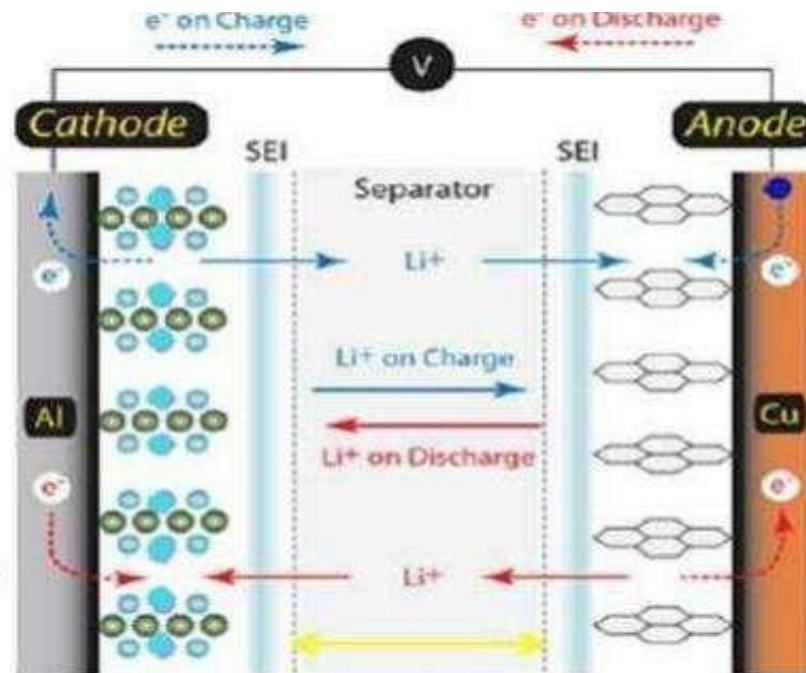
2) Baterai *Lithium Polymer*

Baterai *Li-Po* adalah dari *Lithium Polymer*. Jenis baterai ini sudah berkembang sejak tahun 1970an. Bentuk serta desain baterai *Li-Po* lebih tipis, sehingga bisa dibentuk sesuai ruang pada peralatan – peralatan yang tipis semisal handphone slim, dengan tetap memiliki daya tahan baterai yang lebih baik daripada baterai *Li-ion*. Ukuran pada baterai *Li-Po* sangat tipis sehingga berat baterai ini cukup ringan. Tetapi dalam proses pembuatannya biaya produksi pada baterai *Li-Po* lebih mahal. (Abdul Qowi Aziz, 2018)

b. Prinsip Kerja Baterai

Baterai *lithium* memiliki kemampuan penyimpanan energi yang tinggi dalam per satuan volumenya. Energi yang tersimpan merupakan jenis energi elektrokimia. Energi elektrokimia ialah jenis energi listrik yang berasal dari suatu reaksi kimia yang dalam hal ini terjadi di dalam proses baterai. Agar bisa bekerja, pada tiap sel elektrokimia harus memiliki dua elemen penting : elektroda dan elektrolit. Elektroda terdiri dari dua jenis yaitu anoda dan katoda yang menghantarkan energi listrik (ion). Anoda dihubungkan ke terminal negatif baterai sementara katoda dihubungkan ke terminal positif baterai. Elektroda terendam dalam

elektrolit yang bertugas sebagai medium cair untuk Bergeraknya ion. Elektrolit juga bertindak sebagai *buffer* dan fungsinya mendorong terjadinya proses reaksi elektrokimia dalam baterai. Pergerakan elektron dalam elektrolit dan di antara elektroda akan menghasilkan arus listrik. Untuk cara kerja baterai lithium Anoda dan katoda baterai lithium terbuat dari karbon dan oksida lithium. Sedangkan elektrolit terbuat dari garam lithium yang dilarutkan dalam pelarut organik. Bahan pembuat anoda sebagian besar merupakan grafit sedangkan katoda terbuat dari salah satu bahan sebagai berikut: lithium kobalt oksida (LiCoO_2), lithium besi fosfat (LiFePO_4), atau lithium oksida mangan (LiMn_2O_4). Elektrolit yang umum digunakan adalah garam lithium seperti lithium *hexafluorophosphate* (LiPF_6), lithium *tetrafluoroborate* (LiBF_4), dan *lithium perklorat* (LiClO_4) yang dilarutkan dalam pelarut organik seperti etilen karbonat, dimetil karbonat, dan *dietil karbonat*. (Fathurahman, 2019)



Gambar 2.8 Reaksi Lapisan Baterai *Lithium* dan Permukaan Baterai SEI

Sumber : Agny M Nureza, 2017

c. Kelebihan Dan Kekurangan Baterai Li-ion dan Li-Po

1) Lithium ion

a) Kelebihan

Baterai bersifat *removable*, jika baterai drop maka baterai dapat diganti atau ditukar dengan baterai baru karena baterai ini mudah dicopot, lebih tebal, memiliki kepadatan energy yang tinggi dan baterai lebih tahan, karena baterai ini mengalami derating 5% setiap tahunnya

b) kekurangan

baterai cenderung lebih berat, pada temperature tinggi pemakaian baterai cenderung cepat habis, serta memiliki tingkat eksplosif

yang tinggi jika dalam kondisi temperature yang tinggi terus – menerus.

2) Lithium Polymer

a) kelebihan

memiliki berat dan bobot lebih ringan, mudah didesain dengan berbagai macam bentuk dan ukuran, untuk pemakaian jangka panjang karena baterai ini lebih lama drop dibandingkan baterai Li-ion, sifat baterai ini non-removable dan juga tingkat keamanan tinggi, karena dalam kondisi temperature tinggi baterai ini memiliki resiko lebih kecil untuk meledak.

b) kekurangan

Baterai ini bersifat *non-removeable*, yang artinya tidak dapat dicopot (menyatu dengan perangkat). Jika terjadi drop, maka membutuhkan upaya lebih dalam perbaikan agar dapat berjalan normal, kepadatan energy yang lebih rendah, biaya produksi pembuatan baterai cenderung lebih mahal, karena material serta menggunakan teknologi tinggi. (abdul qowi aziz, 2018)

3. *Sollar Charge Controller (SCC)*

Solar Cell Controller adalah suatu perangkat yang digunakan di dalam sistem rangkaian panel surya yang berfungsi sebagai pengatur operasi sistem di panel surya. Ibaratnya SCC ini bekerja seperti otak yang

memerintah peralatan serta juga sebagai pengaturan dari proses charging dan loading pada panel surya.

a. Prinsip kerja SCC

SCC memiliki *multifungsi* antara lain sebagai pengaturan tegangan dari panel surya ke baterai dan juga dari baterai ke beban, sebagai pengaturan *setpoint* di dalam mengatur proses *charging* dan *loading* pada beban, sebagai saklar pemutus otomatis untuk menghindari pengisian berlebih dari solar cell ke baterai (*overcharging*) dan sebagai pemutus beban di saat baterai berada pada tegangan rendah (*undervoltage*) untuk mengamankan serta menjaga keawetan peralatan dari akibat – akibat penggunaan yang berlebihan dari kapasitas peralatan tersebut (Evan Permana Dkk, 2016).

Sollar cell controller memiliki sistem dari berbagai mode yang diatur melalui beberapa tombol yang tersedia sesuai dengan kondisi pembebanan serta beberapa mode yang dapat diatur pengguna. Memiliki *display* sebagai layar monitor proses dari panel surya juga diantaranya terdapat 2 terminal (+ dan -) *Discharging* dari panel surya, 2 terminal (+ dan -) untuk baterai, dan 2 terminal (+ dan -) untuk ke beban.

b. Jenis – jenis Sollar charge controller

Pada umumnya ada 2 jenis teknologi yang biasa digunakan pada sistem solar cell yaitu PWM (*pulse wide Modulation*) dan MPPT (*maximum power point tracker*).

1) PWM (*Pulse Wide Modulation*)

Seperti sebutannya tipe ini menggunakan ‘lebar’ *pulse* dari on dan off elektrik, sehingga menciptakan *sine wave electrical form*. Charge controller PWM adalah alat yang dapat mengontrol pengisian yang fungsinya mengcharger baterai dari panel surya sistem modulasi pulsa untuk mengendalikan keberlangsungan pengisian. Ketika baterai mendekati kondisi terisi penuh, alat PWM akan perlahan – lahan menurunkan jumlah daya yang masuk ke baterai untuk mengurangi tingkat kejenuhan elemen baterai. Alat pengecas PWM banyak terdapat di pasaran, harganya lebih terjangkau.

2) MPPT (*maximum power point tracker*)

MPPT merupakan perangkat elektronik yang terdapat pada alat pengatur pengisian baterai yang seyogyanya dapat mengoptimalkan kerja antara panel surya dan baterai penyimpanan. Dengan kata lain, alat ini mampu mengubah tegangan tinggi dari output DC panel surya ke tegangan rendah yang diperlukan oleh baterai penyimpanan. Dalam proses pengisian ini, MPPT juga melakukan peningkatan arus DC yang dicas ke baterai. (CP samosir, 2016)

c. Kelebihan dan Kekurangan SCC PWM dan MPPT

1) Kualitas Pengisian Baterai

MPPT memiliki tingkat sensitifitas pengisian yang tinggi, walaupun solar panel menerima serta menghasilkan jumlah arus yang kecil MPPT masih menerima arus tersebut untuk disalurkan ke baterai

sehingga daya tamping dari solar panel dapat di maksimalkan penyerapannya ke baterai, sedangkan pada jenis PWM dimana tegangan kerja PWM hanya dapat menyesuaikan dengan tegangan kerja pada baterai. Dimana ketika tegangan kerja yang dihasilkan pada panel dibawah tegangan kerja baterai maka PWM tidak dapat menyalurkan pengisian ke baterai. Oleh karena PWM tidak disarankan untuk digunakan pada kapasitas sistem solar panel diatas 200 Wp.

2) Sistem *Array* vs *rasio* beban

Untuk sistem yang menggunakan output *Array* atau susunan seri parallel solar panel yang dapat menghasilkan daya, lebih tinggi dibanding rasio beban, PWM dapat digunakan. Namun jika output *Array* lebih tinggi atau mendekati sama dengan rasio bebannya, maka MMPT dapat digunakan. Hal ini dikarenakan, jika saat tegangan yang muncul jatuh dibawah tegangan pada baterai, MMPT dapat dengan cepat untuk menstabilkan sistem solar panel sehingga sistem dapat beroperasi normal. Tetapi pada SCC PWM dalam kondisi tersebut tidak dapat beradaptasi dengan baik.

3) Besar kapasitas sistem solar panel

Pada kapasitas sistem panel surya skala kecil (10 Wp – 200 Wp) lebih tepat menggunakan SCC PWM karena.

- a) SCC PWM bekerja dalam tegangan yang konstan, berapapun jumlah *Array* yang dipakai.

b) SCC MMPT tidak efisien jika digunakan pada kapasitas skala rendah.

c) Soal harga, SCC PWM lebih ekonomis daripada SCC MMPT.

d. Memilih *Sollar charger controller*

Pada sistem *off grid* dapat menggunakan model PWM dan MMPT, seperti pada penggunaan kapasitas panel surya jenis PWM dianjurkan digunakan pada kapasitas di bawah 200 Wp sedangkan MMPT diatas 200 Wp. Untuk panel surya yang tidak menggunakan rangkaian sel normal, misal 36 sel, dianjurkan untuk menggunakan MMPT karena pada model ini juga bergantung pada produksi daya tidak hanya pada tegangan dan arus yang dihasilkan. Pada penelitian ini ada berbagai batasan dalam memilih spesifikasi SCC yang akan digunakan, agar sistem dapat berjalan dengan baik, optimal dan juga efisien, berikut syarat dalam memilih *sollar charger controller* yang ideal :

- 1) Tegangan dan arus input maksimum SCC harus lebih tinggi dari tegangan dan arus maksimum keluaran panel surya yang terkoneksi dalam berbagai kondisi.
- 2) Memiliki efisiensi yang tinggi (98%) pada sistem.
- 3) Memiliki sistem proteksi yang baik, yaitu :
 - a) Proteksi arus berlebih
 - b) Proteksi tegangan tinggi baterai
 - c) Proteksi beban terbalik

- d) Proteksi ground fault
 - e) Proteksi tegangan berlebih.
- 4) Sesuai dengan spesifikasi baterai terpasang
 - 5) Monitor pada sistem yang mudah dan jelas
 - 6) Sudah tersertifikasi sesuai standar IEC 62509
 - 7) Merk yang memiliki kualitas tinggi

Tabel 2. 1 Spesifikasi Sollar Charger Controller yang Dipakai

Max. Open circuit V	Tegangan DC maksimum dari larik modul fotovoltaic pada tegangan larik terbuka (UoC)
MPP or rating range V	Rentang tegangan untuk pelacak titik daya maksimum (MPPT)
Max. input current A	Arus DC maksimum masukan dari larik modul fotovoltaic padahubungan arus pendek (Isc)
Output voltage V	Tegangan keluaran atau tegangan nominal baterai
Max. baterai cahrging current A	Arus keluaran untuk pengisian baterai (<i>Charging Current</i>)

Sumber : Penulis, 2020

4. Cermin Reflektor

Cermin digunakan sebagai komponen pendukung untuk mengoptimalkan cahaya matahari yang diterima oleh panel surya, sehingga dapat diketahui besaran faktor yang mempengaruhi daya pada keluaran panel surya.

Cermin yang digunakan pada penelitian ini menggunakan cermin datar dan ditempatkan disebelah panel surya dengan sudut yaitu sebesar 90° .

2.3 *Photovoltaic* (PV)

1. Efek *Photovoltaic*

Photovoltaic (PV) adalah suatu sistem yang dapat mentransfer radiasi matahari atau energi cahaya menjadi energi listrik. Sistem ini bekerja dengan berdasarkan hukum efek *photovoltaic*. Pertama sekali yang menemukan efek *photovoltaic* salah seorang fisikawan Prancis pada tahun 1839. Efek *photovoltaic* adalah sebagai suatu fenomena fisika ketika terjadi kontak antara dua elektroda yang dihubungkan dengan suatu sistem padat atau cair saat di paparkan di bawah energi cahaya sehingga muncul voltase listrik. Radiasi cahaya terdiri dari bias foton – foton yang memiliki suatu tingkatan energi yang beragam. Dari perbedaan inilah dapat ditentukan panjang gelombang dari spektrum cahaya tersebut. Ketika suatu permukaan sel *photovoltaic* terpapar foton dari radiasi cahaya matahari, maka foton tersebut diserap, dibiarkan, atau diteruskan menembus sel *photovoltaic*. Sebagian foton yang terserap itu akan menyebabkan munculnya energi listrik.

2. Sel *Photovoltaic*

Sel PV adalah suatu perangkat yang dapat mengkonversi radiasi cahaya matahari menjadi energi listrik. Pada dasarnya sel *photovoltaic* terdiri dari *pn junction* atau ikatan antara sisi positif dan negatif di dalam sebuah bahan semikonduktor. Sel PV disebut juga sebagai *sollar cell* atau sel surya. Namun memiliki sedikit perbedaan pada sumber cahaya yang

digunakan. Pada sel PV sumber cahaya lebih umum dan tidak disebutkan secara jelas. Sedangkan pada sel surya energi cahaya berasal dari radiasi sinar matahari.

BAB 3

METODELOGI PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

Dalam tahap penyelesaian tugas akhir kali ini ada beberapa langkah kerja yang dilakukan ialah sebagai berikut :

1. Observasi Lapangan

Dilakukannya observasi pada pekarangan rumah dengan perhitungan luas lahan serta periode penyiraman dan lama waktu penyiraman dalam 1 periode.

2. Studi Literature

Sebagai referensi dan juga informasi - informasi pendukung dalam penelitian ini, penulis mencari studi literatur dari berbagai sumber. Adapun sumber – sumber yang penulis sertakan ialah berasal dari buku, jurnal – jurnal ilmiah, dan juga skripsi yang berkaitan dengan penelitian ini, diantaranya ialah mengenai sebagai berikut :

- a. Pembangkit listrik energi terbarukan
- b. Solar cell
- c. Cara kerja pembangkit listrik tenaga surya (PLTS)
- d. Proses charging baterai dari panel surya

- e. Potensi energy surya di indonesia
- f. Jenis dan cara kerja solar charger controller (SCC)
- g. Cara kerja baterai / accu
- h. Pengaruh suhu terhadap daya output panel surya
- i. Jurnal penelitian mengenai penggunaan reflektor panel surya

3. Pengambilan Data

Data yang diambil sistem PLTS pada penelitian ini ialah daya keluaran panel surya menggunakan cermin reflector dan tanpa menggunakan cermin reflektor, daya keluaran dari SCC dan daya keluaran dari baterai, dan juga ketahanan baterai terhadap beban (pompa air DC) dengan menggunakan cermin reflector dan tanpa cermin reflektor.

4. Spesifikasi Perancangan

Setelah ditentukan alat dan bahan yang diperlukan dalam rancangan, maka berdasarkan hitungan perkiraan akan spesifikasi alat yang digunakan agar penelitian dapat berjalan efektif serta efisien, juga diperkirakan waktu yang akan dilakukan penyiraman. Dengan dilakukannya langkah – langkah perhitungan alat yang sesuai dengan kebutuhan, ialah sebagai berikut :

- a. Perhitungan total kebutuhan daya, sebagai berikut :

$$\text{Dimana: } t = 20 \text{ mnt} \times 2$$

$$= 40$$

$$P = 36 \text{ Watt/hour} (3 \text{ A} \times 12 \text{ V})$$

$$= 36 \text{ watt} / 60 \text{ mnt}$$

$$= 0,6 \text{ watt/menit}$$

Ditanya Pd ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} Pd &= W \times t \\ &= 0,6 \times 40 \\ &= 24 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Maka, daya yang dibutuhkan dalam 1 hari dengan 2 kali penyiraman tanaman adalah sebesar 24 watt selama 40 menit.

b. Perhitungan kapasitas penyimpanan baterai

$$\begin{aligned} \text{Dimana : } P_{out} &= 50 \text{ Wp} \\ &= 50 \text{ Wp} \times 5 \text{ h} \\ &= 250 \text{ Watt} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} P_b &= 7.5 \text{ Ah} \times 12 \text{ V} \\ &= 90 \text{ Watt} \end{aligned}$$

Ditanya t ?

Penyelesaian :

$$\begin{aligned} P &= W / t \\ t &= P / W \end{aligned}$$

$$= 250 \text{ Watt} / 90 \text{ Watt}$$

$$t = 2.7 \text{ hour}$$

Maka, lamanya pengisian baterai dari keadaan baterai kosong sampai dengan penuh memerlukan waktu 2 jam 7 menit pada tegangan yang stabil.

- c. Perhitungan ketahanan baterai terhadap daya yang dibutuhkan per hari

Dimana : $P_b = 7.5 \text{ Ah}$

$$P = 24 \text{ Watt (40 mnt)} / 12 \text{ V}$$

$$= 2 \text{ A/day}$$

Ditanya t ?

Penyelesaian :

$$t = 7.5 \text{ Ah} / 2\text{A/day}$$

$$= 3.7 \text{ day}$$

Maka, ketahanan penyimpanan baterai pada saat tidak adanya pengisian atau dalam keadaan cuaca mendung dapat dilakukan penyiraman selama 3 hari.

5. Metode Pengumpulan Data

Metode pengumpulan data ialah salah satu cara dalam memperoleh data sehingga data tersebut dapat dipertanggung jawabkan secara ilmiah berdasarkan bukti yang dapat diukur, adapun tahapan dalam metode pengumpulan data ialah :

a. Studi lapangan

Studi lapangan dilakukan karena melihat potensi energi surya yang tinggi digunakan pada skala rumah tangga sehingga memungkinkan untuk dioptimalkan dalam pemenuhan pemakaian energi listrik di kebutuhan sehari - hari.

b. Desain perancangan

Pada tahap ini penulis memanfaatkan literature atau informasi yang tersedia dengan adanya validitas sehingga meminimalisir terjadinya *trial and error* dalam melakukan perancangan serta beberapa informasi yang terkait dengan penelitian ini. adapun informasi tersebut mengenai perancangan alat, proses dari sistem solar sel, serta perhitungan – perhitungan yang ada. pada tahap ini adalah tahapan penting untuk dapat memulai membangun alat sehingga menjadi sebuah sistem yang bekerja dengan baik.

c. Implementasi

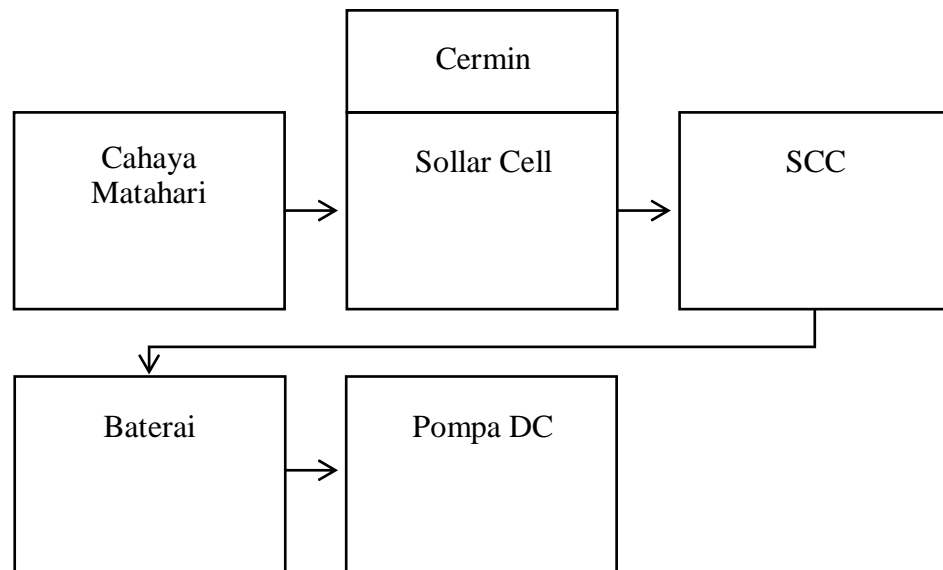
Setelah dibuatnya desain perancangan, tahap selanjutnya ialah memulai merancang alat yang sudah disiapkan untuk dibangun sehingga menjadi sebuah sistem dengan desain yang sudah di rencanakan pada tahap sebelumnya.

d. Uji coba dan evaluasi

Tahapan ini ialah tahapan yang menjadi penentu nilai apakah sistem tersebut berjalan dengan baik atau tidak atau apakah alat yang

dipakai bekerja dengan baik atau tidak, sehingga dapat dilakukannya evaluasi juga koreksi Dengan mengacu pada batasan – batasan nilai kerjanya.

3.2 Block Diagram



Gambar 3.1 Blok Diagram
Sumber : Penulis, 2020

Adapun Proses kerja pada sistem panel surya ini dapat disederhanakan pada gambar blok diagram diatas, yakni cahaya matahari atau radiasi matahari diterima oleh panel surya dengan penambahan cermin reflektor pada sisi utara panel, fungsi dari penambahan cermin ini ialah untuk menghimpun foton pada cahaya matahari dengan cara memantulkannya kepermukaan panel surya. pada panel surya foton - foton cahaya yang sebagian kecil dipantulkan oleh cermin tadi diubah menjadi energi listrik dengan melalui proses photovoltaik. Lalu energi listrik sebelum diterima oleh baterai terlebih dahulu melalui modul SCC (*Sollar Charger Chontroller*) sebagai pemutus pengecasan pada saat baterai penuh,

sebagai pengatur tegangan yang masuk ke baterai untuk menjaga keawetan pemakaian baterai, dan juga untuk memonitor kinerja dari sistem panel surya.

3.3 Alat dan bahan

Beberapa peralatan utama dan peralatan bantu yang dibutuhkan dalam merancang alat dalam penelitian ini, ialah sebagai berikut :

1. Panel surya

Penelitian kali ini menggunakan 1 unit panel surya berjenis *polycrystalline*, yang berfungsi sebagai menyerap energy cahaya matahari yang kemudian akan dikonversikan menjadi energy listrik yang terlebih dahulu disimpan ke dalam baterai melalui SCC. Adapun spesifikasi dari panel surya adalah sebagai berikut :

Model	= SP50-18p
Peak power	= 50 Wp
Max power volt (vmp)	= 17,8 V
Max power current (Imp)	= 2,81A
Open circuit volt (Voc)	= 21,89V
Short circuit current (Isc)	= 3,03A
Power tolerance	= 2%
Max, system voltage	= 1000V
Series fuse rating (A)	= 12 A

Number by pass diode = 2

Operating temperature = -4% to +85°C

Maximum system voltage = 1000 V DC

Ukuran Dimensi = Panjang : 67 cm, Lebar : 54 cm



Gambar 3.2 Panel Surya polycrystalline
Sumber : penulis, 2020

a. Perhitungan intensitas cahaya matahari pada panel surya

I = Intensitas cahaya matahari (W/m^2)

P = Daya panel surya (Watt)

A = Luas penampang panel surya (m^2)

Dimana:

$$P = 50 \text{ watt}$$

$$A = p \times l = 67 \text{ cm} \times 54 \text{ cm}$$

$$= 3618 \text{ cm}^2 \text{ atau } 0,3618 \text{ m}^2$$

Ditanya I ?

Penyelesaian:

$$I = P / A$$

$$= 50.018 \text{ Watt} / 0,3618 \text{ m}^2$$

$$= 138.24 \text{ W/m}^2 \text{ atau } 0.013824 \text{ W/cm}^2$$

Jadi, pada perhitungan intensitas cahaya diatas dapat disimpulkan bahwa pada saat daya maksimum, setiap 1 cm² penampang panel surya dapat menerima cahaya matahari sebesar 0.013824 Watt/cm².

b. Perhitungan efisiensi panel surya

Selanjutnya dilakukan perhitungan efisiensi pada panel surya sebagai.

Pada perhitungan ini akan menggunakan koefisien nilai *incident radiation flux* yaitu 1000 W/m². Dapat diartikan untuk setiap meter² cahaya matahari dapat memberikan daya sekitar 1000 Watt), sebagai berikut :

P_{max} = Daya keluaran maksimal (Watt)

A = Luas penampang (m²)

$\square_{\square, \square}$ = insiden radiasi fluks (W/m²)

Dimana :

$P_{max} = 50.018 \text{ Watt}$

A = 0.3618 m² = 3618 cm²

$\square_{\square, \square} = 1000 \text{ W/m}^2$

Ditanya □□□□?

Penyelesaian

$$\begin{aligned} \frac{\text{□□□□}}{\text{□□□□}} &= \frac{\text{□□□□}}{(\text{□□□□})} \times 100 \% \\ &= \frac{50.018 \text{ watt}}{(1000 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \times 0.3618 \text{ m}^2)} \times 100 \% \\ &= \frac{50.018 \text{ watt}}{361.8 \text{ W}} \times 100 \% \\ &= 0.1382 \times 100 \% \\ &= 13.82 \% \end{aligned}$$

Maka, efisiensi pada panel surya diatas adalah sebesar 13.82 %

2. Solar charge controller

Solar charge controller (SCC) adalah suatu alat yang mengatur arus serta tegangan dalam sistem panel surya yang bekerja berdasarkan mode yang di setting. Juga sebagai pengaman dan juga menjaga keawetan pada peralatan solar cell dalam proses kerjanya. Adapun spesifikasi SCC yang akan dipasang, sebagai berikut :

Rated voltage = 12/24V

Rated current = 10 A

Max PV voltage = 50V

Max PV input power = 130w (12V) 260w (24v)



Gambar 3.3 Sollar Charger Controller

Sumber : Penulis, 2020

3. Baterai

Baterai sebagai penyimpanan energy yang diterima dari panel surya, yang selanjutnya energy didistribuskin untuk megoperasikan beban. Spesifikasi baterai yang digunakan, adalah :

Standby use = 13,5-13,9 V

Cycle use =14,5-14,9 V

Initial current = less thant 2,25A

Kapasitas = 7,5Ah



Gambar 3.4 Baterai
Sumber : Penulis, 2020

4. Pompa Motor DC

Pompa digunakan sebagai beban kerja untuk menyalurkan fluida cair yakni air sebagai penyiraman pada tanaman. Adapun pompa motor yang digunakan pada penelitian adalah menggunakan motor DC karena lebih efektif dan mudah untuk di implementasikan. Dibawah ini spesifikasi dari pompa motor DC yang digunakan :

Model = "Earth" 2203 – 2

Voltage = DC – 12 V

Ampere = 3,0 A

Flow = 4,0 Lpm

Pressure = 100 Psi / 6,8 Bar



Gambar 3.5 Pompa Air Dc
Sumber : Penulis, 2020

5. Selang Air

Sebagai saluran untuk penyiraman dibutuhkan selang sepanjang 3 meter agar dapat menjangkau luas pada lahan yang akan dialiri air.

6. Multi Tester

Multitester adalah alat yang digunakan untuk pengukuran tegangan, arus dan juga tahanan pada peralatan yang bekerja.



Gambar 3.6 Multitester
Sumber : Penulis, 2020

7. Thermo Gun

Alat ini digunakan untuk mengetahui temperatur pada panel surya.



Gambar 3.7 Thermogun
Sumber : Penulis, 2020

8. Rangka panel surya

Sebagai penopang untuk panel surya agar dapat menyesuaikan tinggi yang seoptimal mungkin. Sedangkan rangka sebagai tempat dudukan panel dan cermin yang akan digunakan.



Gambar 3. 8 Rangka Panel Surya

Sumber : Penulis, 2020

9. Klem ring

Sebagai pengikat selang pada pompa agar selang tidak lepas.

10. Kabel

Kabel ini sebagai media penghubung dan juga sebagai penghantar energy listrik dari panel surya maupun ke baterai maupun dari baterai ke pompa.

11. Gerinda tangan

Digunakan untuk memotong besi serta rangka yang akan dibentuk pada panel surya.

12. Bor Tangan

Alat ini digunakan untuk melubangi tiang, rangka dan sisi panel surya yang akan di sambung.

13. Las listrik

Untuk menyambungkan bagian – bagian pada perancah pada panel surya.

14. Cermin (*Reflektor*)

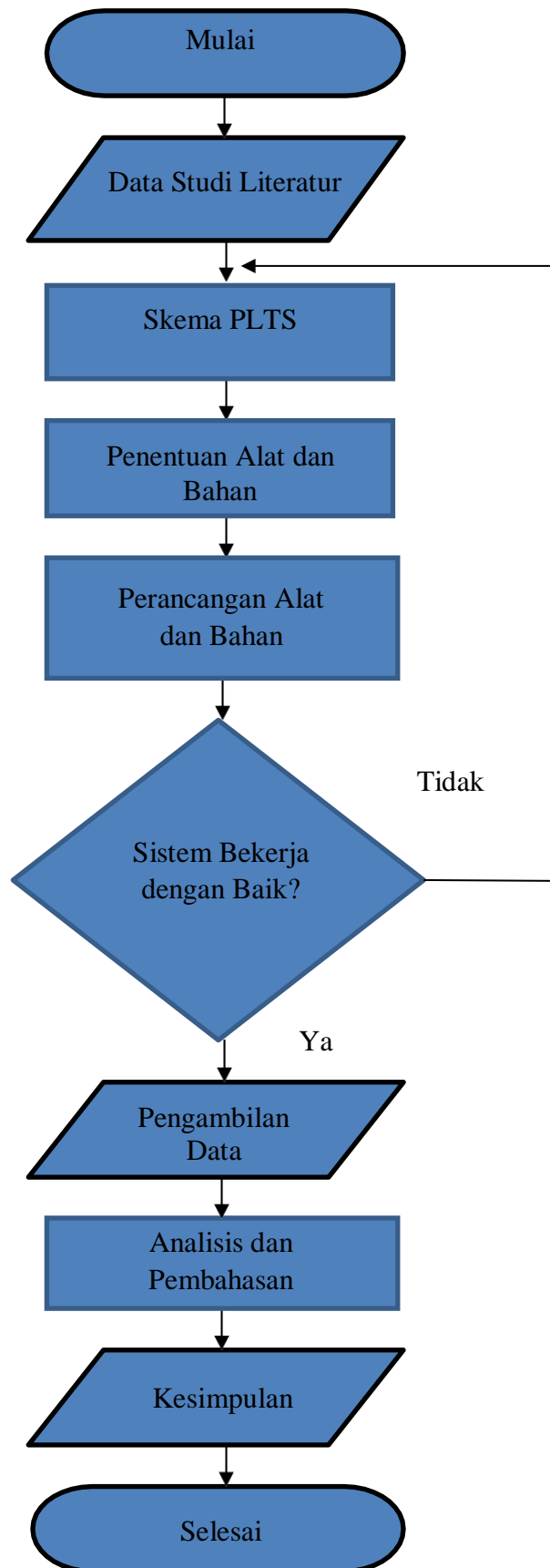
Cermin digunakan sebagai *reflektor* dari cahaya matahari yang akan dipantulkan ke sebuah panel surya. Cermin yang digunakan adalah cermin datar, dengan dipasang di sisi selatan panel surya dikarenakan pada sisi selatan panel surya terdapat pepohonan tinggi agar terhindar dari efek bayangan. Posisi sudut kemiringan pada cermin yakni 90° , dengan panjang cermin 67 cm dan lebar 54 cm.



Gambar 3.9 Cermin Reflektor

Sumber : Penulis, 2020

3.4 Flowchart Penelitian



Gambar 3.10 Flowchart Penelitian
Sumber : Penulis, 2020

Secara garis besar, *Flowchart* diatas terdiri dari beberapa tahapan, yaitu :

1. Studi Literatur dan studi lapangan

Pada tahapan ini, dilakukan semua jenis studi, mulai dari jurnal – jurnal mengenai penelitian terkait, dokumen – dokumen, maupun melalui sumber internet dan buku – buku yang akan dijadikan acuan dalam penelitian, yaitu:

- a. Melakukan studi literatur mengenai teori *photovoltaic*.
- b. Melakukan studi literatur mengenai sistem pembangkit tenaga surya.
- c. Melakukan studi literatur faktor yang mempengaruhi daya pada panel surya.

Juga dilakukan pengamatan di lapangan pada PLTS yang sudah terpasang dan telah beroperasi.

2. Skema Sel Surya

Pada tahap ini, dilakukan pola penyusunan komponen dari suatu sistem sel surya. Membuat gambar kerja sebelum merancang pembangunan alat.

3. Penentuan Alat dan Bahan

Tahap ini adalah penentuan alat dan bahan yang akan digunakan dalam implementasi sistem sel surya dengan menentukan spesifikasi dari masing – masing alat yang akan digunakan untuk keperluan penelitian.

Diantaranya yakni, Panel Surya 50 Wp, Baterai 7,5 Ah, Cermin datar

ukuran 67 x 54 cm, SCC jenis PWM, Pompa DC dengan pressure 6,8 bar dan peralatan pendukung lainnya.

4. Pembuatan dan Perancangan

Tahap ini dimulai untuk membangun bagian - bagian alat yang sudah ditentukan sehingga menjadi sebuah sistem berdasarkan skema kerja yang telah dibuat.

5. Pengujian Alat

Alat yang sudah terbangun tersebut, lalu segera diuji coba. Pada saat pengujian alat dapat dilakukan pengamatan pada parameter kerja alat, apakah alat bekerja dalam keadaan normal atau tidak?

6. Pengambilan Data

Tahap ini dilakukan pengambilan data – data dengan alat ukur yang terkait terhadap penelitian ini.

7. Analisis dan Pembahasan

Setelah proses pengambilan data, maka data yang telah didapat kemudian dapat dianalisis dan diamati kembali. Selanjutnya dilakukan pembahasan terhadap data yang dianalisis.

8. Kesimpulan

Tahap kesimpulan adalah tahap akhir dari penelitian yang telah dilaksanakan, maka dari data yang telah dianalisis dan dibahas, dapat didapatkan suatu hasil kesimpulan dari penelitian ini.

BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Perbandingan Pengisian Panel Surya dengan Cermin dan Tanpa Cermin

Pengisian baterai 7,5 Ah dengan panel surya 50 Wp sebagai sumber. Dengan landasan teori pada pengisian baterai 7,5 Ah dengan terjadinya proses fotovoltaik panel surya memerlukan waktu sekitar 2 jam lebih dengan keadaan tegangan yang stabil untuk pengisian ke level maksimum baterai, dengan spesifikasi panel surya 50Wp (*WattPeak*) yang artinya panel surya menghasilkan daya 50 watt perjam dan dengan asumsi *Peak* dalam 1 hari yakni 5 jam terik matahari. berdasarkan spesifikasi dari panel surya yang tertera, yakni : Voltage at pmax (V_{mp}) 17.2 V dan Current at pmax (I_{mp}) 3.0A. Jika dilakukan perhitungan sederhana pada saat panel surya berada pada daya puncak maka $17.2v \times 3.0A = 51,6$ watt (*peak*), dengan asumsi intensitas cahaya matahari maksimal dalam menyinari panel surya tersebut maka panel surya berada pada tegangan maksimum (V_{mp}) sebesar 17,2 volt dan arus maksimum 3A dihubungkan dengan baterai yang memiliki spesifikasi 7,5 Ah dan tegangan 12 V. perhitungan ini berdasarkan pada saat daya maksimum. dengan perhitungan sederhana maka $7.5 \text{ Ah} / 3.0 \text{ A} = 2.5 \text{ h}$ atau 2,5 jam baterai dapat terisi dengan penuh.

1. Pengujian Pengisian Baterai tanpa Cermin Reflektor

Di bawah ini adalah data hasil dari penelitian pertama dengan pengujian tegangan output panel surya ke batrai tanpa menggunakan cermin reflektor. Pada pengujian tahap pertama ini waktu yang di pakai untuk penelitian adalah 8 jam, di mulai dari pagi hari jam 10 pagi sampai sore hari jam 6 sore.



Gambar 4. 1 Monitor Sistem Panel Surya pada Modul SCC

Sumber : Penulis, 2020

Penelitian dilakukan pada tanggal 4 februari 2021, dengan menggunakan prakiraan cuaca dari Badan Meteorologi, Klimatologi dan Geofisika (BMKG) kota binjai.



Gambar 4. 2 Prakiraan Cuaca 04/02/2021 BMKG Kota Binjai
Sumber : BMKG, 2021

Tabel 4. 1 Tabel Hasil Pengujian Pengisian Baterai tanpa Cermin Reflektor

Jam	Baterai	Tegangan output panel surya	Tegangan baterai	Kondisi baterai
10.00	7.5Ah	11.5	11.4	0 %
11.00	7.5Ah	11.9	11.9	10 %
12.00	7.5Ah	12.2	12.1	30 %
13.00	7.5Ah	12.1	12	48 %
14.00	7.5Ah	12.1	12	70 %

15.00	7.5Ah	12.8	12.8	80 %
16.00	7.5Ah	13.2	13.1	90 %
17.00	7.5Ah	13.4	13.4	100 %
18.00	7.5Ah	13.4	13.4	Baterai full

Sumber: Penulis, 2020

Pada pengisian tahap pertama proses pengisian dari panel surya ke baterai dari keadaan baterai kosong sampai dengan baterai full ialah memerlukan waktu sekitar 7 jam..

9. Pengujian Pengisian Baterai dengan Cermin Reflektor

pada tanggal 5 februari 2021 dilakukan penelitian pengecasan baterai dengan memasang cermin reflektor pada sisi utara panel surya dengan posisi sudut 90 °, dengan kondisi cuaca mengacu pada prakiraan cuaca BMKG kota binjai. Sebelumnya pada malam hari dilakukan pengosongan daya pada baterai dengan mengoperasikan beban pompa DC, data dapat dilihat pada **Tabel 4.3.**



Gambar 4. 3 Prakiraan Cuaca 05/02/2021 BMKG Kota Binjai
Sumber : BMKG, 2020

Tabel 4. 2 Tabel Pengujian Pengisian Baterai Menggunakan Cermin Reflektor

Jam	Baterai	Tegangan output panel surya (cermin reflektor)	Tegangan baterai	Kondisi Baterai
10.00	7.5Ah	11.6	12	0 %
11.00	7.5Ah	12	12	10 %
12.00	7.5Ah	12.2	12.2	30 %
13.00	7.5Ah	12.5	12.5	50.8 %
14.00	7.5Ah	13	13	80.5 %
15.00	7.5Ah	13.1	13.1	91 %
16.00	7.5Ah	14.4	14.4	100 %

17.00	7.5Ah	14.4	14.4	Baterai full
18.00	7.5Ah	14.4	14.4	Baterai full

Sumber : Penulis, 2021

Pada penelitian kedua di dapatkan hasil yang berbeda dari penelitian pertama, pada penelitian pertama baterai terisi penuh pada jam 17.00 WIB yakni sekitar 7 jam dari pengisian awal. Pada penelitian kedua di dapatkan hasil yang lebih cepat dalam pengisian yakni baterai terisi penuh pada jam 16.00 WIB atau sekitar 6 jam.

4.2 Pengujian Ketahanan Baterai dengan Beban Pompa DC

Dari data spesifikasi yang tertera di peralatan dapat diketahui hasil perhitungandengan menggunakan rumus ialah, sbb :

$$\text{Dik : Beban} = 36 \text{ W} / 12 \text{ V} = 3 \text{ A}$$

$$\text{Baterai} = 12 \text{ V} / 7.5 \text{ Ah}$$

Dit : Ketahanan baterai terhadap beban?

$$\text{Jawab : } P = V \times I$$

$$\text{Waktu pemakaian} = 7.5 \text{ Ah} / 3 \text{ A}$$

$$= 2.5 \text{ hour} = 2 \text{ jam } 50 \text{ menit}$$

$$\text{Dieffisiensi baterai sebesar } 20 \% = 2.5 - 0.5$$

$$= 2 \text{ hour (jam)}$$

Kesimpulan :

Lama ketahanan baterai 7.5 Ah terhadap beban pompa DC 3 A maka peralatan dapat dioperasikan selama 2 jam.

Tabel 4. 3 ketahanan Baterai terhadap Beban

Jam	Beban	Tegangan beban	Arus beban	Daya beban	Tegangan baterai
19.00	Pompa DC	12	2.20	26.4	12.4
20.00	Pompa DC	11.8	2.18	25.7	11.8
21.00	Pompa DC	11.5	2.15	24.7	11.5
22.00	Pompa DC	11.3	2.13	24.4	11.3
23.00	Pompa DC	11	2.1	23.1	11
24.00	Pompa DC	10.9	1.9	20.7	10.9

Sumber : Penulis, 2021

Diketahui dari data hasil penelitian diatas berdasarkan pengukuran di lapangan, maka ketahanan baterai dapat bertahan ± 5 jam nonstop dengan di dapatkan pengukuran arus pada beban dibawah 3 Ampere dengan tegangan turun setiap jamnya.

4.3 Penelitian Tegangan Output Panel Surya secara Individual

Pada penelitian tahap ini yaitu mengukur tegangan output yang keluar dari panel surya tanpa dihubungkan ke perangkat baterai, SCC, ataupun beban. Sehingga untuk mengetahui tegangan kerja panel surya dengan perbandingan menggunakan cermin reflektor dan tanpa cermin reflektor.



Gambar 4. 4 Pengukuran Tegangan Output Panel Surya
Sumber : Penulis, 2021

Penelitian dilakukan 2 hari yakni tanggal 09 Februari 2021 dan tanggal 12 Februari 2021 selama 8 jam mulai jam 10.00 sampai jam 18.00.

1. Pengukuran Individual Tegangan Output Panel Surya tanpa Cermin

Dengan prakiraan cuaca BMKG dibawah ialah pada jam 10.00 – jam 12.00 kondisi cuaca cerah berawan, jam 13.00 – jam 15.00 atau jam kondisi cuaca berawan, pada jam 16.00 – jam 18.00 kondisi cuaca berawan.



Gambar 4. 5 Prakiraan Cuaca 09/02/2021 BMKG Kota Binjai
Sumber : BMKG, 2021

Tabel 4. 4 Tabel Hasil Pengujian Tegangan Output Panel Surya tanpa Cermin Reflektor

Jam	Tegangan Panel Surya (V)
10.00	18.3 V
11.00	19 V
12.00	18.9 V
13.00	18.9 V
14.00	18.3 V
15.00	17.0 V
16.00	17.1 V

17.00	15.5 V
18.00	13.5 V

Sumber : Penulis, 2021

2. Penelitian Individual Tegangan Output Panel Surya dengan Cermin

Selanjutnya dilakukan penelitian tegangan output panel surya secara individu dengan menggunakan cermin reflektor pada sisi utara dengan sudut 90°. Penelitian akan dilakukan pada hari jumat tanggal 12 Februari 2021.



Gambar 4. 6 Prakiraan Cuaca 12/02/2021 BMKG Kota Binjai

Sumber : BMKG, 2021

Pada gambar diatas dapat dilihat dengan mengacu pada prakiraan cuaca dari BMKG kota binjai pada tanggal 12 Februari 2021, pada jam 10.00 pagi hari sampai jam 16.00 sore hari kondisi cuaca cerahberawan.

Tabel 4. 5 Tabel Hasil Pengujian Tegangan Output Panel dengan Cermin Reflektor

Jam	Tegangan output panel surya (V)
10.00	18 V
11.00	19.2 V
12.00	19.4 V
13.00	19.1 V
14.00	18.5 V
15.00	18.3 V
16.00	17.1 V
17.00	17 V
18.00	14 V

Sumber : Penulis, 2021



Gambar 4. 7 Output Panel Surya dengan Cermin Reflektor pada Jam 12.00

Sumber : Penulis, 2020

3. Pengaruh Cuaca terhadap Output Panel Surya

Pada penelitian ini dianalisa pengaruh faktor cuaca dengan berdasarkan acuan prakiraan cuaca menurut BMKG kota Binjai.

Tabel 4. 6 Pengaruh Cuaca terhadap Panel Surya

Jam	Tegangan Output 1	BMKG 1	Tegangan Output 2	BMKG 2
10.00	18.3		18	

11.00	19	CB	19.2	CB
12.00	18.9		19.4	
13.00	18.9	B	19.1	CB
14.00	18.3		18.5	
15.00	17		18.3	
16.00	17.1	B	17.1	CB
17.00	15.5		17	
18.00	13.5		14	

Sumber : Penulis, 2021

Keterangan Tabel

Tegangan Output 1 = Tegangan output panel surya tanpa cermin

Tegangan Output 2 = Tegangan output panel surya dengan cermin

BMKG 1 = Prakiraan cuaca BMKG penelitian pertama

BMKG 2 = Prakiraan cuaca BMKG penelitian kedua

CB = Cerah berawan

B = Berawan

4. Pembahasan

a. Perbandingan Penelitian Pertama dan Kedua

Dari kedua penelitian pengukuran tegangan panel surya secara individu diatas, pada penelitian pertama dengan perhitungan sederhana tegangan yang keluar pada panel surya tanpa cermin reflektor diakumulasikan

156.5 V dan dirata – ratakan 17.3 V. Pada penelitian kedua dengan penambahan cermin reflektor tegangan diakumulasikan 160.5 V dan dirata – ratakan menjadi 17.8 V. dari hasil perbandingan perhitungan sederhana diatas dapat disimpulkan bahwa tegangan output panel surya dengan menggunakan cermin reflektor lebih besar daripada tegangan output panel surya tanpa cermin reflektor dengan selisih rata – rata setiap jam adalah sekitar 0.5 V.

b. Pengaruh Tegangan Output pada Panel Surya

Dapat dilihat pada **Tabel 4.6** pengaruh cuaca menurut prakiraan BMKG pada penelitian pengaruh cuaca terhadap panel surya dari penelitian pertama tanpa cermin dan penelitian kedua dengan cermin diambil data pada jam 10.00 – 12.00 pada kondisi cuaca yang sama yakni cerah berawan dan pada jam 13.00 – jam 15.00 dengan kondisi cuaca berbeda.

1) Pengaruh Cermin Reflektor terhadap Panel Surya

Diketahui pada tegangan output panel surya tanpa cermin pada jam 10.00 – 12.00 yaitu 18.3, 19, dan 18.9 volt, jika disederhanakan maka dihasilkan tegangan rata – rata adalah 18.7 v (56.2v). Sedangkan pada penelitian tegangan output panel surya dengan cermin yaitu 18, 19.2, dan 19.4 volt. Dan dirata – ratakan menjadi 18.8 v (56.6v). maka terdapat selisih dari penelitian pertama dan kedua sebesar 0.4 volt atau 0.7 % kenaikan, dapat disimpulkan dari

analisa diatas faktor yang mempengaruhi kenaikan tegangan pada penelitian ini ialah pengaruh cermin reflektor.

2) Pengaruh Cuaca terhadap Panel Surya

Pada jam 13.00 – 15.00 penelitian tegangan output panel surya tanpa cermin kondisi cuaca menurut prakiraan BMKG ialah berawan, dengan menghasilkan tegangan output 18.9, 18.3 dan 17 volt, dirata – ratakan menjadi 18.0 volt (54.2v). Dan pada penelitian tegangan output panel surya dengan penambahan cermin dengan kondisi cuaca menurut prakiraan BMKG adalah cerah berawan, didapatkan hasil tegangan yakni, 19.1, 18,5 dan 18.3 volt, dirata –ratakan menjadi 18.6 volt (55.9v). Maka, dari hasil pembahasan diatas terjadi kenaikan tegangan pada kondisi cuaca yang berbeda dengan selisih kenaikan keseluruhan yakni, 1.7 volt. Dilakukan pengurangan dari persentase faktor kenaikan tegangan output panel surya dengan penambahan cermin yaitu 0.7 %, jadi faktor pengaruh perbedaan cuaca terhadap panel surya dari penelitian diatas ialah 1.6 volt atau 94.1 % selama 3 jam.

Maka dari hasil pembahasan diatas dapat disimpulkan faktor - faktor yang mempengaruhi tegangan output panel surya ialah dari kondisi cuaca dan penambahan cermin reflektor pada panel surya.

4.4 Perbandingan Suhu/Temperatur pada Panel Surya Menggunakan Cermin dan Tanpa Cermin

Pada tahap ini dilakukan penelitian pengaruh kenaikan suhu/temperatur pada panel surya saat menggunakan cermin reflektor dan tanpa cermin reflektor.

1. Pengukuran Suhu/temperatur pada Panel Surya tanpa Cermin

penelitian pertama dilakukan pada tanggal 09 Februari 2021 dan 12 Februari 2021 data yang diambil selama 3 jam pada saat rentang posisi matahari berada di puncak mulai dari jam 11.00 siang dan 13.00.

Tabel 4. 7 Pengukuran Suhu/Temperatur Panel Surya tanpa Cermin Reflektor

Jam	Suhu/Temperatur (°C)	Tegangan Panel Surya (V)
11.00	52.2	19
12.00	57.1	18.9
13.00	50.1	18.9

Sumber : penulis, 2021

2. Pengukuran Temperatur Panel Surya dengan Cermin

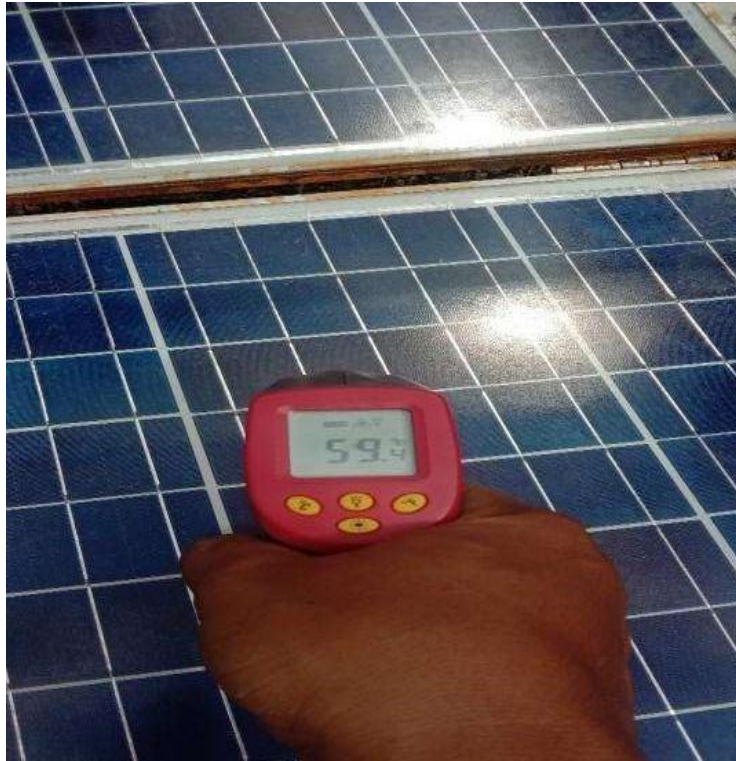
Tahap penelitian kedua dilakukan pengukuran suhu/temperatur dengan menggunakan cermin reflektor pada panel surya.

Tabel 4. 8 Pengukuran Suhu/Temperatur Panel surya dengan Cermin Reflektor

Jam	Suhu/Temperatur (°C)	Tegangan Panel surya (V)
11.00	58.1	19.2

12.00	59.4	19.4
13.00	54.1	19.1

Sumber : Penulis, 2021



Gambar 4. 8 Temperatur Panel Surya dengan Penambahan Cermin Reflektor pada Jam 12.00

Sumber : Penulis, 2021

Dari hasil perbandingan tabel data diatas dapat diketahui bahwa pada penelitian tabel kedua temperatur pada panel surya yang menggunakan cermin reflektor menunjukkan angka yang lebih besar, terjadi kenaikan temperatur pada jam 11.00 temperatur meningkat sekitar 1.1 %, pada jam 12.00 temperatur meningkat 1.0 %, dan pada jam 13.00 temperatur meningkat 1.0 %. Dapat disimpulkan bahwa cermin reflektor dapat mempengaruhi faktor kenaikan temperatur.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari penelitian “Pemanfaatan Cahaya Matahari Untuk Membangkitkan Energi Pada Pompa Penyiraman Tanaman Pekarangan Dengan Penambahan Cermin Reflektor” di dapatkan beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Pengisian pada baterai dengan menggunakan cermin reflektor lebih cepat baterai terisi penuh dibandingkan pengisian dari panel surya tanpa cermin reflektor
2. Ketahanan baterai dapat bertahan selama 5 jam terhadap beban pompa DC 36 watt
3. Penambahan cermin reflektor pada panel surya dapat menaikkan tegangan output pada panel surya
4. Perbedaan cuaca menurut prakiraan BMKG kota binjai mempengaruhi tegangan output panel surya
5. Penambahan pemasangan cermin reflektor pada panel surya dengan sudut 90° di sisi utara panel mengakibatkan kenaikan suhu/temperatur pada permukaan panel.

5.2 Saran

Dalam penelitian pada skripsi penulis ini tentunya masih banyak kekurangan dalam segi tulisan dan juga dalam pelaksanaan penelitian dilapangan. Kurangnya pembahasan yang mendalam dalam hubungan faktor – faktor lain yang berpengaruh terhadap proses penelitian serta kurangnya akses terhadap alat ukur yang memadai dalam mendukung tingkat objektivitas dalam penelitian ini.

Adapun beberapa saran / masukan dari dosen penguji yakni, sebagai berikut :

1. Pengukuran baterai menggunakan alat ukur *Battery tester* pada penelitian.
2. Pengukuran intensitas cahaya matahari menggunakan alat ukur *lux meter*.
3. Mengembangkan sistem kerja alat tersebut dalam memenuhi kebutuhan yang ideal.

Berikut yang dapat penulis uraikan terkait kesimpulan dari hasil penelitian dan saran dari dosen penguji untuk dapat dilakukan penelitian yang lebih baik selanjutnya. Sekiranya dapat menjadi referensi bagi penelitian – penelitian lanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdul Qowi Aziz. 2018. Desain Dan Implementasi Battery Management System Pada Kendaraan Listrik.
- Agny Muhammad Nureza. 2017. Analisis Pengaruh Komposisi Glycine Pada Proses Sintesa Anoda.
- Aryza, S., Irwanto, M., Lubis, Z., Siahaan, A. P. U., Rahim, R., & Furqan, M. (2018). A Novelty Design Of Minimization Of Electrical Losses In A Vector Controlled Induction Machine Drive. In IOP Conference Series: Materials Science and Engineering (Vol. 300, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Evan Permana. Dkk. 2016. Jurnal Teknik Industri. Vol. 03, No. 04. ISSN: 2338 – 5081.
- Hamdani, H., Tharo, Z., & Anisah, S. (2019, May). Perbandingan Performansi Pembangkit Listrik Tenaga Surya Antara Daerah Pegunungan Dengan Daerah Pesisir. In Seminar Nasional Teknik (Semnastek) Uisu (Vol. 2, No. 1, pp. 190-195).
- Heryanto Rusmaryadi. Dkk. 2018. Jurnal Teknik Mesin. Vol. 1, No. 2. p-ISSN: 2621 – 3354.
- Ir. Ida Bagus Ketut Sugrianta, MT. 2019. Draft Buku Ajar Pembangkit Listrik Tenaga Surya.
- Muhammad Baharuddin Arif Aswar. 2018. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Panel Surya (Photovoltaic) Dan Generator Pada Floating Platform.
- Putri, M., Wibowo, P., Aryza, S., & Utama Siahaan, A. P. Rusiadi.(2018). An implementation of a filter design passive lc in reduce a current harmonisa. International Journal of Civil Engineering and Technology, 9(7), 867-873.
- Rafika Andari. 2017. Jurnal Ilmu Dan Inovasi Fisika, Vol. 01, No. 02. ISSN: 2549 – 0516.
- Rahmaniar, R. (2019). Model flash-nr Pada Analisis Sistem Tenaga Listrik (Doctoral Dissertation, Universitas Negeri Padang).
- Suwarti. Dkk. 2018. Analisis Pengaruh Intensitas Matahari, Suhu Permukaan & Sudut Pengarah Terhadap Kinerja Panel Surya.
- Zian Iqtimal. Dkk. 2018. Jurnal Online Teknik Elektro, Vol. 03. No. 01. e-ISSN: 2252 – 7036.