

PEMANFAATAN PLTS SEBAGAI SUMBER PENERANGAN PADA
PERKEBUNAN BAWANG MERAH



LAPORAN TUGAS AKHIR

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

Muh Hidayat Nurwahid	342 20 004
Muhammad Nurfadli	342 20 011
Ayu Wulandari	342 20 023

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

2023

HALAMAN PENGESAHAN

Laporan Tugas Akhir dengan judul "Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah" oleh Muh Hidayat Nurwahid NIM 342 20 004, Muhammad Nurfadli NIM 342 20 011 dan Ayu Wulandari NIM 342 20 023 dinyatakan telah diterima dan disahkan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Ahli Madya pada Program Studi Teknik Konversi Energi Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Makassar, September 2023

Pembimbing I



Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T.
NIP.19800820 200501 1 001

Pembimbing II



Prof. Dr. Ir. Firman, M.T
NIP. 19641231 199103 1 028

Mengetahui

Ketua Jurusan Teknik Mesin






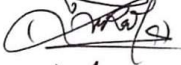


Dr. Ir. Syaharuddin Rasvid, M.T.
NIP.19680105 199403 1 001

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari ini, Kamis tanggal 7 September 2023, tim penguji ujian sidang laporan tugas akhir telah menerima dengan baik laporan tugas akhir oleh mahasiswa Muh Hidayat Nurwahid NIM 342 20 004 Muhammad Nurfadli NIM 342 20 011 dan Ayu Wulandari NIM 342 20 023 dengan judul “Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah”

Makassar, September 2023

Tim Penguji Seminar Hasil Tugas Akhir:

- | | | |
|--|---------------|---|
| 1. Prof.A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D. | Ketua |  |
| 2. Abdul Rahman, S.T.,M.T. | Sekretaris |  |
| 3. Ir. Lewi, M.T | Anggota I |  |
| 4. Nur Rahmah H. Anwar, S.T., M.T | Anggota II |  |
| 5. Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. | Pembimbing I |  |
| 6. Prof. Dr. Ir. Firman, M.T. | Pembimbing II |  |

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, karena berkat rahmat dan karunia-Nya, penulisan laporan tugas akhir ini yang berjudul “Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah” dapat diselesaikan dengan baik.

Dalam penulisan proposal tugas akhir ini tidak sedikit hambatan yang penulis alami. Namun, berkat bantuan berbagai pihak terutama pembimbing, hambatan tersebut dapat teratasi. Sehubungan dengan itu, pada kesempatan dan melalui lembaran ini penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan kepada:

1. Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan kesehatan serta kekuatan kepada kami untuk menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
2. Kedua orang tua tercinta, juga kepada saudara-saudara kami yang telah memberikan banyak bantuan berupa dorongan moral, bantuan materi, serta tak henti-hentinya memberikan doa yang tulus kepada kami dalam menyelesaikan proposal tugas akhir ini.
3. Bapak Ir. Ilyas Mansur, M.T. selaku Direktur Politeknik Negeri Ujung Pandang.
4. Bapak Dr. Ir. Syaharuddin Rasyid, M.T. selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
5. Ibu Sri Suwasti, S.ST.,M.T. selaku Ketua Program Studi D-3 Teknik Konversi Energi Politeknik Negeri Ujung Pandang.
6. Bapak Musrady Mulyadi, S.ST.,M.T. selaku wali kelas.

7. Bapak Muh. Yusuf Yunus, S.ST., M.T. sebagai Pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Firman, M.T. sebagai pembimbing II yang telah meluangkan waktu, tenaga serta kesempatannya untuk mengarahkan dan membimbing penulis dalam menyelesaikan laporan tugas akhir ini.
8. Segenap Dosen pada Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang yang terlibat membantu kami hingga laporan tugas akhir ini selesai.
9. Seluruh rekan mahasiswa yang telah berkenan membantu dan mendengarkan keluh kesah penulis, serta memberikan dukungan, solusi dan bantuan dalam pengerjaan tugas akhir ini hingga laporan tugas akhir ini dapat selesai.

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

Makassar, Septemeber 2023

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xi
SURAT PERNYATAAN.....	xii
RINGKASAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2. Rumusan Masalah.....	2
1.3 Ruang Lingkup Kegiatan.....	3
1.4 Tujuan Kegiatan.....	3
1.5 Manfaat Kegiatan.....	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya.....	5
2.2 Komponen utama pembangkit listrik tenaga surya.....	5
2.2.1 Panel Surya.....	5
2.2.2 Jenis – Jenis Panel Surya	8
2.2.3 Solar Charge Controller.....	11
2.2.4 Baterai / Aki	14
2.2.5 Lampu	17
BAB III METODE KEGIATAN	19
3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan	19
3.1.1 Tempat	
Error! Bookmark not defined.	
3.2 Alat dan Bahan.....	19

3.2.1 Alat	19
3.2.2 Bahan	20
3.3 Prosedur / Langkah Kerja	22
3.3.1 Studi Literatur.....	23
3.3.2 Perancangan Alat.....	23
3.3.3 Tahap Perakitan Alat	25
3.3.4 Tahap Pengujian Alat	26
BAB IV HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN.....	27
4.1 Survei Lapangan	27
4.2 Menentukan kebutuhan Panel surya.....	28
4.3 Menghitung kebutuhan energi dari baterai.....	30
4.4 Hasil Pengujian	31
4.4.1 Perhitungan data tanpa beban.....	31
4.4.2 Perhitungan data beban.....	38
BAB V PENUTUP	40
5.1 Kesimpulan	40
5.2 Saran	41
DAFTAR PUSTAKA	41



DAFTAR TABEL

Tabel 3.1 Alat yang digunakan.....	19
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan	20
Tabel 4.1 Kebutuhan Energi Panel surya.....	28
Tabel 4.2 Rangkuman komponen yang digunakan	31
Tabel 4.3 Hasil analisis Data Pengujian Panel Surya	33
Tabel 4.4 Data pengujian panel surya berbeban.....	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Panel Surya Jenis Monokristal	9
Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Polikristal	10
Gambar 2. 3 Panel Surya Jenis TFSC	11
Gambar 2.4 Solar Charge Controller PWM.....	13
Gambar 2.5 Solar Charge Controller MPPT	14
Gambar 2.6 Baterai/Aki Kering (VRLA)	16
Gambar 2.7 Baterai/Aki Basah.....	17
Gambar 2.8 Lampu DC.....	18
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir	22
Gambar 3.2 single Line diagram control panel surya.....	23
Gambar 3.3 Skema Layout Perancangan	24
Gambar 3. 4 Single line instalasi penerangan	24
Gambar 3.5 Diagram pengawatan Instalasi penerangan.....	25
Gambar 4.1 Rumah Kebun Bawang dan Kebun Bawang.....	27
Gambar 4.2 Spesifikasi Panel surya	29
Gambar 4.3 Grafik Hubungan Daya Input Panel Surya Terhadap Waktu.....	35
Gambar 4.4 Grafik Hubungan Daya Output Panel Surya Terhadap Waktu	36
Gambar 4.5 Hubungan antara Efisiensi (%) Panel Surya Terhadap Waktu	37
Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Arus (I) dengan Waktu	39
Gambar 4.7 Hubungan antara tegangan (V) dengan waktu	40

DAFTAR SIMBOL, SATUAN, DAN/ATAU SINGKATAN

SIMBOL	SATUAN	KETERANGAN
P_{in}	Watt	Daya input sel fotovoltaik
G	Watt/m ²	Intensitas radiasi matahari
A	m ²	Luasan sel fotovoltaik
P_{out}	Watt	Daya output sel fotovoltaik
V_{max}	Volt	Tegangan maksimum
I_{max}	Ampere	Arus maksimum
V_{oc}	volt	Tegangan rangkain terbuka
I_{sc}	Ampere	Arus hubung singkat
FF	<i>Fill Factor</i>	Faktor pengisi
V	volt	Tegangan
I	Ampere	Arus
η	%	Efisiensi

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data pengamatan PLTS tanpa beban hari pertama.....	46
Lampiran 2. Data pengamatan PLTS tanpa beban hari kedua	47
Lampiran 3. Data pengamatan PLTS tanpa beban hari ketiga	48
Lampiran 4. Data pengamatan PLTS tanpa beban hari keempat	49
Lampiran 5. Data pengamatan PLTS Berbeban hari pertama.....	50
Lampiran 6. Data pengamatan PLTS Berbeban hari kedua	51
Lampiran 7. Data pengamatan PLTS Berbeban hari ketiga.....	52
Lampiran 8. Data pengamatan PLTS Berbeban hari keempat	53
Lampiran 9. Foto Kegiatan.....	54



SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muh Hidayat Nurwahid

Nim : 342 20 004

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, September 2023



Muh Hidayat Nurwahid
NIM. 342 20 004

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Muhammad Nurfadli

Nim : 342 20 011

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah ” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, September 2023



Muhammad Nurfadli
NIM. 342 20 011

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Ayu Wulandari

Nim : 342 20 023

Menyatakan dengan sebenar-benarnya bahwa segala pernyataan dalam laporan tugas akhir ini, yang berjudul “Pemanfaatan PLTS Sebagai Sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah” merupakan gagasan, hasil karya saya sendiri dengan arahan pembimbing, dan belum pernah diajukan dalam bentuk apa pun pada perguruan tinggi dan instansi mana pun.

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

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

Makassar, September 2023



Ayu Wulandari
NIM. 342 20 023

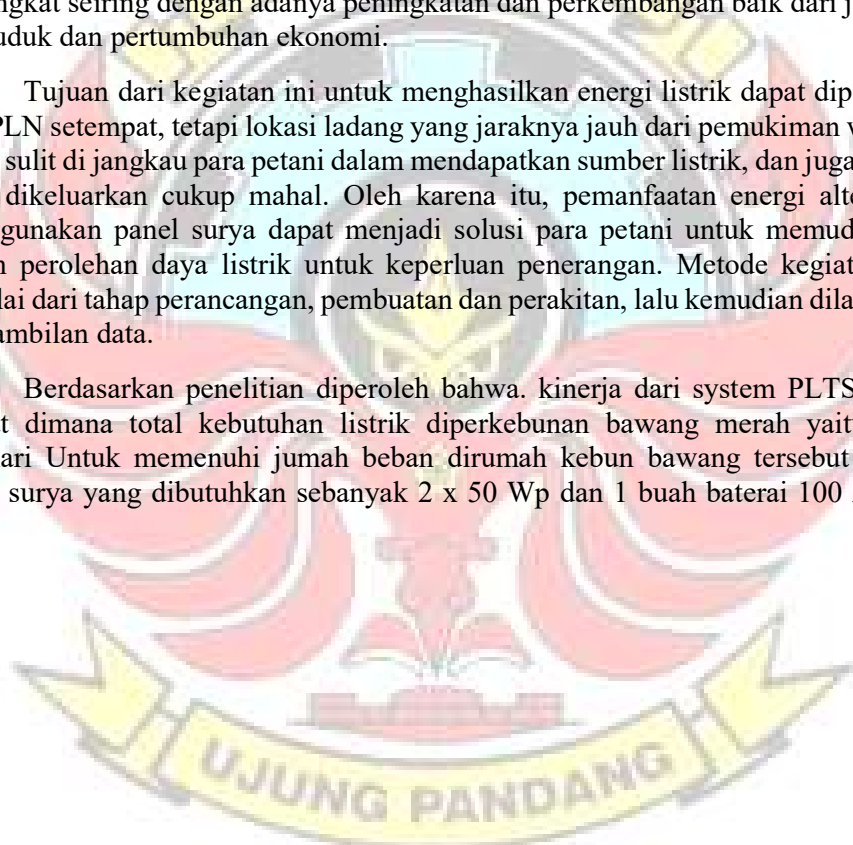
PEMANFAATAN PLTS SEBAGAI SUMBER PENERANGAN PADA PERKEBUNAN BAWANG MERAH

RINGKASAN

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer di dalam kehidupan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Kebutuhan energi listrik akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi.

Tujuan dari kegiatan ini untuk menghasilkan energi listrik dapat diperoleh dari PLN setempat, tetapi lokasi ladang yang jaraknya jauh dari pemukiman warga, maka sulit dijangkau para petani dalam mendapatkan sumber listrik, dan juga biaya yang dikeluarkan cukup mahal. Oleh karena itu, pemanfaatan energi alternatif menggunakan panel surya dapat menjadi solusi para petani untuk memudahkan dalam perolehan daya listrik untuk keperluan penerangan. Metode kegiatan ini dimulai dari tahap perancangan, pembuatan dan perakitan, lalu kemudian dilakukan pengambilan data.

Berdasarkan penelitian diperoleh bahwa kinerja dari system PLTS yang dibuat dimana total kebutuhan listrik diperkebunan bawang merah yaitu 612 Wh/hari Untuk memenuhi jumlah beban dirumah kebun bawang tersebut maka panel surya yang dibutuhkan sebanyak 2 x 50 Wp dan 1 buah baterai 100 Ah/12 volt.



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Energi listrik merupakan salah satu kebutuhan primer di dalam kehidupan masyarakat yang sangat penting dan sebagai sumber daya ekonomis yang paling utama dibutuhkan dalam berbagai kegiatan. Kebutuhan energi listrik akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dan perkembangan baik dari jumlah penduduk dan pertumbuhan ekonomi. Namun untuk mengatasi semakin menipisnya sumber energi yang memanfaatkan BBM (Bahan Bakar Minyak). Maka salah satu cara mengantisipasinya dengan memanfaatkan energi baru dan terbarukan, memanfaatkan energi seperti energi surya, angin, biomassa dan air (Iswanto,samsul,Dkk, 2022).

Kebutuhan masyarakat akan energi listrik sudah mencapai taraf ketergantungan, sehingga bisa dikatakan listrik juga termasuk kebutuhan primer yang banyak digunakan untuk membantu pekerjaan manusia bahkan berfungsi sebagai sumber penerangan pada malam hari.

Energi surya menggunakan Panel surya akan menyerap cahaya matahari dan menampung energi yang dihasilkan ke dalam sebuah baterai. Dengan demikian sistem biasa berjalan meskipun di sore hari, malam hari, atau ketika kondisi hujan. Di daerah pertanian listrik sangat dibutuhkan sebagai penerangan di perkebunan. Wilayah kabupaten Enrekang merupakan salah satu daerah di Sulawesi Selatan

yang berada diantara $3^{\circ} 14' 36''$ sampai $3^{\circ} 50' 00''$ Lintang selatan dan $119^{\circ} 40' 53''$ sampai $120^{\circ} 06' 33''$ Bujur Timur.

Di wilayah ini energi listrik dapat diperoleh dari PLN setempat, tetapi lokasi ladang yang jaraknya jauh dari pemukiman warga, maka sulit di jangkau para petani dalam mendapatkan sumber listrik, dan juga biaya yang dikeluarkan cukup mahal. Oleh karena itu, pemanfaatan energi alternatif menggunakan panel surya dapat menjadi solusi para petani untuk memudahkan dalam perolehan daya listrik untuk keperluan penerangan.

Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti mengajukan judul tugas akhir **“Pemanfaatan PLTS Sebagai sumber Penerangan Pada Perkebunan Bawang Merah”**.

1.2. Rumusan Masalah

Dari penjelasan diatas dapat di rumuskan suatu permasalahan yang harus diselesaikan, antara lain:

1. Bagaimana merancang alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan memanfaatkan PLTS sebagai sumber penerangan pada perkebunan bawang merah?
2. Bagaimana menentukan seberapa besar daya listrik yang digunakan sebagai penerangan pada perkebunan bawang merah?

1.3 Ruang Lingkup Kegiatan

Adapun ruang lingkup dari tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Pengujian awal dilakukan di lingkungan Lab Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pengujian lanjutan dilakukan perkebunan bawang merah Kelurahan Mataran, Kecamatan Anggeraja, Kab Enrekang.
2. Parameter-parameter yang harus diukur adalah intensitas cahaya, tegangan, arus, dan beban yang dipakai pada lampu penerangan perkebunan bawang merah

1.4 Tujuan Kegiatan

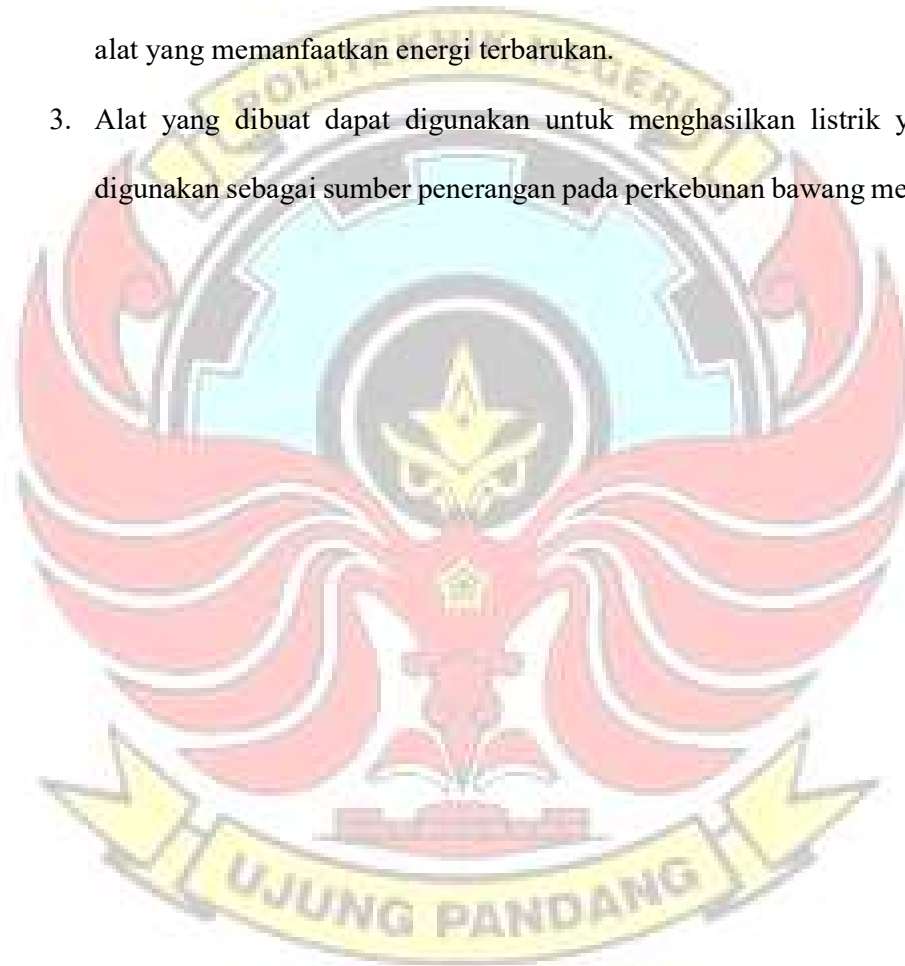
Adapun tujuan yang akan dicapai berdasarkan rumusan masalah adalah sebagai berikut:

1. Untuk mendapatkan hasil rancang bangun alat yang mampu menghasilkan energi listrik dengan menggunakan sumber energi dari pemanfaatan PLTS sebagai sumber penerangan pada perkebunan bawang merah.
2. Untuk menghitung besar daya listrik yang digunakan dari sistem sumber energi listrik tenaga surya dengan beban lampu pada penerangan perkebunan bawang merah.

1.5 Manfaat Kegiatan

Adapun manfaat yang didapatkan dari kegiatan ini adalah sebagai berikut:

1. Hasil perancangan alat ini diharapkan dapat membantu memaksimalkan pemanfaatan energi terbarukan.
2. Menjadi referensi tambahan dalam pembuatan maupun pengembangan alat yang memanfaatkan energi terbarukan.
3. Alat yang dibuat dapat digunakan untuk menghasilkan listrik yang digunakan sebagai sumber penerangan pada perkebunan bawang merah.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Pembangkit Listrik Tenaga Surya

Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) adalah suatu pembangkit yang merubah energi foton dari energi surya menjadi energi listrik. Konversi ini terjadi pada panel surya yang terdiri dari sel-sel surya. PLTS pada dasarnya memanfaatkan cahaya matahari untuk menghasilkan listrik DC (Direct Current), yang dapat diubah menjadi listrik AC (Alternating Current) apabila diperlukan. PLTS adalah pencatu daya dan dapat dirancang untuk kebutuhan listrik dari yang kecil sampai dengan yang besar, baik secara mandiri maupun hibrida (Akmal, 2020).

2.2 Komponen Utama Pembangkit Listrik Tenaga Surya

2.2.1 Panel Surya

Sumber energi cahaya matahari merupakan sumber energi yang dapat diperbaharui, oleh karena itu pemanfaatan cahaya matahari dapat dikonversi menjadi energi melalui suatu alat yaitu panel surya. Sel surya atau photovoltaic merupakan divais yang mampu mengkonversi langsung cahaya matahari menjadi energi listrik. Sel surya bisa disebut sebagai pameran utama untuk memaksimalkan potensi sangat besar energi cahaya matahari yang sampai kebumi. Panel surya ini membutuhkan material yang dapat menangkap cahaya matahari, selain dipergunakan untuk menghasilkan listrik, energi dari matahari juga bisa dimaksiksimumkan energi panasnya melalui sistem solar thermal (Adityawan, 2010).

Prinsip kerja fotovoltaik adalah apabila suatu bahan semikonduktor seperti bahan silikon disimpan dibawah sinar matahari, maka bahan silikon tersebut akan melepaskan sejumlah kecil listrik yang biasa disebut efek fotolistrik. Efek fotolistrik adalah pelepasan elektron dari permukaan metal yang disebabkan penumbukan cahaya. Efek ini merupakan proses dasar fisis dari fotovoltaik merubah energi cahaya menjadi listrik.

Cahaya matahari terdiri dari partikel-partikel yang disebut sebagai “photons” yang mempunyai sejumlah energi yang besarnya tergantung dari panjang gelombang pada spektrum cahaya. Pada saat photon menumbuk sel surya maka cahaya tersebut akan dipantulkan atau diserap atau mungkin hanya diteruskan. Cahaya yang diserap akan membangkitkan listrik.

Pada saat terjadi tumbukan, energi yang dikandung oleh photon ditransfer pada elektron yang terdapat pada atom sel surya yang merupakan bahan semikonduktor. Dengan energi yang didapat dari photon, elektron melepaskan diri dari ikatan normal bahan semikonduktor dan menjadi arus listrik yang mengalir dalam rangkaian listrik yang ada. Dengan melepaskan dari ikatannya, electron tersebut menyebabkan terbentuknya lubang atau “hole” (Mangapul, J. 2016). Berikut ini adalah persamaan rumus yang digunakan pada panel surya (Julisman dkk., 2017):

1. Daya Input

$$P_{in} = G \times A \dots\dots\dots(2-1)$$

Dimana;

P_{in} = Daya input sel photovoltaic (Watt)

G = Intensitas radiasi matahari (Watt/m²)

A = Luasan sel photovoltaic (m²)

2. Faktor pengisi (*fill factor*, FF)

$$FF = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \dots\dots\dots(2-2)$$

Dimana ;

V_{max} = Tegangan maksimum (V)

I_{max} = Arus maksimum (A)

V_{oc} = Tegangan rangkaian terbuka (V)

I_{sc} = Arus hubung singkat (A)

3. Daya Output

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \cdot FF \dots\dots\dots(2-3)$$

Dimana ;

P_{out} = Daya output sel photovoltaic (Watt)

V = Tegangan panel surya (V)

I = Arus panel surya (A)

FF = *Fill Factor*

4. Efisiensi

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\% \dots\dots\dots(2-4)$$

Dimana ;

η = Efisiensi (%)

P_{out} = Daya output sel photovoltaic (Watt)

P_{in} = Daya input sel photovoltaic (Watt)

2.2.2 Jenis – Jenis Panel Surya

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya.

Secara garis besar sel surya dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

1. Monokristal (Mono-crystalline)

Sel surya jenis monocrystalline ini dibuat dari silikon kristal tunggal yang didapat dari peleburan silikon dalam bentukan bujur. Material silikon ini diiris tipis menggunakan teknologi khusus. Dengan digunakannya teknologi inilah, kepingan sel surya yang dihasilkan akan identik satu sama lainnya dan memiliki kinerja tinggi. Sel surya jenis ini dapat dibuat setebal 200 mikron, dengan nilai efisiensi sekitar 24% (Alfatiha dkk, 2009). Namun kekurangan dari jenis ini adalah akan bekerja maksimal saat cahaya matahari sedang dalam intensitas yang tinggi. Namun setelah itu, apabila intensitas cahaya berkurang maka kinerjanya akan menurun secara drastis. Biaya sel surya ini juga lebih mahal dibandingkan dengan jenis sel surya yang lain.

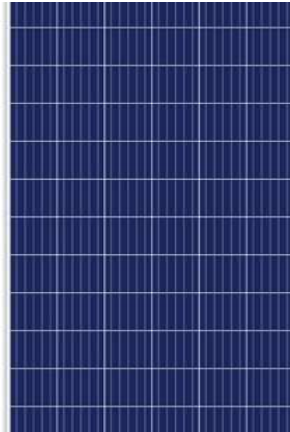


Gambar 2. 1 Panel Surya Jenis Monokristal

(Sumber: pngdownload.id)

2. Polikristal (Poly-crystalline)

Sel surya jenis ini dibuat dari beberapa batang kristal silikon yang dicairkan, setelah itu dituang dalam cetakan yang berbentuk persegi kemudian dilakukan pendinginan perlahan untuk mendapatkan bahan campuran silikon yang akan timbul diatas lapisan silikon. Sel ini memiliki efektivitas 18%. Pada aplikasinya, sel surya ini akan tetap bekerja saat intensitas matahari menurun atau dalam keadaan mendung. Jadi energi yang di hasilkan akan lebih kontinyu walaupun intensitas sinar matahari tidak konstan.



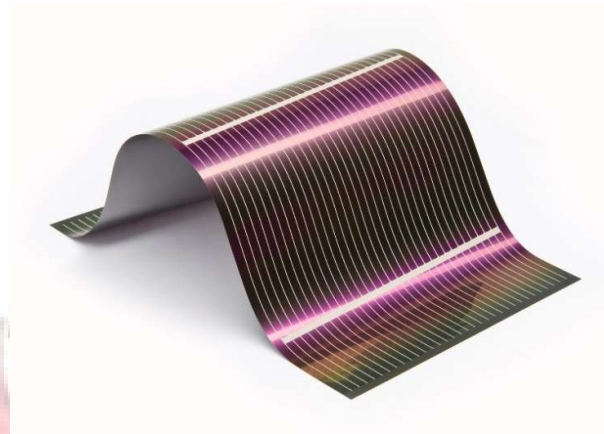
Gambar 2. 2 Panel Surya Jenis Polikristal

(Sumber: jarwinn.com)

3. TFSC (Thin Film Solar cell)

Jenis sel surya ini dibuat dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya tipis kedalam sebuah lapisan dasar dengan stuktur lapisan tipis mikrokrystal-silikon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8,5%. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Karena bentuknya tipis, jadi panel surya ini sangat ringan dan fleksibel. Ketebalan lapisannya bisa diukur mulai dari nanometers hingga mikrometers. Ada 3 jenis sel surya, tipe ini dibedakan berdasarkan materialnya yaitu, Amorphous Silicon (a-Si) Solar cell yang terbuat dari Amorphous Silicon, Cadmium Telluride (CdTe) Solar cell yang terbuat dari bahan Cadmium Telluride, dan Copper Indium Gallium Selenide (CIGS) Solar cell yang terbuat dari bahan Copper Indium Gallium Selenide merupakan yang paling efisien dibanding dua lainnya dan juga tidak mengandung bahan yang

berbahaya yaitu Cadmium seperti yang terdapat pada sel surya CdTe (Haryanto, 2018).



Gambar 2. 3 Panel Surya Jenis TFSC
(Sumber: materialdistrict.com)

2.2.3 Solar Charge Controller

Charge Controller merupakan peralatan elektronik yang berfungsi sebagai pengatur arus searah yang diisi ke baterai dan diambil dari baterai ke beban. Seperti namanya yaitu Charge controller yang bertugas mengatasi overcharging (kelebihan pengisian karena baterai sudah 'penuh') dan kelebihan voltase dari panel surya atau pun turbin angin. Dimana Kelebihan voltase dan pengisian dapat menyebabkan pengurangan umur baterai.

Solar Charge Controller terdiri dari 1 input dan 2 output yaitu:

- a. input (2 terminal) dihubungkan dengan output dari panel surya
- b. 1 output (2 terminal) terhubung dengan baterai
- c. 1 output (2 terminal) terhubung dengan 1 beban DC.

Prinsip kerja charge controller terbagi menjadi 2 yaitu;

- a. Mode Charging: pengisi baterai dan menjaga pengisian jika baterai sudah mulai penuh
- b. Mode Operation: Penggunaan baterai ke beban, baterai ke beban akan diputus jika baterai sudah mulai kosong.

2.2.3.1 Type-type Solar Charge Controller

1. Solar Charge Controller PWM (*Pulse Width Modulation*)

SCC tipe PWM memiliki output tegangan dari modul surya yang konstan, dimana nilai tegangan ini disesuaikan dengan tegangan kerja dari baterai. Artinya adalah, baterai tidak akan bisa diisi apabila tegangan output panel dari panel surya lebih rendah daripada tegangan kerja baterai. System dari SCC tipe PWM dapat mengurangi stress pada baterai tidak terlalu besar, sehingga dapat memperpanjang usia baterai.

Pada dasarnya SCC tipe PWM seperti saklar yang menghubungkan tegangan modul surya dengan tegangan baterai. Pada SCC tipe PWM ketika baterai sudah terisi penuh, system SCC akan secara otomatis melakukan *quick switch* secara cepat untuk mengatur tegangan baterai dan membuatnya konstan. SCC tipe PWM memastikan baterai tidak mengalami *overcharging* (Nugraha, 2020).



Gambar 2.4 *Solar Charge Cotroller PWM*

(Sumber: www.ubuy.co.id)

2. Solar Charge Controller MPPT (*Maximum Power Point Tracking*)

Maximum Power Point Tracking atau sering disingkat dengan MPPT merupakan sebuah sistem elektronik yang dioperasikan pada sebuah panel surya sehingga panel surya bisa menghasilkan power maksimum. Perlu diperhatikan, MPPT bukanlah sebuah sistem tracking mekanik yang digunakan untuk mengubah posisi modul terhadap posisi matahari sehingga mendapatkan energi maksimum matahari. MPPT benar-benar sebuah sistem elektronik yang bisa menelusuri titik power maksimum yang bisa dikeluarkan oleh sebuah panel surya.

SCC tipe MPPT dapat menyesuaikan tegangan panel yang lebih tinggi dari tegangan baterai tanpa kehilangan arus dalam proses penyesuaian. Secara teori SCC tipe MPPT memiliki nilai efisiensi yang lebih tinggi jika dibandingkan SCC tipe PWM. SCC tipe MPPT memiliki efisiensi operasi berkisar pada 92-95 %, namun nilai efisiensi tersebut bergantung

dengan system PLTS yang digunakan serta bagaimana kondisi lingkungan.



Gambar 2.5 *Solar Charge Controller MPPT*
(Sumber: <https://www.sunsky.com>)

2.2.4 Baterai / Aki

Baterai atau aki bekerja atas dasar pengisian dan pengosongan energi listrik yang terdapat di dalamnya. Pada saat aki dipakai, maka terjadi pengosongan, dimana kedua elektrodanya akan menjadi timbal sulfat. Hal ini disebabkan kedua elektroda yang bereaksi terhadap larutan asam sulfat. Pada reaksi tersebut elektroda timbal melepaskan banyak elektron, akibatnya terjadi aliran listrik dari timbal dioksidanya. Dalam aki terdapat sel untuk menyimpan arus yang mengandung asam sulfat. Tiap sel berisikan pelat positif dan pelat 16 negatif. Pada pelat positif mengandung mengandung oksida timah coklat (PbO_2), sedangkan pelat negatif mengandung timah (Pb). Pelat-pelat di tempatkan pada batang penghubung. Pemisah atau separator menjadi isolasi diantara pelat itu, dibuat agar baterai acid mudah beredar di seliling pelat. (Faqih, 2015).

Baterai berfungsi menyimpan arus listrik yang dihasilkan oleh panel surya sebelum dimanfaatkan untuk menyuplai beban, selama waktu adanya matahari, array panel menghasilkan daya listrik. Kapasitas aki ditentukan dengan satuan Amper-jam (Ampere-hours atau disingkat dengan satuan Ah). Aki yang sesuai pada penggunaan PV adalah jenis baterai deep cycle lead acid yang memiliki kapasitas 100 Ah, 12 V dan 24 Vdc dengan efisiensi 80%.

Kapasitas battery dalam Ampere-Hour (Ah) dapat dihitung berdasarkan total beban yang dilayani dan waktu beban tersebut beroperasi adalah

$$\text{Kapasitas Baterai} = \frac{\text{Total Beban Pemakaian Harian}}{\text{DoD} \times V_{dc}} \dots\dots\dots(2-5)$$

$$\text{Jumlah Baterai yang dibutuhkan} = \frac{\text{Kapasitas Baterai}}{\text{Kuat arus per jam yang dipakai}} \dots\dots\dots(2-6)$$

Dimana :

DoD = *Depth of Discharge* (80%)

V_{dc} = Tegangan nominal baterai (V)

2.2.4.1 Jenis-jenis Baterai/Aki

1. Baterai/Aki Kering (VRLA)

Baterai VRLA (Valve-Regulated Lead-Acid Battery) adalah sebuah baterai dengan elektroda yang terbuat dari timbal yang terendam oleh asam sulfat encer. Seringkali baterai ini dinamakan baterai kering dan karena bentuk serta rancangan dari baterai ini, menyebabkan mereka

dapat dipasang diposisi mana saja dan tidak memerlukan pemeliharaan yang konstan bila dibandingkan dengan baterai basah.

Baterai jenis ini banyak digunakan dalam perangkat listrik portable yang besar, system tenaga off-grid (tidak terhubung ke jaringan listrik PLN) dan lain-lainnya. Baterai VRLA sangat rentan dengan panas yang tinggi sehingga dapat menyebabkan rusaknya sel-sel baterai.



Gambar 2.6 Baterai/Aki Kering (VRLA)

(Sumber: <https://liebert-service.id>)

2. Baterai/Aki Basah

Aki basah adalah sebuah baterai yang berisi cairan asam sulfat (H_2SO_4). Ciri utamanya memiliki lubang dengan penutup yang berfungsi menambah air aki saat ia kekurangan akibat penguapan saat terjadi reaksi kimia antara sel dan air aki. Sel-selnya menggunakan bahan timbal (Pb).

Kelemahan aki jenis ini adalah pemilik harus rajin memeriksa ketinggian level air aki secara rutin. Cairannya bersifat sangat koroasif. Uap air aki mengandung hydrogen yang cukup rentan terbakar dan meledak jika terkena percikan api. Memiliki sifat self-discharge paling esar disbanding aki lain sehingga harus dilakukan penyetruman ulang saat ditinggalkan terlalu lama.



Gambar 2.7 Baterai/Aki Basah

(Sumber: www.carmudi.co.id)

2.2.5 Lampu

Lampu adalah sebuah benda yang berfungsi sebagai penerang, lampu memiliki bentuk seperti botol dengan rongga yang berisi kawat kecil yang akan menyala apabila disambungkan ke aliran listrik. Lampu LED merupakan singkatan dari *Light Emitting Diode* yang dapat memancarkan cahaya. Karena merupakan diode, bahan utama dari LED ialah semikonduktor.

Ketika sebuah diode sedang mengalirkan electron, terjadi pelepasan energi yang umumnya berbentuk emisi panas dan cahaya. Material semikonduktor pada diode sendiri menyerap cukup banyak energi cahaya sehingga tidak seluruhnya dilepaskan.

Umumnya LED dibungkus oleh bahan plastic yang dirancang sedemikian sehingga cahaya yang dikeluarkan terfokus pada suatu arah tertentu. LED yang menghasilkan warna berbeda-beda berdasarkan bahan semikonduktor yang digunakan serta membutuhkan tingkat energi berbeda untuk mendapatkan emisi cahaya. Pada semikonduktor doping yang digunakan adalah gallium, arsenide, dan phosphorus. Artinya jenis doping yang berbeda menghasilkan warna cahaya yang berbeda.



Gambar 2.8 Lampu DC
(Sumber : www.blibli.com)

BAB III

METODE KEGIATAN

3.1 Tempat dan Waktu Kegiatan

Proses pengerjaan alat dilaksanakan di Bengkel Listrik dan pemipaan Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang. Alat yang sudah selesai dibuat selanjutnya di uji di halaman Bengkel Listrik dan pemipaan. Pengujian selanjutnya dilaksanakan di perkebunan bawang merah Kelurahan Mataran, Kecamatan Anggeraja, Kabupaten Enrekang.

Proses pengerjaan tugas akhir ini berlangsung sejak bulan Maret sampai dengan bulan Juni 2023. Pembuatan alat ini dilakukan hingga akhir bulan Mei 2023, Sedangkan proses pengujian dilaksanakan pada bulan Juli 2023.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat

Alat yang digunakan dalam proses pembuatan rancang bangun yaitu:

Tabel 3.1 Alat yang digunakan

No.	Nama Alat
1.	Obeng (+) dan (-)
2.	Tang kombinasi
3.	Bor Tangan
4.	Multimeter
5.	Pyranometer
6.	Geragaji
7.	Cutter
8.	Palu

3.2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam proses rancang bangun yaitu:

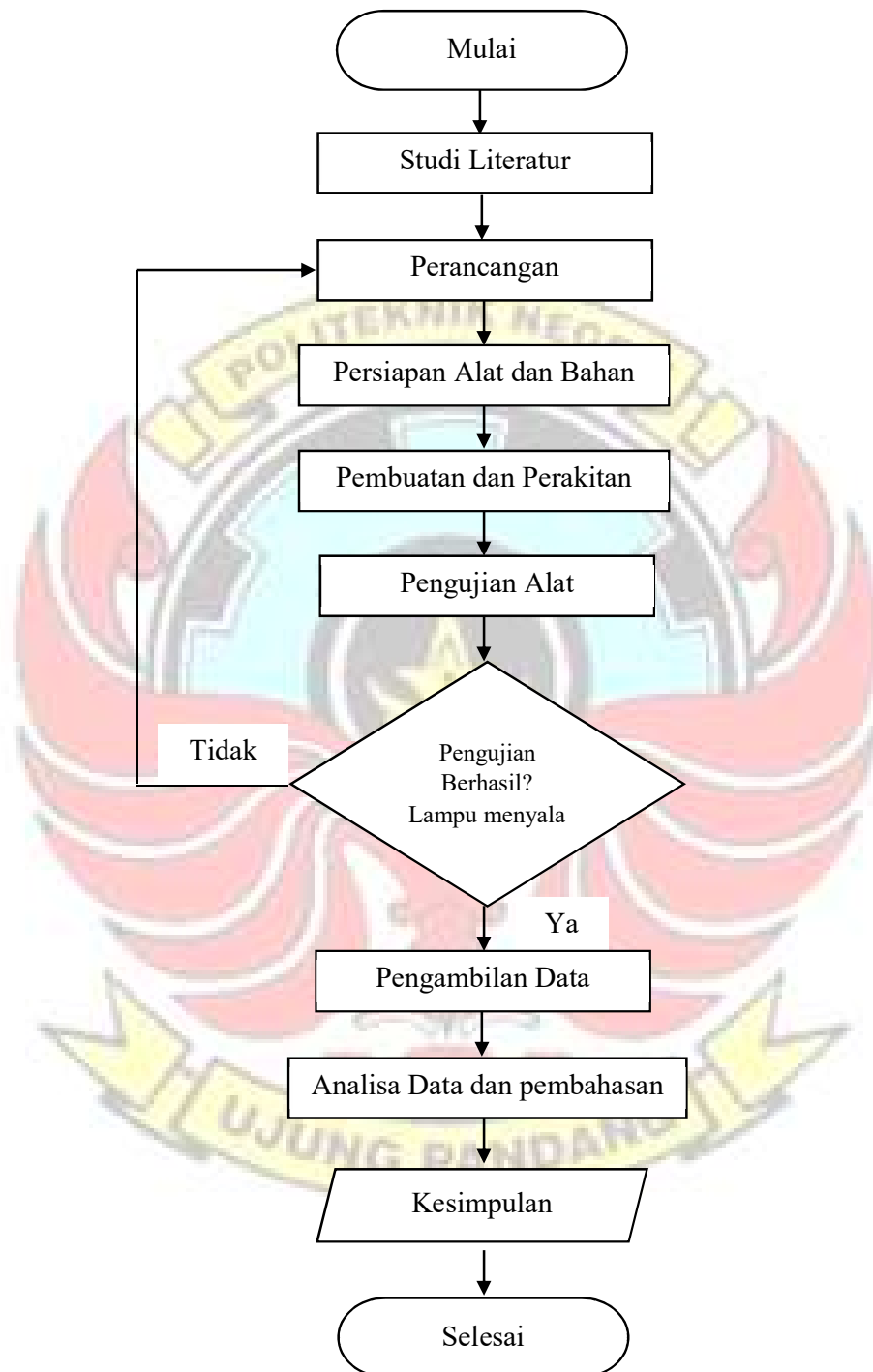
Tabel 3.2 Bahan yang digunakan

No.	Nama Bahan	Jumlah	Spesifikasi
1.	Panel surya 50 Wp	2	<ul style="list-style-type: none">• Max. Power 50 w• Max. power voltage 16.5 v• Max. Power current 3.34 A• Open circuit voltage 21.1 V• Short circuit current 4.23 A• Nominal operating cell Temp 45±2°C• Max. system Voltage 1000V• Max. serie Fuse 16 A• Weight 6.5 Kg• Dimension 775 x 680 x 28 mm
2.	Baterai / Aki	1	<ul style="list-style-type: none">• Tegangan 12 Volt• Kapasitas 100 Ah
3.	<i>Solar Charge Controller</i> MPTT	1	<ul style="list-style-type: none">• Sistem 12 Volt• Nilai Arus keluaran 20 A
4.	Box panel	1	<ul style="list-style-type: none">• Deminsion 20 x 30 x 12 cm
5.	Lampu DC	6	<ul style="list-style-type: none">• Tegangan 12 Volt• Daya 6 watt
6.	Lampu DC	6	<ul style="list-style-type: none">• Tegangan 12 Volt• Daya 5 Watt
7.	Saklar Tunggal	1	
8.	Saklar seri	1	
9.	Tedos	3	
10.	Vitting	3	
11.	MCB DC 2 poll	2	<ul style="list-style-type: none">• Tegangan 550-800 volt

			• Nilai Arus 20 A
12.	Watt meter	3	
13.	Kabel	secukupnya	<ul style="list-style-type: none"> • Panjang 20 meter • Diameter 2 x 2,5 mm



3.3 Prosedur / Langkah Kera



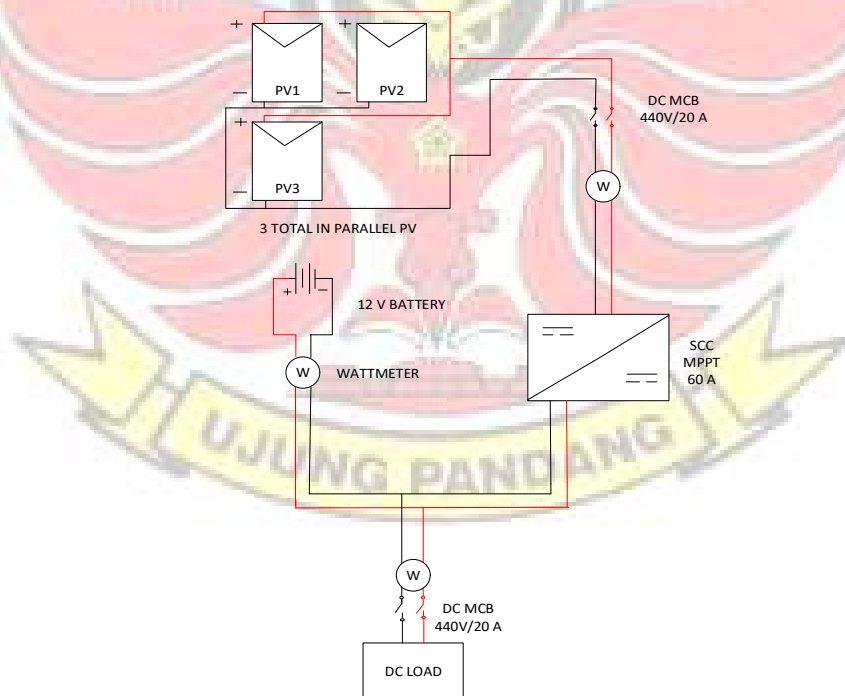
Gambar 3.1 Diagram Alir Kegiatan Tugas Akhir

3.3.1 Studi Literatur

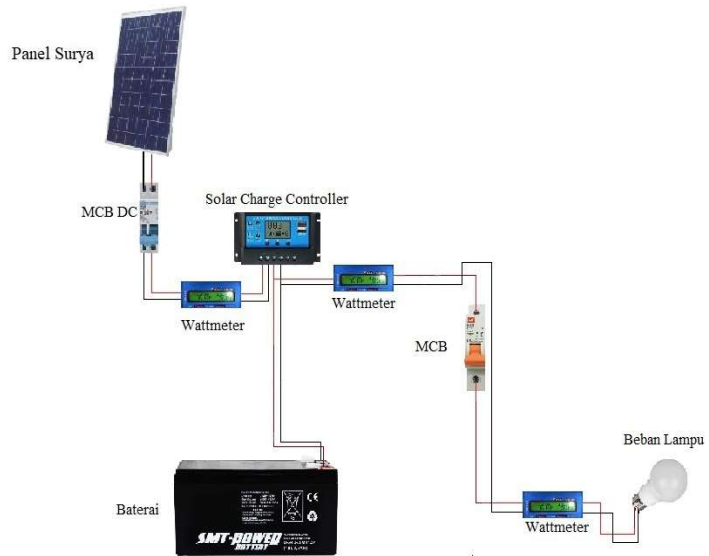
Pada tahap ini, berupa pengumpulan data dan informasi serta referensi yang digunakan untuk mencari ide-ide penelitian, kebaharuan penelitian, mencari metode yang mendukung dan dapat memudahkan pengerjaan alat uji.

3.3.2 Perancangan Alat

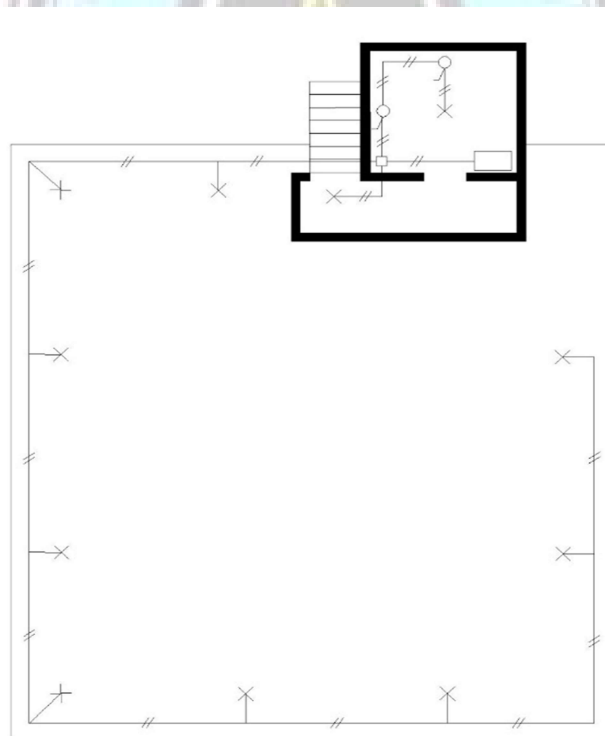
Setelah melakukan studi literatur maka dilakukan tahap perancangan. Tahap perancangan adalah kegiatan yang tujuannya untuk menghasilkan rancangan yang memenuhi kebutuhan yang ditentukan selama studi literatur. Tahap ini juga bertujuan untuk memberikan gambaran umum dari sistem yang akan berjalan dan mempertimbangkan beberapa rancangan agar pembangkit ini dapat beroperasi dengan optimal.



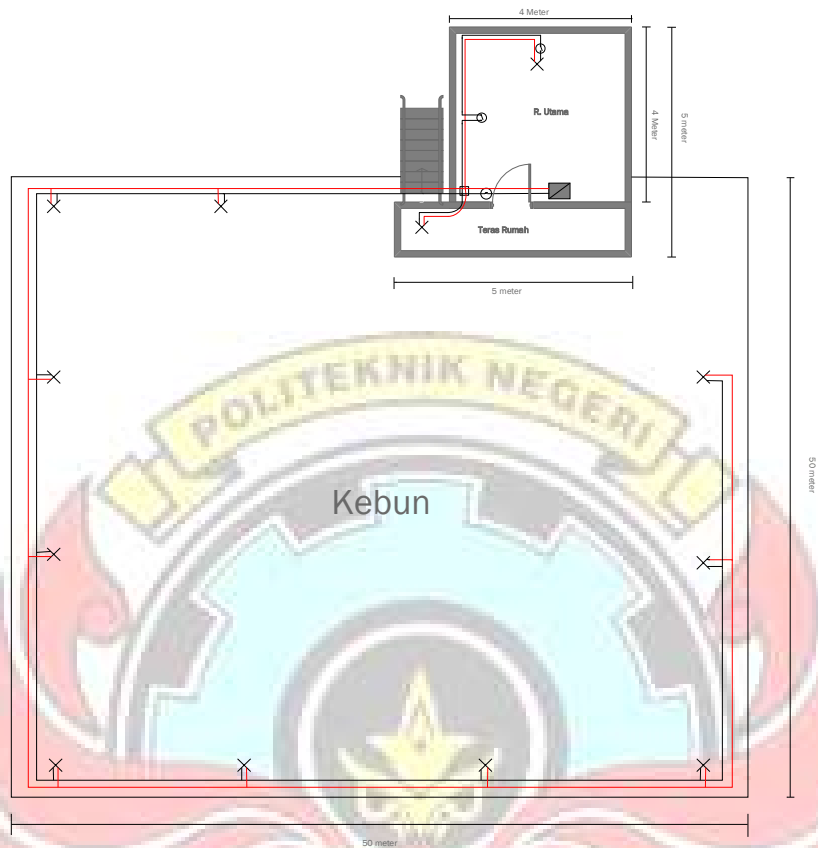
Gambar 3.2 single Line diagram control panel surya



Gambar 3.3 Skema *Layout* Perancangan



Gambar 3. 4 *Single line* instalasi penerangan



Gambar 3.5 Diagram pengawatan Instalasi penerangan

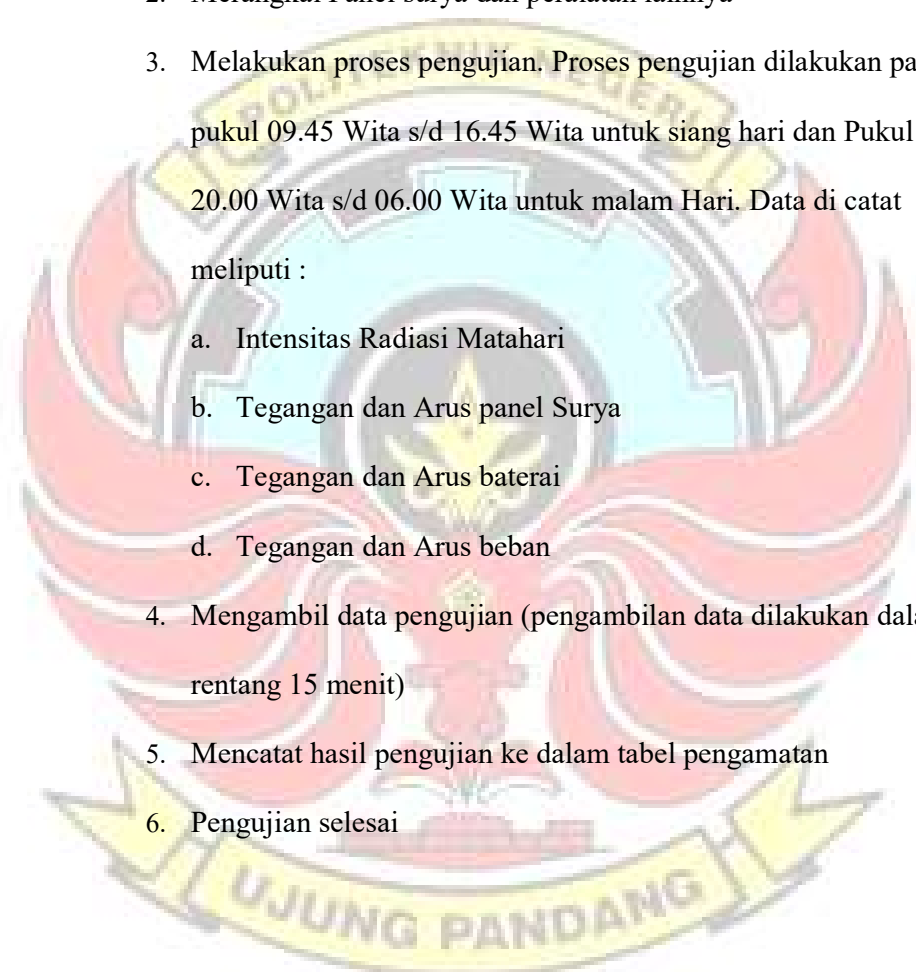
3.3.3 Tahap Perakitan Alat

Dalam proses perakitan alat ini, dibuat sesuai dengan desain gambar skema yang telah dibuat pada gambar 3.2 diatas. Pada gambar diatas sumber listrik (panel surya) dihubungkan ke MCB, kemudian output dari MCB ke wattmeter untuk mengukur daya yang di hasilkan pada panel surya, kemudian masuk ke solar charge controller, output dari controller berupa tegangan DC digunakan untuk mengisi baterai, tegangan DC dari batrei kemudian masuk ke wattmeter, output dari wattmeter sebelum menyuplai energi listrik ke lampu terlebih dahulu di sambungkan ke MCB sebagai pengaman pada instalasi lampu.

3.3.4 Tahap Pengujian Alat

Setelah melakukan perakitan, maka dilanjutkan dengan melakukan pengujian alat. Adapun Langkah – Langkah yang dilakukakan sebagai berikut;

1. Menggunakan alat pelindung diri
2. Merangkai Panel surya dan peralatan lainnya
3. Melakukan proses pengujian. Proses pengujian dilakukan pada pukul 09.45 Wita s/d 16.45 Wita untuk siang hari dan Pukul 20.00 Wita s/d 06.00 Wita untuk malam Hari. Data di catat meliputi :
 - a. Intensitas Radiasi Matahari
 - b. Tegangan dan Arus panel Surya
 - c. Tegangan dan Arus baterai
 - d. Tegangan dan Arus beban
4. Mengambil data pengujian (pengambilan data dilakukan dalam rentang 15 menit)
5. Mencatat hasil pengujian ke dalam tabel pengamatan
6. Pengujian selesai



BAB IV

HASIL DAN DESKRIPSI KEGIATAN

4.1 Survei Lapangan

Tujuan dilakukannya kegiatan survey lapangan ini adalah untuk menghitung dan mengetahui secara detail estimasi kebutuhan listrik pada perkebunan bawang merah. Informasi ini akan digunakan sebagai dasar dalam penentuan kebutuhan listrik.



Gambar 4.1 Rumah Kebun Bawang dan Kebun Bawang

Selain itu dilakukan suvey kelayakan teknis untuk mengetahui factor-factor di lapangan yang akan mempengaruhi hal-hal teknis seperti perancangan system, peletakan komponen, serta instalasi system.

4.2 Menentukan kebutuhan Panel surya

Tabel 4. 1 Kebutuhan Energi Panel surya

NO	Jenis Lampu	Beban	Lama operasi (Jam)	Energi per/hari (Wh)
1.	Lampu led (rumah kebun)	6 watt	2 jam	12
2.	Lampu Led (rumah kebun)	6 watt	2 jam	12
3.	Lampu Led (rumah kebun)	6 watt	2 jam	12
4.	Lampu Led (kebun)	6 watt	12 jam	72
5.	Lampu Led (kebun)	6 watt	12 jam	72
6.	Lampu Led (kebun)	6 watt	12 jam	72
7.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
8.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
9.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
10.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
11.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
12.	Lampu Led (kebun)	5 watt	12 jam	60
Total				612 Wh

Pada kenyataan ada losses daya, maka tambahkan sebesar 20% jadi

$$20\% * 612 = 122,4 = 123 \text{ W}$$

$$\text{Maka total kebutuhan daya : } 612 \text{ W} + 123 \text{ W} = 735 \text{ wh}$$

Menentukan jam matahari ekivalen Equivalent Sun Hours (ESH) terburuk.

Jam matahari ekivalen suatu tempat ditentukan berdasarkan peta radiasi harian rata

– rata (insolasi) matahari dunia yang dikeluarkan oleh solarex. (solarex, 1996)

ESH untuk kawasan indonesia timur = 5 jam/perhari.

Maka rumus yang digunakan yaitu:

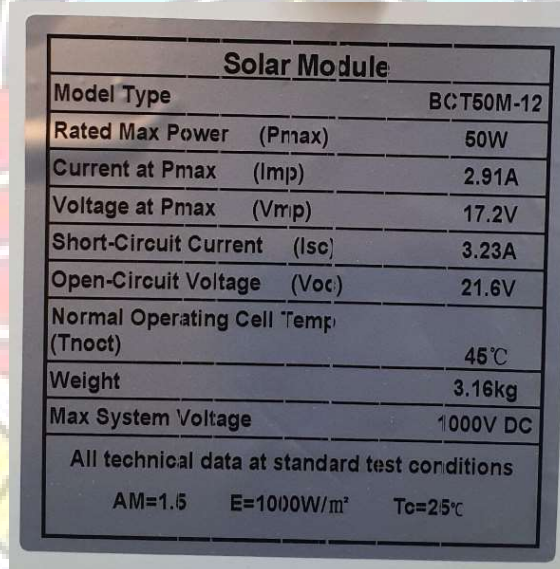
Kebutuhan panel surya = total kebutuhan daya / jam matahari ekivalen

Maka, kebutuhan panel surya = 735 Wh / 5 jam

$$= 147 \text{ wp}$$

Adapun panel surya yang digunakan adalah panel surya 50 wp jenis mono

maka : $147 / 50 = 2,94$ dibulatkan menjadi 3 panel surya



Solar Module	
Model Type	BCT50M-12
Rated Max Power (Pmax)	50W
Current at Pmax (Imp)	2.91A
Voltage at Pmax (Vmp)	17.2V
Short-Circuit Current (Isc)	3.23A
Open-Circuit Voltage (Voc)	21.6V
Normal Operating Cell Temp (Tnoct)	45°C
Weight	3.16kg
Max System Voltage	1000V DC
All technical data at standard test conditions	
AM=1.5 E=1000W/m ² Tc=25°C	

Gambar 4.2 Spesifikasi Panel surya

4.3 Menghitung kebutuhan energi dari baterai

a. Menurut factor teori

- Kapasitas Baterai = 12 Volt
- DoD = 80 %
- Autonomy = 1
- Kuat Arus per jam = 100 Ah

$$\text{Kapasitas baterai} = \frac{735 \times 1}{0,8 \times 12} = 76,56 \text{ Ah}$$

$$\text{Jumlah baterai yang di butuhkan} = \frac{76,56}{100} = 0,76 \text{ atau 1 buah baterai}$$

b. Menurut factor actual

- Kapasitas Baterai = 12 V
- Total daya = 735 wh
- Kuat arus = 100 Ah
- Daya baterai = 12 V x 100 Ah = 1200 W

Maka rumus yang digunakan yaitu :

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{\text{total daya}}{\text{daya baterai}}$$

$$\text{Jumlah baterai} = \frac{735 \text{ Wh}}{1200 \text{ W}} = 0,612 \text{ atau 1 buah baterai}$$

Berdasarkan perhitungan-perhitungan diatas, maka di peroleh tabel spesifikasi komponen PLTS untuk instalasi penerangan lampu pada rumah kebun sebgai berikut :

Tabel 4.2 Rangkuman komponen yang digunakan

Komponen	Parameter	Nilai	Unit
Panel Surya	Kapasitas	50	Wp
	Tegangan kerja	12	Vdc
	Jumlah	3	Unit
Baterai	Hari otonami	1	Hari
	Tegangan kerja	12	Vdc
	Arus	100	Ah
	Spesifikasi DoD	80	%
	Jumlah	1	Unit

4.4 Hasil Pengujian

Pengujian berbeban dilakukan selama 10 jam mulai dari pukul 20.00 hingga 06.00 WITA. Energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya disimpan dibaterai. Energi listrik yang tersimpan di baterai tersebut digunakan untuk menyalakan lampu. Nyala dari lampu tersebut bertujuan untuk menerangi rumah kebun beserta kebun bawang itu sendiri.

4.4.1 Perhitungan data tanpa beban

1). Menghitung Daya Input (Pin) panel Surya

Untuk menghitung daya input panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.1 dengan menggunakan data pertama pada lampiran tabel 1 maka di dapatkan nilai daya input panel surya sebagai berikut:

Diketahui:

$$\begin{aligned}
 A &= \text{Panjang panel} \times \text{Lebar panel} \times \text{Jumlah panel} \\
 &= 0,77\text{m} \times 0,54 \text{ m} \times 2 \\
 &= 0,8316 \text{ m}^2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jadi, Pin} &= G \times A \\
 &= (922 \text{ w/m}^2) \times (0,8316 \text{ m}^2) \\
 &= 766,7 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan data lain selengkapnya dapat dilihat pada tabel 4.3.

2). Menghitung Daya Output (Pout) Panel Surya

Untuk menghitung daya output panel surya menggunakan rumus pada persamaan 2.3 dengan menggunakan data setiap 15 mnit pada lampiran Tabel 1, maka didapatkan nilai daya output panel surya sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 P_{out} &= V \times I \\
 &= (13,53\text{V}) (3,96 \text{ A}) \\
 &= 53,5 \text{ W}
 \end{aligned}$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya dapat dilihat pada tabel 4.3.

3). Menghitung Efisiensi Panel Surya

Untuk menghitung efisiensi panel surya digunakan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{P_{out}}{P_{in}} \times 100\%$$

$$\eta = \frac{53,5}{766,7} \times 100\%$$

$$\eta = 6,9\%$$

Untuk hasil perhitungan data lainnya selengkapnya dapat dilihat pada table 4.3.

4). Tabel Hasil analisis data Panel surya

Berdasarkan perhitungan-perhitungan di atas, maka diperoleh tabel hasil analisis data pengujian panel surya sebagai berikut

Tabel 4.3 Hasil analisis Data Pengujian Panel Surya

Waktu (wita)	G (W/m ²)	Tegangan Panel(V)	Arus Panel(I)	Pin (W)	Pout (W)	efisiensi (η)	Temperature (°C)
9,45	922	13,53	3,96	7.667	53,5	6,9%	24° cerah
10,00	948	13,56	4,03	7.884	54,7	6,9%	24° cerah
10,15	978	13,61	4,07	8.133	55,3	6,7%	24° cerah
10,30	988	13,90	4,17	8.216	57,6	7.0%	24° cerah
10,45	1010	14,83	3,93	8.399	58,2	6,9%	26° cerah
11,00	1003	14,83	3,94	8.341	58,4	6,7%	26° cerah
11,15	1001	15,41	3,78	8.324	58,2	6,9%	26° cerah
11,30	890	14,22	3,68	7.401	52,3	7,0%	26° cerah
11,45	1048	16,22	3,54	8.715	57,4	6,5%	28° cerah
12,00	1067	15,90	3,56	8.873	56,6	6,3%	28° cerah
12,15	973	16,64	3,53	8.091	58,7	7,2%	28° cerah
12,30	417	13,36	2,28	3.468	30,4	8,7%	28° berawan
12,45	1037	15,72	3,27	8.624	51,4	5,9%	28° cerah
13,00	700	13,25	1,73	5.821	22,9	3,9%	28° berawan
13,15	881	13,84	3,07	7.326	43,1	5,8%	28° cerah
13,30	828	15,7	3,12	6.886	49,1	7,1%	28° cerah
13,45	586	13,24	1,97	4.873	22,3	4,5%	28° cerah
14,00	138	12,93	0,84	1.148	10,4	9,0%	28° berawan
14,15	181	12,98	1,03	1.505	13,4	8,9%	30° berawan
14,30	251	13,09	1,12	2.087	14,5	6,9%	30° berawan
14,45	150	12,92	0,79	1.247	10,2	8,1%	30° berawan
15,00	219	13,09	1,42	1.821	19,5	10,7%	31° berawan

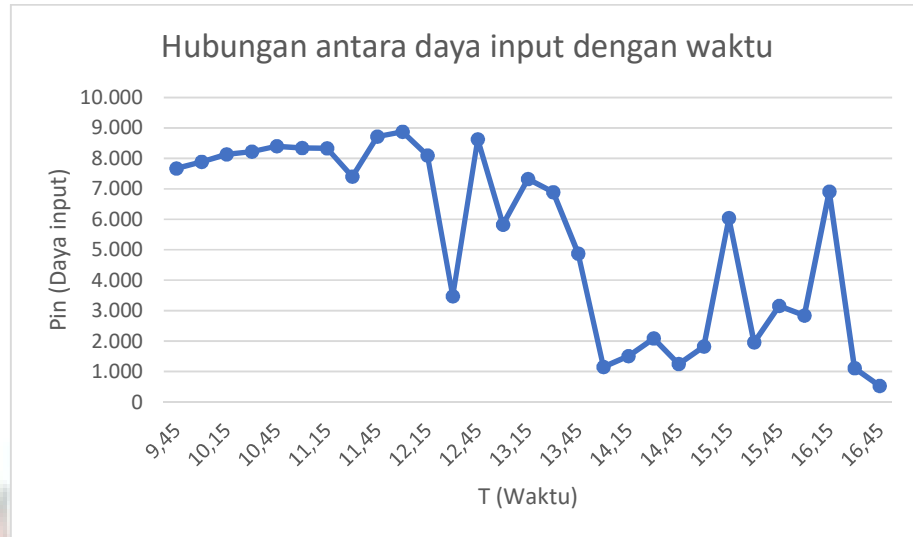
15,15	726	13,12	1,08	6.037	13,8	2,3%	31° berawan
15,30	236	12,98	0,97	1.963	13,1	6,6%	30° berawan
15,45	379	13,10	1,05	3.152	13,8	4,3%	30° berawan
16,00	341	12,82	0,46	2.836	5,8	2,04%	26° berawan
16,15	830	12,79	0,39	6.902	5,5	0,7%	26° berawan
16,30	134	12,74	0,32	1.114	3,9	3,4%	26° berawan
16,45	64	12,71	0,21	532	2,0	3,7%	26° berawan

Berdasarkan perhitungan-perhitungan diatas, maka di peroleh tabel hasil analisis data pengujian panel surya sebagai berikut:

Data tersebut menggunakan pengukuran secara langsung dan tidak langsung dimana untuk mengukur arus dan tegangan dilihat dari wattmeter sedangkan untuk intensitas matahari diukur menggunakan pyranometer. Untuk nilai daya input, daya output dan efisiensi diperoleh dengan cara menganalisis perhitungan sesuai dengan rumus referensi yang telah dikumpulkan.

Untuk perhitungan analisis pada pengambilan data hari yang lainnya dapat dilihat pada Lampiran. Adapun kecendrungan hasil dari analisis hari lainnya hampir sama dengan hasil analisis diatas.

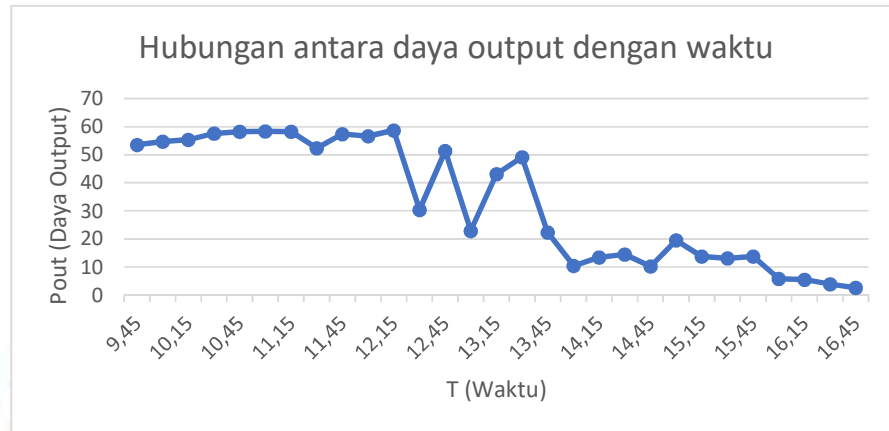
5). Grafik Hubungan Antara Daya Input Panel Surya dengan Waktu



Gambar 4.3 Grafik Hubungan Daya Input (Pin) Panel Surya Terhadap Waktu

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai tertinggi daya input panel surya (Pin) yaitu 8873 W pada pukul 12.00 WITA. Sedangkan nilai terendahnya yaitu 532 W pada pukul 16.45 WITA. Hal ini disebabkan oleh nilai daya input berbanding lurus dengan intensitas matahari. Dari tren grafik diatas dapat dilihat bahwa daya input akan naik pada titik tertentu lalu mengalami penurunan sesuai dengan cuaca matahari.

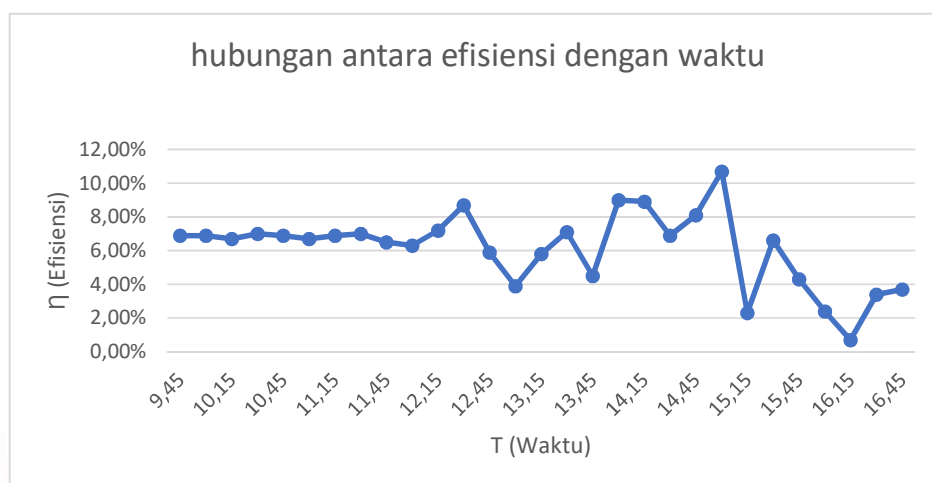
6). Grafik Hubungan antara Daya Output Panel Surya dengan Waktu



Gambar 4.4 Grafik Hubungan Daya Output Panel Surya Terhadap Waktu

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai tertinggi daya output panel surya (P_{out}) yaitu 58.4 W pada pukul 11.00 WITA. Dan nilai terendahnya adalah 2.0 W pada pukul 16.45 WITA. Hal ini dikarenakan daya output (P_{out}) berbanding lurus dengan tegangan (V) dan arus (I), sehingga semakin besar tegangan dan arus, maka semakin besar pula daya yang dihasilkan oleh panel surya. Dari trend grafik juga dapat dilihat bahwa daya output panel surya mengalami kenaikan pada pukul 10.30 dan mengalami penurunan pada pukul 16.45 dikarenakan kurangnya intensitas matahari.

7). Grafik Hubungan antara Efisiensi Panel Surya dengan Waktu



Gambar 4.5 Hubungan antara Efisiensi (%) Panel Surya Terhadap Waktu

Berdasarkan grafik diatas, dapat dilihat bahwa nilai efisiensi tertinggi panel surya yaitu 10,7% pada pukul 15.00 WITA. Dan nilai terendahnya yaitu 0,7% pada pukul 16.15 WITA. Hal ini dikarenakan ketika cuaca cerah, maka efisiensi panel surya naik dan ketika cuaca mendung maka efisiensi panel surya juga turun. Berdasarkan grafik, efisiensi mengalami fluktuasi naik turun yang disebabkan oleh cuaca yang berubah-ubah.

4.4.2 Perhitungan data berbeban

1). Tabel hasil data pengujian berbeban

Tabel 4.4 Data pengujian panel surya berbeban

waktu (wita)	Tegangan Beban	Arus Beban	daya beban	tegangan batrei	jenis beban
20,00	12,56	1,75	21,0	12,27	lampu 12 buah
20,15	12,04	1,68	20,1	12,24	lampu 12 buah
20,30	12,02	1,68	20,1	12,23	lampu 12 buah
20,45	12,01	1,68	20,1	12,21	lampu 12 buah
21,00	12,00	1,68	20,1	12,20	lampu 12 buah
21,15	12,01	1,69	20,1	12,18	lampu 12 buah
21,30	11,98	1,67	19,9	12,14	lampu 12 buah
21,45	11,96	1,67	19,9	12,13	lampu 12 buah
22,00	12,01	1,67	20,2	12,17	lampu 12 buah
22,15	12,00	1,67	20,1	12,15	lampu 12 buah
22,30	11,97	1,67	19,8	12,14	lampu 12 buah
22,45	11,95	1,67	19,9	12,12	lampu 12 buah
23,00	11,93	1,66	19,7	12,11	lampu 12 buah
23,15	11,90	1,65	19,6	12,10	lampu 12 buah
23,30	11,88	1,65	19,5	12,07	lampu 12 buah
23,45	11,88	1,65	19,7	12,08	lampu 12 buah
00,00	11,87	1,65	19,5	12,06	lampu 12 buah
00,15	11,86	1,65	19,5	12,05	lampu 12 buah
00,30	11,84	1,64	19,4	12,03	lampu 12 buah
00,45	11,84	1,64	19,4	12,02	lampu 12 buah
01,00	11,81	1,64	19,2	12,00	lampu 12 buah
01,15	11,76	1,64	19,3	11,99	lampu 12 buah
01,30	11,79	1,64	19,3	11,99	lampu 12 buah
01,45	11,75	1,64	19,1	11,97	lampu 12 buah
02,00	11,73	1,63	19,2	11,96	lampu 12 buah
02,15	11,73	1,64	19,1	11,96	lampu 12 buah
02,30	11,73	1,63	19,1	11,95	lampu 12 buah
02,45	11,72	1,63	19,0	11,94	lampu 12 buah
03,00	11,73	1,64	19,1	11,93	lampu 12 buah
03,15	11,67	1,62	18,9	11,93	lampu 12 buah
03,30	11,67	1,62	18,9	11,91	lampu 12 buah
03,45	11,66	1,62	18,8	11,91	lampu 12 buah
04,00	11,66	1,62	18,8	11,90	lampu 12 buah
04,15	11,66	1,62	18,8	11,89	lampu 12 buah
04,30	11,67	1,62	18,9	11,88	lampu 12 buah
04,45	11,66	1,62	18,9	11,87	lampu 12 buah
05,00	11,67	1,62	18,9	11,86	lampu 12 buah
05,15	11,66	1,62	18,8	11,85	lampu 12 buah

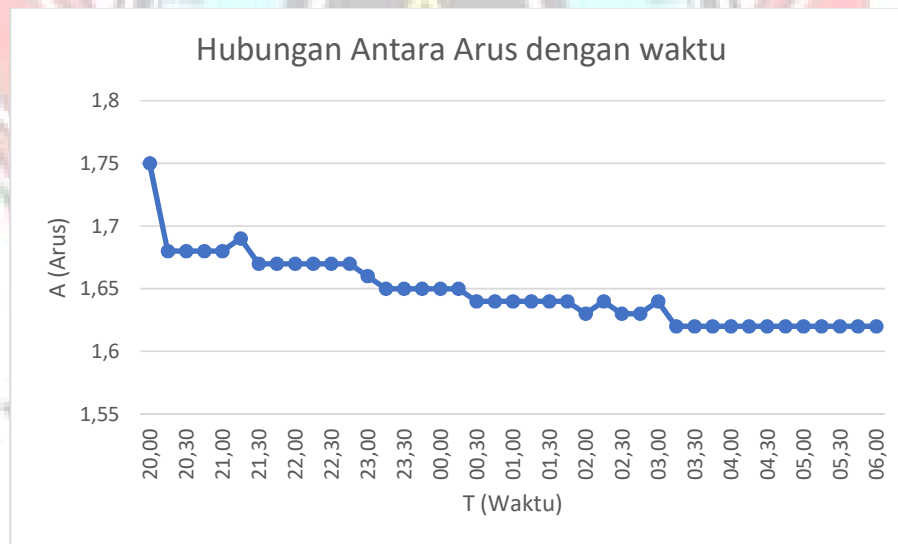
05,30	11,67	1,62	18,8	11,85	lampu 12 buah
05,45	11,67	1,62	18,8	11,85	lampu 12 buah
06,00	11,65	1,62	18,8	11,85	lampu 12 buah

Berdasarkan perhitungan-perhitungan diatas, maka di peroleh tabel hasil analisis data pengujian panel surya sebagai berikut:

Data tersebut menggunakan pengukuran secara tidak langsung dimana untuk mengukur arus beban, tegangan beban, tegangan baterai dan daya beban dilihat dari wattmeter.

Untuk hasil data pengujian hari lainnya dapat dilihat dapat dilihat pada Lampiran.

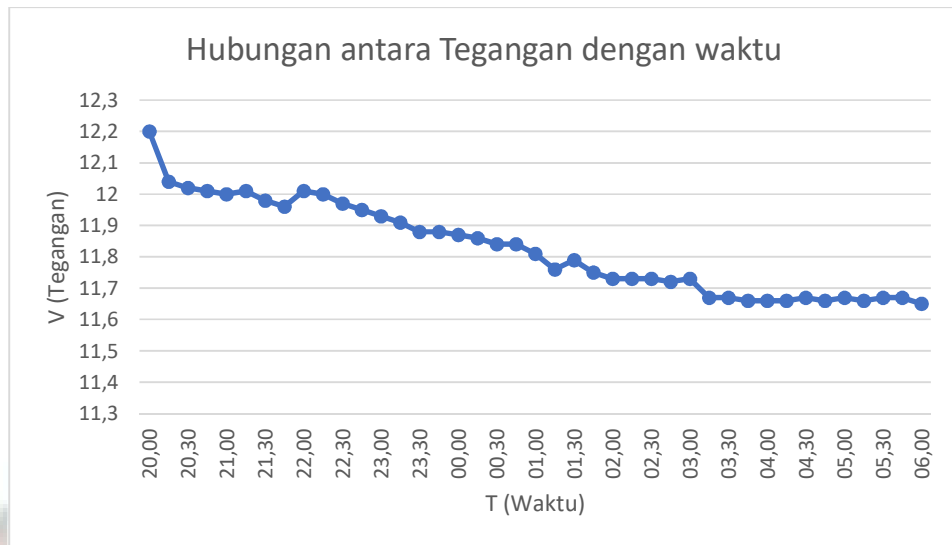
2). Grafik Hubungan Antara Arus (I) dengan Waktu



Gambar 4.6 Grafik Hubungan Antara Arus (I) dengan Waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai arus tertinggi yaitu 1.75 A pada pukul 20.00 WITA, dan nilai terendahnya yaitu 1.62 A pada pukul 06.00 WITA. Dapat dilihat dari trend grafik diatas bahwa arus mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu.

3). Hubungan antara Tegangan (V) dengan Waktu



Gambar 4.7 Hubungan antara tegangan (V) dengan waktu

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa nilai tegangan tertinggi yaitu 12.27 V pada pukul 20.00 WITA, dan nilai tegangan terendah yaitu 11.85 V pada pukul 06.00 WITA. Dapat dilihat dari trend grafik diatas bahwa tegangan mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya waktu.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data yang telah diperoleh dari hasil pembuatan dan pengujian alat, maka dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Untuk merancang Pemanfaatan Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) maka perlu dilakukan beberapa tahapan seperti menyediakan alat dan bahan yang dibutuhkan, kemudian melakukan tahapan perancangan konstruksi panel surya, dan melakukan perancangan system kelistrikan.
2. Berdasarkan kinerja dari system PLTS yang dibuat dimana total kebutuhan listrik dirumah kebun bawang yaitu 612 Wh/hari. Untuk memenuhi jumlah beban dirumah kebun bawang tersebut maka panel surya yang dibutuhkan sebanyak 2 x 50 Wp dan 1 buah baterai 100 Ah/12 volt serta 1 buah *Solar Charge Controller* MPTT dengan nilai arus keluaran 20A.

5.2 **Saran**

1. Perlu dilakukan studi lebih lanjut mengenai pemanfaatan PLTS sebagai sumber energi terbarukan untuk memenuhi kebutuhan energi listrik sehingga biaya PLTS dapat lebih murah sehingga masyarakat tertarik untuk mengembangkan dan memanfaatkan listrik yang bersumber dari matahari.
2. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan menambah daya pada lampu yang digunakan pada penerangan untuk kebun bawang.

DAFTAR PUSTAKA

Andi Pangeran, Dkk., 2022, Rancang bangun PLTS untuk instalasi pompa air di pesantren Hidayatullah Tompobulu Kab. Maros.

- Alamanda, D., 2004, Penerapan Teknologi PLTS sebagai solusi untuk membuka keterisolasian wilayah pedalaman dan terpencil, BERITA BPPT.
- Alfatiha, Muh. Dkk. 2009. *Pemanfaatan Energi Surya pada Penerangan Papan Reklame*. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Albeni Fakhri. 2022. Perancangan Sistem Pembangkit Listrik Hybrid Tenaga Surya dan PLN. Skripsi. Bukittinggi : Jurusan Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Sumatera Barat.
- Alfatiha, Muh. Dkk. 2009. *Pemanfaatan Energi Surya pada Penerangan Papan Reklame*. Laporan Tugas Akhir. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.
- Bachtiar, M.,2006, Prosedur Perencanaan Sistem Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Perumahan (Solar Home System), jurnal SMAR Tek, Vol.4, No.3.
- Solarex,1996, Datasheet panel surya Shinyoku Polycrystallin
- Julisman, A., Sara, I. D., & Siregar, R. H. (2017). Prototipe Pemanfaatan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Pada Sistem Otomasi Stadion Bola. *Jurnal Komputer, Informasi Teknologi, dan Elektro*, 2(1).
- Iswanto, samsul, Dkk, 2022. *Rancang Bangun sistem pembangkit Hybrid PLTS – PLTMH sebagai sumber energi listrik lampu perangkat hama kebun Bawang Merah Tontonan Kabupaten Enrekang* , Laporan Tugas Akhir. Makassar : Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang

Ira Kala. 2022. Perancangan Lampu LED Beserta Analisis Konsumsi Daya Dari Berbagai Konfigurasi Rangkaian. Skripsi. Makassar : Jurusan Teknik Elektro Universitas Hasanuddin.

Mulyadi, Rahmad, 1995, Buku Panduan Pembangkit Listrik Tenaga Surya, Direktorat Teknologi Energi UPT-LSDE, BPPT.

Nugraha, A., Hafidz, M. dan Erlina, E., 2020. *Analisis Perbandingan Efisiensi dan Karakteristik Solar Charge controller (SCC) Tipe PWM dan MPPT* (Doctoral Dissertation, Institut Teknologi PLN).

Rahim S., Novi Elvikasari. 2021. Rancang Bangun Pembangkit Listrik Tenaga Hybrid PLTS Dan Genset Sebagai Suplai Beban Untuk Daerah Terpencil. Skripsi. Makassar. Jurusan Teknik Mesin Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Solarex, 1993, Everything You Always wanted to know about Solar Power , Villawood Sydney, S.W.Australia.

Solarex, 1996 Discover The Newest World Power, Frederick Court, Maryland USA.

L

A

M

P

I

R

A

N



Lampiran 1. Data pengamatan PLTS tanpa beban

Hari/tanggal : Jumat, 7 Juli 2023

Tabel 1. Data pengamatan PLTS tanpa beban Hari Pertama

Waktu (wita)	G (W/m ²)	Tegangan Panel (V)	Arus Panel (I)	Daya Panel (W)	Tegangan Batrei (V)	Arus Batrei (I)	Daya Batrei (W)	persentase batrei	temperature
9,15	1065	19,67	1,33	26,1	13,34	1,78	23,7	99,9	berawan 27°
9,30	1042	18,24	1,44	26,2	13,40	1,51	20,2	99,9	berawan 27°
9,45	672	15,23	1,55	23,6	13,39	1,43	19,1	99,9	berawan 27°
10,00	308	14,55	1,49	21,6	13,41	1,14	15,2	99,9	berawan 27°
10,15	1124	19,20	1,41	27,0	13,44	0,91	12,2	99,9	berawan 28°
10,30	863	18,28	1,17	21,3	13,40	1,05	13,0	99,9	berawan 28°
10,45	303	16,39	1,03	16,8	13,39	0,84	11,2	99,9	berawan 28°
11,00	262	17,20	1,11	17,20	13,44	0,73	9,8	99,9	berawan 28°
11,15	1148	20,42	1,18	24,0	13,42	0,63	8,4	99,9	berawan 28°
11,30	284	18,18	0,94	17,0	13,41	0,89	11,9	99,9	berawan 28°
14,45	146	17,80	0,40	7,1	13,45	0,23	2,6	99,9	gerimis 29°
15,00	154	17,96	0,51	9,1	13,47	0,21	2,8	99,9	gerimis 29°
15,15	142	16,62	0,36	5,9	13,42	0,23	3,3	99,9	gerimis 29°
15,30	201	18,85	0,35	6,5	13,48	0,23	3,1	99,9	berawan 29°
15,45	152	16,59	0,28	4,6	13,47	0,13	1,7	99,9	berawan 29°



Lampiran 2. Data pengamatan PLTS tanpa beban

Hari/tanggal : Sabtu, 8 Juli 2023

Tabel 2. Data pengamatan PLTS tanpa beban Hari kedua

Waktu(wita)	G(W/m2)	Tegangan Panel(V)	Arus Panel(I)	Daya Panel(W)	Tegangan Baterai(V)	Arus Baterai(I)	Daya Baterai(W)	Temperature
10,30	1010	16,65	3,13	52,1	13,31	2,98	39,6	28° berawan
10,45	1117	17,76	3,00	53,2	13,31	2,49	33,1	28° berawan
11,00	457	13,47	2,56	34,4	13,23	2,37	31,3	28° berawan
11,15	400	13,54	2,40	32,4	13,22	2,27	30,0	29° berawan
11,30	366	13,48	2,27	30,5	13,12	2,00	26,3	29° berawan
11,45	360	13,51	2,32	31,3	13,24	2,09	27,6	29° berawan
12,00	340	13,73	2,13	29,2	13,19	1,92	25,3	29° berawan
12,15	334	13,44	2,15	28,9	13,20	1,92	25,3	29° berawan
12,30	450	13,63	2,40	32,7	13,30	2,26	30,3	30° berawan
14,00	969	12,92	0,48	6,0	12,89	0,15	6,0	31° cerah
14,15	993	12,95	0,49	6,3	12,91	0,19	2,9	31° cerah
14,30	980	13,00	0,51	6,6	12,95	0,30	4,5	31° cerah
14,45	340	13,07	0,59	7,7	12,98	0,43	6,6	31° cerah
15,00	131	13,10	0,58	7,5	13,01	0,50	6,5	24° berawan
15,15	131	13,04	0,57	7,1	12,99	0,43	5,5	24° berawan
15,30	470	13,17	0,94	12,3	13,05	0,73	9,5	30° berawan
15,45	298	13,12	0,85	11,3	13,06	0,70	9,1	30° berawan
16,00	122	13,00	0,48	6,2	12,97	0,17	2,2	29° berawan
16,15	391	13,03	0,51	6,6	12,99	0,29	3,6	29° berawan
16,30	132	13,09	0,55	7,1	13,03	0,47	6,1	26° berawan
16,45	85	13,00	0,48	6,2	12,95	0,14	1,8	27° berawan

Lampiran 3. Data pengamatan PLTS tanpa beban

Hari/tanggal : Minggu, 9 Juli 2023

Tabel 3. Data pengamatan PLTS tanpa beban Hari ketiga

Waktu(wita)	G(W/m2)	Tegangan Panel(V)	Arus Panel(I)	Daya Panel(W)	Tegangan Baterai(V)	Arus Baterai(I)	Daya Baterai(W)	Temperature
10,15	614	13,33	2,85	37,2	13,09	2,56	33,5	25° berawan
10,30	1102	14,68	4,27	62,6	13,31	4,19	55,7	29° berawan
10,45	501	13,05	1,85	24,1	12,89	1,84	23,7	29° berawan
11,00	240	12,91	1,53	19,7	12,81	1,32	16,9	29° berawan
11,15	1190	15,77	4,02	63,3	13,32	3,9	52,6	29° berawan
11,30	350	13,12	2,13	27,9	12,95	1,90	24,6	26° berawan
11,45	176	12,89	1,12	14,4	12,79	0,98	12,5	28° berawan
12,00	125	12,75	0,82	10,4	12,70	0,69	8,7	28° berawan
12,15	80	12,67	0,48	6,0	12,64	0,17	2,1	28° berawan
12,30	139	12,78	0,79	10,0	12,68	0,69	8,7	28° berawan
12,45	391	13,28	2,48	32,9	13,09	2,41	31,5	28° berawan
13,00	1100	14,77	3,70	54,1	13,31	3,59	47,7	27° berawan
13,15	150	12,84	0,95	12,1	12,76	0,73	9,5	27° berawan
13,30	694	13,04	1,62	21,1	12,92	1,33	17,1	28° berawan
13,45	631	13,01	1,22	15,8	12,91	1,16	14,9	28° berawan
14,00	647	13,16	1,67	21,9	13,00	1,35	17,5	28° berawan
14,15	259	13,09	1,57	20,6	12,97	1,33	17,2	28° berawan
14,30	731	12,89	0,95	12,2	12,82	0,72	9,2	31° cerah
14,45	527	12,85	0,69	8,8	12,79	0,60	7,6	31° cerah
15,00	965	12,92	1,03	13,3	12,85	0,73	9,3	31° berawan
15,15	880	13,09	1,08	14,1	12,94	0,88	11,3	31° berawan
15,30	891	12,86	0,61	7,8	12,81	0,51	6,5	26° berawan
15,45	825	12,83	0,51	6,5	12,79	0,31	3,9	27° berawan
16,00	835	12,83	0,52	6,6	12,71	0,36	4,6	26° berawan
16,15	730	12,84	0,48	6,1	12,78	0,18	2,2	26° cerah
16,30	701	12,76	0,47	5,9	12,73	0,15	1,9	26° cerah
16,45	687	12,73	0,43	5,4	12,71	0,14	1,7	26° cerah
17,00	564	12,73	0,38	4,6	12,68	0,12	1,5	26° cerah

Lampiran 4. Data pengamatan PLTS tanpa beban

Hari/tanggal : Senin, 10 Juli 2023

Tabel 4. Data pengamatan PLTS tanpa beban Hari keempat

Waktu(wita)	G(W/m2)	Tegangan Panel(V)	Arus Panel(I)	Daya Panel(W)	Tegangan Baterai(V)	Arus Baterai(I)	Daya Baterai(W)	Temperature
9,45	922	13,53	3,96	53,5	13,22	3,70	49,0	24° cerah
10,00	948	13,56	4,03	54,7	13,23	3,72	49,2	24° cerah
10,15	978	13,61	4,07	55,3	13,27	3,84	51,3	24° cerah
10,30	988	13,90	4,17	57,6	13,31	4,03	53,1	24° cerah
10,45	1010	14,83	3,93	58,2	13,32	4,00	53,2	26° cerah
11,00	1003	14,83	3,94	58,4	13,30	3,71	49,3	26° cerah
11,15	1001	15,41	3,78	58,2	13,31	3,87	51,5	26° cerah
11,30	890	14,22	3,68	52,3	13,34	3,70	49,3	26° cerah
11,45	1048	16,22	3,54	57,4	13,28	3,32	44,0	28° cerah
12,00	1067	15,90	3,56	56,6	13,31	3,23	42,9	28° cerah
12,15	973	16,64	3,53	58,7	13,37	3,45	46,1	28° cerah
12,30	417	13,36	2,28	30,4	13,17	2,27	29,8	28° berawan
12,45	1037	15,72	3,27	51,4	13,33	2,94	39,1	28° cerah
13,00	700	13,25	1,73	22,9	13,12	1,70	22,3	28° berawan
13,15	881	13,84	3,07	43,1	13,53	2,91	38,8	28° cerah
13,30	828	15,7	3,12	49,1	13,40	2,79	37,3	28° cerah
13,45	586	13,24	1,97	22,3	13,13	1,48	24,1	28° cerah
14,00	138	12,93	0,84	10,4	12,85	0,68	9,1	28° berawan
14,15	181	12,98	1,03	13,4	12,91	0,74	9,5	30° berawan
14,30	251	13,09	1,12	14,5	12,99	0,86	13,9	30° berawan
14,45	150	12,92	0,79	10,2	12,89	0,72	9,4	30° berawan
15,00	219	13,09	1,42	19,5	13,08	1,33	16,9	31° berawan
15,15	726	13,12	1,08	13,8	12,99	0,75	14,4	31° berawan
15,30	236	12,98	0,97	13,1	12,94	0,73	9,4	30° berawan
15,45	379	13,10	1,05	13,8	12,95	0,73	9,6	30° berawan
16,00	341	12,82	0,46	5,8	12,79	0,14	1,7	26° berawan
16,15	830	12,79	0,39	5,5	12,76	0,14	1,6	26° berawan
16,30	134	12,74	0,32	3,9	12,73	0,12	1,4	26° berawan
16,45	64	12,71	0,21	2,0	12,69	0,00	0,0	26° berawan

Lampiran 5. Data pengamatan PLTS Berbeban

Hari/tanggal : Jumat, 7 Juli 2023

Tabel 5. Data pengamatan PLTS berbeban Hari pertama

waktu (wita)	Tegangan Beban	Arus Beban	Daya Beban	Tegangan Batrei	Jenis Beban
20,00	12,15	2,15	26,1	12,31	lampu 12 buah
20,15	12,18	2,15	26,1	12,30	lampu 12 buah
20,30	12,19	2,16	26,3	12,29	lampu 12 buah
20,45	12,15	2,15	26,1	12,27	lampu 12 buah
21,00	12,15	2,15	26,1	12,26	lampu 12 buah
21,15	12,15	2,15	26,1	12,23	lampu 12 buah
21,30	12,14	2,15	26,0	12,21	lampu 12 buah
21,45	12,11	2,15	26,0	12,20	lampu 12 buah
22,00	12,08	2,14	25,9	12,18	lampu 12 buah
22,15	12,06	2,12	25,5	12,18	lampu 12 buah
22,30	12,07	2,12	25,6	12,17	lampu 12 buah
22,45	12,05	2,11	25,4	12,17	lampu 12 buah
23,00	12,06	2,12	25,5	12,16	lampu 12 buah
23,15	12,04	2,11	25,4	12,15	lampu 12 buah
23,30	12,05	2,12	25,5	12,14	lampu 12 buah
23,45	12,05	2,11	25,4	12,14	lampu 12 buah
00,00	12,05	2,11	25,4	12,14	lampu 12 buah
00,15	12,02	2,11	25,3	12,13	lampu 12 buah
00,30	12,03	2,10	25,2	12,12	lampu 12 buah
00,45	12,04	2,11	25,2	12,11	lampu 12 buah
01,00	12,00	2,12	25,4	12,11	lampu 12 buah
01,15	11,99	2,12	25,4	12,11	lampu 12 buah
01,30	11,99	2,12	25,4	12,10	lampu 12 buah
01,45	11,97	2,11	25,1	12,09	lampu 12 buah
02,00	11,96	2,11	25,1	12,09	lampu 12 buah
02,15	11,94	2,10	25,1	12,08	lampu 12 buah
02,30	11,95	2,09	24,9	12,08	lampu 12 buah
02,45	11,96	2,09	24,9	12,07	lampu 12 buah
03,00	11,95	2,09	24,9	12,07	lampu 12 buah
03,15	11,92	2,09	24,9	12,06	lampu 12 buah
03,30	11,91	2,09	24,9	12,05	lampu 12 buah
03,45	11,92	2,09	24,9	12,05	lampu 12 buah
04,00	11,92	2,09	24,8	12,05	lampu 12 buah
04,15	11,90	2,09	24,9	12,03	lampu 12 buah
04,30	11,91	2,09	24,8	12,03	lampu 12 buah
04,45	11,90	2,09	24,8	12,02	lampu 12 buah
05,00	11,90	2,09	24,8	12,02	lampu 12 buah
05,15	11,89	2,09	24,8	12,01	lampu 12 buah
05,30	11,89	2,08	24,6	12,00	lampu 12 buah
05,45	11,86	2,08	24,6	12,00	lampu 12 buah
06,00	11,86	2,08	24,7	11,99	lampu 12 buah

Lampiran 6. Data pengamatan PLTS Berbeban

Hari/tanggal : Sabtu, 8 Juli 2023

Tabel 6. Data pengamatan PLTS berbeban Hari kedua

waktu (wita)	Tegangan Beban	Arus Beban	daya beban	tegangan batrei	jenis beban
20,00	12,13	2,13	25,8	12,31	lampu 12 buah
20,15	12,10	2,13	25,7	12,29	lampu 12 buah
20,30	12,10	2,13	25,7	12,27	lampu 12 buah
20,45	12,07	2,12	25,5	12,26	lampu 12 buah
21,00	12,04	2,11	25,5	12,23	lampu 12 buah
21,15	12,05	2,12	25,4	12,21	lampu 12 buah
21,30	12,04	2,12	25,3	12,20	lampu 12 buah
21,45	11,98	2,10	25,1	12,18	lampu 12 buah
22,00	11,96	2,10	25,1	12,17	lampu 12 buah
22,15	11,95	2,10	25,0	12,14	lampu 12 buah
22,30	11,93	2,10	25,0	12,13	lampu 12 buah
22,45	11,96	2,11	25,1	12,11	lampu 12 buah
23,00	11,95	2,10	25,1	12,10	lampu 12 buah
23,15	11,94	2,10	25,0	12,08	lampu 12 buah
23,30	11,94	2,10	25,0	12,07	lampu 12 buah
23,45	11,94	2,10	25,0	12,06	lampu 12 buah
00,00	11,93	2,10	25,0	12,05	lampu 12 buah
00,15	11,92	2,10	25,0	12,03	lampu 12 buah
00,30	11,91	2,10	25,0	12,02	lampu 12 buah
00,45	11,89	2,10	24,9	12,02	lampu 12 buah
01,00	11,88	2,09	24,9	12,00	lampu 12 buah
01,15	11,87	2,09	24,9	11,99	lampu 12 buah
01,30	11,87	2,09	24,7	11,99	lampu 12 buah
01,45	11,87	2,09	24,7	11,99	lampu 12 buah
02,00	11,87	2,09	24,8	11,97	lampu 12 buah
02,15	11,85	2,09	24,7	11,96	lampu 12 buah
02,30	11,85	2,09	24,6	11,96	lampu 12 buah
02,45	11,85	2,08	24,6	11,95	lampu 12 buah
03,00	11,83	2,09	24,6	11,94	lampu 12 buah
03,15	11,82	2,09	24,5	11,93	lampu 12 buah
03,30	11,81	2,08	24,5	11,93	lampu 12 buah
03,45	11,80	2,08	24,5	11,92	lampu 12 buah
04,00	11,78	2,08	24,5	11,91	lampu 12 buah
04,15	11,77	2,07	24,4	11,91	lampu 12 buah
04,30	11,75	2,07	24,3	11,90	lampu 12 buah
04,45	11,75	2,07	24,3	11,90	lampu 12 buah
05,00	11,73	2,07	24,3	11,89	lampu 12 buah
05,15	11,73	2,07	24,3	11,88	lampu 12 buah
05,30	11,73	2,07	24,2	11,87	lampu 12 buah
05,45	11,72	2,07	24,2	11,86	lampu 12 buah
06,00	11,71	2,07	24,2	11,85	lampu 12 buah

Lampiran 7. Data pengamatan PLTS Berbeban

Hari/tanggal : Minggu, 9 Juli 2023

Tabel 7. Data pengamatan PLTS berbeban Hari ketiga

waktu (wita)	Tegangan Beban	Arus Beban	daya beban	tegangan batrei	jenis beban
20,00	12,03	2,11	25,5	12,19	lampu 12 buah
20,15	12,00	2,11	25,3	12,17	lampu 12 buah
20,30	11,98	2,11	25,1	12,15	lampu 12 buah
20,45	11,92	2,10	25,0	12,15	lampu 12 buah
21,00	11,93	2,10	25,0	12,15	lampu 12 buah
21,15	11,91	2,10	24,9	12,09	lampu 12 buah
21,30	11,88	2,09	24,9	12,08	lampu 12 buah
21,45	11,92	2,10	24,9	12,05	lampu 12 buah
22,00	11,75	2,08	24,4	12,03	lampu 12 buah
22,15	11,82	2,08	24,5	12,02	lampu 12 buah
22,30	11,79	2,08	24,5	12,00	lampu 12 buah
22,45	11,82	2,08	24,5	11,99	lampu 12 buah
23,00	11,77	2,08	24,5	11,97	lampu 12 buah
23,15	11,75	2,08	24,4	11,96	lampu 12 buah
23,30	11,69	2,07	24,1	11,94	lampu 12 buah
23,45	11,76	2,08	24,4	11,93	lampu 12 buah
00,00	11,68	2,07	24,1	11,91	lampu 12 buah
00,15	11,63	2,07	23,9	11,90	lampu 12 buah
00,30	11,72	2,07	24,2	11,89	lampu 12 buah
00,45	11,67	2,06	23,9	11,87	lampu 12 buah
01,00	11,64	2,06	23,9	11,86	lampu 12 buah
01,15	11,66	2,06	23,5	11,85	lampu 12 buah
01,30	11,68	2,06	23,4	11,84	lampu 12 buah
01,45	11,65	2,06	23,9	11,84	lampu 12 buah
02,00	11,64	2,05	23,8	11,83	lampu 12 buah
02,15	11,60	2,06	23,9	11,82	lampu 12 buah
02,30	11,63	2,06	23,9	11,80	lampu 12 buah
02,45	11,62	2,06	23,9	11,80	lampu 12 buah
03,00	11,61	2,05	23,9	11,79	lampu 12 buah
03,15	11,63	2,05	23,8	11,79	lampu 12 buah

Lampiran 8. Data pengamatan PLTS Berbeban

Hari/tanggal : Senin, 10 Juli 2023

Tabel 8. Data pengamatan PLTS berbeban Hari keempat

waktu (wita)	Tegangan Beban	Arus Beban	daya beban	tegangan batrei	jenis beban
20,00	12.2	1.75	21,0	12,27	lampu 12 buah
20,15	12.04	1.68	20,1	12,24	lampu 12 buah
20,30	12.02	1.68	20,1	12,23	lampu 12 buah
20,45	12.01	1.68	20,1	12,21	lampu 12 buah
21,00	12	1.68	20,1	12,20	lampu 12 buah
21,15	12.01	1.69	20,1	12,18	lampu 12 buah
21,30	11.98	1.67	19,9	12,14	lampu 12 buah
21,45	11.96	1.67	19,9	12,13	lampu 12 buah
22,00	12.01	1.67	20,2	12,17	lampu 12 buah
22,15	12	1.67	20,1	12,15	lampu 12 buah
22,30	11.97	1.67	19,8	12,14	lampu 12 buah
22,45	11.95	1.67	19,9	12,12	lampu 12 buah
23,00	11.93	1.66	19,7	12,11	lampu 12 buah
23,15	11.91	1.65	19,6	12,10	lampu 12 buah
23,30	11.88	1.65	19,5	12,07	lampu 12 buah
23,45	11.88	1.65	19,7	12,08	lampu 12 buah
00,00	11.87	1.65	19,5	12,06	lampu 12 buah
00,15	11.86	1.65	19,5	12,05	lampu 12 buah
00,30	11.84	1.64	19,4	12,03	lampu 12 buah
00,45	11.84	1.64	19,4	12,02	lampu 12 buah
01,00	11.81	1.64	19,2	12,00	lampu 12 buah
01,15	11.76	1.64	19,3	11,99	lampu 12 buah
01,30	11.79	1.64	19,3	11,99	lampu 12 buah
01,45	11.75	1.64	19,1	11,97	lampu 12 buah
02,00	11.73	1.63	19,2	11,96	lampu 12 buah
02,15	11.73	1.64	19,1	11,96	lampu 12 buah
02,30	11.73	1.63	19,1	11,95	lampu 12 buah
02,45	11.72	1.63	19,0	11,94	lampu 12 buah
03,00	11.73	1.64	19,1	11,93	lampu 12 buah
03,15	11.67	1.62	18,9	11,93	lampu 12 buah
03,30	11.67	1.62	18,9	11,91	lampu 12 buah
03,45	11.66	1.62	18,8	11,91	lampu 12 buah
04,00	11.66	1.62	18,8	11,90	lampu 12 buah
04,15	11.66	1.62	18,8	11,89	lampu 12 buah
04,30	11.67	1.62	18,9	11,88	lampu 12 buah
04,45	11.66	1.62	18,9	11,87	lampu 12 buah
05,00	11.67	1.62	18,9	11,86	lampu 12 buah
05,15	11.66	1.62	18,8	11,85	lampu 12 buah
05,30	11.67	1.62	18,8	11,85	lampu 12 buah
05,45	11.67	1.62	18,8	11,85	lampu 12 buah
06,00	11.65	1.62	18,8	11,85	lampu 12 buah

Lampiran 9. Foto Kegiatan

1. Pengujian alat






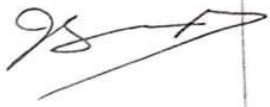
2. Pengambilan data tanpa beban dan berbeban




LEMBAR REVISI JUDUL TUGAS AKHIR

Nama : Muh Hidayat Nurwahid/Muhammad Nur Fadli/Ayu Wulandari
NIM : 34220004/34220011/34220023

Catatan Daftar Revisi Penguji :

No.	Nama	Uraian	Tanda Tangan
1.	Ir. LEWI, MT.	<ul style="list-style-type: none">• Tabel Satuan hal. 50, dst• hal 28 satuan W ?- rumus hal 30 → Koreksi.• Karakteristik V dan I.	
2.	Nur Rahmah, ST. MT	<ul style="list-style-type: none">• hal 33- rumusan & kesimpulan.	
3.	Abdul Rahman;	<ul style="list-style-type: none">• perhitungan Energi dan Konversi dari E. MH ke E. panel → E. lampu.	
4.	Prof. A.M. Shiddiq Yunus, Ph. D	Tabel dan Satuan	

Makassar, 07 September 2023
Ketua Ujian Sidang,


Prof. A.M. Shiddiq Yunus, S.T., M.Eng.Sc., Ph.D.
NIP 197808042001121001

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