

SKRIPSI

**PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM SEL SURYA PADA LABORATORIUM
TEKNIK MAKASSAR**



**PROGRAM STUDI TEKNIK ELEKTRO
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
2021/2022**

HALAMAN JUDUL

**PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM SEL SURYA PADA LABORATORIUM
TEKNIK MAKASSAR**

Skripsi

Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknik

Program Study Teknik Elektro

Fakultas Teknik

ARIFADLI

105 82 1666 15

PROGRAM STUDY TEKNIK ELEKTRO

FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR

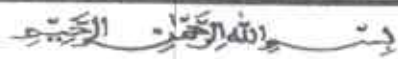
2021 / 2022

07/02/2022

1 exp
Smt. Alumnus

R/0014/ELT/22 CP

FAB
P



HALAMAN PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi syarat ujian guna memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST) Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

Judul Skripsi : **PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM SEL SURYA PADA LABORATORIUM ELEKTRO MAKASSAR**

Nama : 1. Ari Fadli

Stambuk : 1. 105 82 1666 15

Makassar, 31 Januari 2022

Telah Diperiksa dan Disetujui
Oleh Dosen Pembimbing:

Pembimbing I

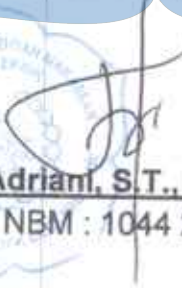
Pembimbing II


Ir. Abdul Hafid, M.T.


Adriani, S.T., M.T.

Mengetahui,

Ketua Prodi Teknik Elektro


Adriani, S.T., M.T.

NBM : 1044 202



بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

PENGESAHAN

Kripsi atas nama **Ari Fadli** dengan nomor induk Mahasiswa 105 82 1666, dinyatakan diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Tugas Akhir/Skripsi sesuai dengan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar Nomor : 0003/SK-Y/20201/091004/2022, sebagai salah satu syarat guna memperoleh gelar Sarjana Teknik pada Program Studi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar pada hari Sabtu, 29 Januari 2022.

Panitia Ujian :

Pengawas Umum

Makassar,

28 Jumadil Akhir 1443 H

31 Januari 2022 M

a. Rektor Universitas Muhammadiyah Makassar

Prof. Dr. H. Ambo Asse, M.Ag

b. Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin

Prof. Dr. Ir. H. Muh. Arsyad Thaha, M.T

Penguji

a. Ketua : Dr. Ir. Hj. Hafsah Nirwana, M.T

b. Sekertaris : Rahmania, S.T.,M.T

Anggota : 1. Ridwang, S.Kom.,M.T

2. Dr. Umar Katu, S.T.,M.T

3. Dr. Hj. Rossy Timur Wahyuningsih, S.T.,M.T

Mengetahui :

Pembimbing I

Ir. Aboul Hafid, M.T

Pembimbing II

Adriani, S.T.,M.T



Dr. Ir. Hj. Nurnawaty, S.T., M.T.,IPM

NBM : 795 108

ABSTRAK

Salah satu penelitian energi terbarukan yang tidak akan habis adalah sumber energi matahari yang berkembang dan banyak diteliti pada saat ini, sehingga pemanfaatan energi tersebut dibuatlah alat yang mampu merubah energi tersebut menjadi energi listrik. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dibuat modul praktikum sel surya. Dengan sumber energi panel sel surya, yang bertujuan untuk mengetahui model rangkaian dan mengetahui kinerja rangkaian dengan iradiasi matahari yang berbeda-beda. Pada penelitian ini peneliti melakukan percobaan secara langsung dan pembuatan rangkaian alat system pengujian output dan input, sehingga percobaan pengoprasian alat dapat dilakukan dengan baik dan benar. Pada rangkaian modul tersebut, lampu sebagai beban dan sinar matahari menjadi salah satu objek penelitian inii, segala variasi intensitas cahaya atau iradiasi matahari serta tegangan dan arus pada beban dipantau secara berkala dan manual. Dengan menggunakan lux meter, volt meter dan ampere meter sehingga dapat diketahui hubungan iradiasi matahari dengan arus dan tegangan pada rangkaian modul. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa iradiasi matahari sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya arus dan tegangan. Semakin banyak beban yang dirangkaian maka akan semakin rendah tegangan dan arus akan semakin tinggi. Sel surya juga dapat menjadi sumber energi terbarukan dengan bbeban tertentu.

Kata kunci: panel surya, modul praktikum, rangkaian beban, iradiasi matahari, daya



ABSTRACT

One of the renewable energy researches that will never run out is solar energy sources that are developing and are widely studied at this time, so that the use of this energy is made a tool that is able to convert this energy into electrical energy. Therefore, in this research, a solar cell practicum module will be made. With the energy source of solar cell panels, which aims to determine the circuit model and determine the performance of the circuit with different solar irradiation. In this study, researchers conducted direct experiments and made a series of output and input testing system tools, so that the experiment on operating the equipment could be carried out properly and correctly. In this series of modules, lamps as loads and sunlight are the objects of this research, all variations in light intensity or solar irradiation as well as voltage and current on the load are monitored periodically and manually. By using a lux meter, volt meter and ampere meter so that it can be seen the relationship of solar irradiation with current and voltage in the module circuit. So it can be concluded that solar irradiation is very influential on the high and low currents and voltages. The more loads that are connected, the lower the voltage and the higher the current. Solar cells can also be a source of renewable energy with a certain load.

Keywords: solar panels, practicum module, load circuit, solar irradiation, power



KATA PENGANTAR



Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat dan hidayah-Nyalah sehingga dapat menyusun proposal penelitian ini.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa di dalam penulisan skripsi penelitian ini masih terdapat kekurangan-kekurangan, hal ini di sebabkan karna penulis sebagai manusia biasa tidak lepas dari kesalahan dan kekurangan. Oleh karna itu, penulis menerima dengan sangat ikhlas dengan senang hati segala koreksi serta perbaikan guna penyempurnaan tulisan ini agar kelak dapat bermanfaat.

Pada kesempatan ini, penulis hendak menyampaikan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dukungan sehingga skripsi penelitian ini dapat selesai. Ucapan terima kasih ini penulis tujukan kepada:

1. Ayahanda dan Ibunda serta saudara yang tercinta, penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya atas segala limpahan kasih sayang, do'a serta pengorbanannya terutama dalam bentuk materi untuk menyelesaikan penelitiannya kuliah kami.
2. Ibu Dr.Ir.Hj. Nurnawaty, MT,IPM, sebagai Dekan Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
3. Ibu Adriani, S.T., M.T. sebagai Ketua Prodi Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.
4. Bapak Ir. Abdul Hafid, M.T. sebagai pembimbing I dan Ibu Adriani, S.T., M.T. sebagai pembimbing II yang sabar memberikan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi penelitian.

5. Bapak dan Ibu dosen serta staf pegawai di Fakultas teknik atas segala waktunya telah mendidik dan melayani penulis selama mengikuti proses belajar mengajar di Universitas Muhammadiyah Makassar.
6. Keluarga besar barbershop pada Idi yang telah memberikan dukungan moral dan moril pada saat penyusunan skripsi penelitian ini.
7. Teman-temanku satu bimbingan penelitian skripsi, yang telah berjuang bersama-sama penulis dalam menyelesaikan skripsi penelitian ini.

Semoga semua pihak tersebut di atas mendapat pahala yang berlipat ganda di sisi Allah SWT dan proposal penelitian yang sederhana ini dapat bermanfaat bagi penulis, rekan-rekan, masyarakat serta Bangsa dan Negara Amin. *"BillaHi Fii Sabill Haq Fastabikul Khaerat"*.



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
ABSTRAK.....	ii
ABSTRACT	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR PERSAMAAN.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Rumusan Masalah	2
C. Tujuan Penelitian.....	3
D. Manfaat Penelitian.....	3
E. Batasan Masalah.....	3
F. Sistematika Penulisan	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
A. Defenisi Sel Surya.....	6
B. Prinsip Kerja Sel Surya	6
C. Karakteristik Sel Surya.....	9
D. Jenis Panel Sel Surya.....	13
a. Monocrystalline	13
b. Polycrystalline.....	14

c. Thin Film.....	15
E. Efisiensi Sel Surya.....	15
F. Energi Sel Surya.....	18

BAB III METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian.....	19
B. Alat dan Bahan.....	19
C. Metode Pengambilan Data.....	20
D. Model Sel Surya.....	20
E. Flowchart Penelitian.....	24

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASA

A. Perancangan alat.....	25
B. Proses kerja sel surya.....	25
C. Cara kerja rangkaian.....	27
D. Pengujian rangkaian alat.....	28

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan.....	45
B. Saran.....	45

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data percobaan 1.....	29
Tabel 4.2 Data percobaan 2.....	31
Tabel 4.3 Data percobaan 3.....	33
Tabel 4.4 Data percobaan 4.....	35
Tabel 4.5 Data percobaan 5.....	37
Tabel 4.6 Data percobaan 6.....	39
Tabel 4.7 Data percobaan 7.....	41
Tabel 4.8 Parameter panel sel surya dengan variasi iradiasi.....	43



DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 PN Junction	8
Gambar 2.2 Karakteristik Dioda Pada Kondisi Gelap dan Teriluminasi	9
Gambar 2.3 Rangkaian Pengetesan Sel Surya	10
Gambar 2.4 Grafik Karakteristik I-V Sel Surya	10
Gambar 2.5 Sel Surya Monocrystalline	14
Gambar 2.6 Sel Surya Polycrystalline	15
Gambar 2.7 Sel Surya Thin Film	15
Gambar 2.8 Kurva Karakteristik I-V Pada Sel Surya	16
Gambar 2.9 Potensi Solar Energi di Indonesia	18
Gambar 3.1 Rangka Penelitian Panel Surya	21
Gambar 3.2 Blog Diagram Rangkaian	22
Gambar 3.3 Flowchar Penelitian	24
Gambar 4.1 Modul praktikum sel surya	25
Gambar 4.2 Panel solar sel	27
Gambar 4.3 Grafik arus dan tegangan percobaan 1	30
Gambar 4.4 Grafik daya dan tegangan percobaan 1	30
Gambar 4.5 Grafik arus dan tegangan percobaan 2	32
Gambar 4.6 Grafik daya dan tegangan percobaan 2	32
Gambar 4.7 Grafik arus dan tegangan percobaan 3	34
Gambar 4.8 Grafik daya dan tegangan percobaan 3	34
Gambar 4.9 Grafik arus dan tegangan percobaan 4	36
Gambar 4.10 Grafik daya dan tegangan percobaan 4	36

Gambar 4.11 Grafik arus dan tegangan percobaan 5	38
Gambar 4.12 Grafik daya dan tegangan percobaan 5	38
Gambar 4.13 Grafik arus dan tegangan percobaan 6	40
Gambar 4.14 Grafik daya dan tegangan percobaan 6	41
Gambar 4.15 Grafik arus dan tegangan percobaan 7	42
Gambar 4.16 Grafik daya dan tegangan percobaan 7	43



DAFTAR PERSAMAAN

Persamaan 1	7
Persamaan 2	11
Persamaan 3	11
Persamaan 4	12
Persamaan 5	16
Persamaan 6	17
Persamaan 7	17
Persamaan 8	17



DAFTAR LAMPIRAN

1. Mengatur kabel tiap beban(lampu)
2. Penyolderan kabel ke beban (lampu)
3. Rangkaian beban (lampur) dan alat yang digunakan
4. Panel surya dan LUX meter yang digunakan
5. Pengambilan data dan modul sel surya
6. Pengambilan data modul sel surya
7. Pengambilan data modul sel surya
8. Pengambilan data modul sel surya

Prosedur percobaan



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Sampai sekarang hasil penelitian menghasilkan beberapa sumber energi, diantaranya: energi gravitasi, energi nuklir, energi panas dan energi listrik.

Energi yang paling efektif adalah energi listrik, dalam penggunaan paling mudan dan efisien. Produksi energi listrik dapat diperoleh dengan berbagai macam cara mulai dari air, gas, batubara, panas bumi dan lain sebagainya. Melihat kondisi cadangan energi yang tidak terbarukan kian menipis maka dari itu kita perlu beralih pada energi yang terbarukan yaitu energi matahari, angin dan panas bumi yang cukup tersedia di bumi ini.

Indonesia adalah negara tropis yang memiliki dua musim, panas dan hujan. Matahari akan bersinar sepanjang tahun, meskipun pada musim hujan intensitasnya berkurang. Kondisi iklim ini menyebabkan matahari dapat menjadi alternatif energi sumber energi masa depan Indonesia. Selain matahari, Indonesia juga mempunyai cadangan minyak dan gas bumi yang relatif banyak. Sebagian telah dieksploitasi. Masalahnya minyak dan gas bumi adalah energi yang tidak terbarui. Tanpa pemakaian yang bijaksana suatu saat sumber tersebut akan habis. Selain itu, pembakaran minyak dan gas bumi menimbulkan polusi udara sehingga sumber energi yang ramah lingkungan dan terbarui menjadi aset berharga. (Rahmat Hidayat dkk, 2017)

Melihat potensi tersebut dan banyaknya penelitian tentang sel surya dan banyaknya masalah yang dihadapi dalam setiap praktikum maka dari itu perlunya

pengembangan modul praktikum yang sebagai acuan dan petunjuk untuk penelitian mengembangkan energi terbarukan berupa sel surya. Modul bertujuan untuk mengatasi berbagai masalah praktikum dengan mencapai beberapa hasil yang akan membantu para mahasiswa dalam melakukan praktikum energi panas bumi.

Ini menjadi salah satu alasan penulis mengangkat judul penelitian yang membahas tentang **“PEMBUATAN MODUL PRAKTIKUM SEL SURYA PADA LABORATORIUM TEKNIK MAKASSAR”**

B. Rumusan masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalahnya adalah:

1. Bagaimana pemodelan rangkaian modul praktikum pada penelitian ini?
2. Bagaimana kinerja rangkaian modul praktikum dengan iradiasi matahari yang berbeda?

C. Tujuan Penelitian

Sebagaimana rumusan masalah yang diuraikan diatas, maka tujuan dari penelitian ini yaitu:

1. Mengetahui model rangkaian modul praktikum pada penelitian ini.
2. Mengetahui kinerja rangkaian modul praktikum dengan iradiasi matahari yang berbeda.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Sebagai bahan referensi untuk membuat modul praktikum sel surya.

2. Sebagai bahan referensi tentang penggunaan sel surya sebagai sumber energi.
3. Sebagai bahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

E. Batasan Masalah

Pada penelitian ini, maka perlu ditetapkan batasan masalah berdasarkan kemampuan dan keterbatasan peneliti. Adapun batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Pembuatan model rangkaian penelitian sel surya.
2. Peralatan pendukung yang digunakan pada modul ini dibahas secara umum.
3. Tidak membahas masalah kondisi cuaca.
4. Penggunaan sel surya sebagai sumber energi listrik.
5. Menganalisis karakteristik sel surya.

F. Sistematika Penulisan

Laporan ini terdiri dari lima bab, dimana sistematika penyusunannya adalah sebagai berikut:

BAB I PENDAHULUAN, yang berisi tentang latar belakang, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, Batasan masalah, dan sistematika penulisan.

BAB II KAJIAN PUSTAKA, yang berisi tentang teori-teori yang berhubungan dengan permasalahan yang diperlukan dalam melakukan penelitian ini.

BAB III METODE PENELITIAN, yang berisi penjelasan waktu dan tempat, jenis penelitian maupun sumber data, alat dan bahan, desain penelitian,

metode pengambilan data, metode analisis data, variabel penelitian, prosedur penelitian, dan flow chart.

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN, yang berisi tentang hasil penelitian yang mengurai tentang karakteristik modul sel surya dan hubungan iradiasi matahari dengan tegangan keluaran sel surya dan daya keluaran.

BAB V PENUTUP, yang berisi tentang kesimpulan dan saran yang mencakup dari keseluruhan isi penulisan yang di peroleh dan disertai saran-saran.



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Defenisi Sel Surya

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaiic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaiic (*Photovoltaic cell* – disingkat PV)). Tegangan listrik yang dihasilkan oleh sebuah sel surya sangat kecil, sekitar 0,6V tanpa beban atau 0,45V dengan beban. Untuk mendapatkan tegangan listrik yang besar sesuai keinginan diperlukan beberapa sel surya yang tersusun secara seri. Jika 36 keping sel surya tersusun seri, akan menghasilkan tegangan sekitar 16V. Tegangan ini cukup untuk digunakan mensuplai aki 12V. Untuk mendapatkan tegangan keluaran yang lebih besar lagi maka diperlukan lebih banyak lagi sel surya. Gabungan dari beberapa sel surya ini disebut Panel Surya atau modul surya. Susunan sekitar 10 - 20 atau lebih Panel Surya akan dapat menghasilkan arus dan tegangan tinggi yang cukup untuk kebutuhan sehari hari. (Bambang Hari Purwoto, 2018)

B. Prinsip Kerja Sel Surya

Sel surya bekerja berdasarkan efek fotoelektrik pada material semikonduktor untuk mengubah energi cahaya menjadi energi listrik. Berdasarkan teori Maxwell tentang radiasi elektromagnet, cahaya dapat dianggap sebagai spektrum gelombang elektromagnetik dengan panjang gelombang yang berbeda. Pendekatan yang berbeda dijabarkan oleh Einstein bahwa efek fotoelektrik mengindikasikan cahaya merupakan

partikel diskrit atau quanta energi. Dualitas cahaya sebagai partikel dan gelombang dirumuskan dengan persamaan :

$$E = h \cdot f = h \cdot c / \lambda \dots \dots (1)$$

dimana cahaya pada frekuensi f atau panjang gelombang λ datang dalam bentuk paket-paket foton dengan energi sebesar E ; h adalah konstanta Planck ($6,625 \times 10^{-34}$ Js) dan c adalah kecepatan cahaya (3×10^8 m/s). Sifat cahaya sebagai energi dalam paket-paket foton ini yang diterapkan pada sel surya.

Pada awalnya (1839) sifat fotoelektrik ditemukan pada larutan elektro kimia oleh Alexandre Edmond Becquerel, meskipun tidak ada penjelasan ilmiah untuk peristiwa itu. Tahun 1905, Albert Einstein mengamati efek ini pada lempengan metal. Namun pada perkembangannya, material yang dipakai adalah semikonduktor, terutama silikon. Material ini dapat bersifat insulator pada temperatur rendah, tetapi dapat bersifat sebagai konduktor bila tersedia energi.

Prinsip kerja semikonduktor sebagai sel surya mirip dengan dioda sebagai *pn-junction* (Gambar 2.1). *PN-junction* adalah gabungan / lapisan semikonduktor jenis P dan N yang diperoleh dengan cara doping pada silikon murni. Pada semikonduktor jenis P, terbentuk *hole* (pembawa muatan listrik positif) yang jumlahnya lebih banyak dibandingkan jumlah elektronnya, sehingga *hole* merupakan pembawa muatan mayoritas, sedangkan elektron merupakan pembawa muatan minoritas. Demikian pula sebaliknya dengan semikonduktor jenis N. Bila bagian P dari *pn-junction*

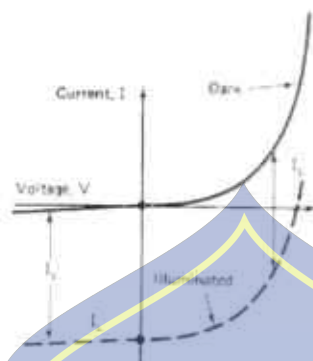
dihubungkan dengan kutub positif baterai dan bagian N dihubungkan dengan kutub negatif baterai, maka arus dapat mengalir melewati *pn-junction*. Kondisi ini disebut sebagai panjar maju. Bila hal sebaliknya dilakukan (panjar mundur), yaitu bagian N dari *pn-junction* dihubungkan dengan kutub positif baterai dan bagian P dihubungkan dengan kutub negatif baterai, masih ada arus dalam ukuran sangat kecil yang masih dapat mengalir (dalam ukuran mikroamper) yang disebut dengan arus bocor.



Gambar 2.1 PN junction

Ada dua hal yang menarik dalam kondisi Panjar mundur tersebut, yaitu efek fotokonduktif dan *photovoltaic*. Fotokonduktif adalah gejala dimana apabila suhu dinaikkan, maka arus bocor pada panjar mundur juga meningkat. Kenaikan suhu yang dapat dianggap sebagai penambahan energi dapat juga diganti dengan cahaya sebagai salah satu bentuk energi. Penyerapan energi cahaya pada kondisi panjar mundur sehingga menghasilkan arus listrik pada *pn junction* ini disebut dengan efek *photovoltaic*. Penjelasan secara grafik dapat dilihat pada gambar 2.2. Jadi, sel surya pada dasarnya adalah sebuah fotodioda yang dirancang dengan mengacu pada efek *photovoltaic* sedemikian rupa. Sehingga dapat

mengubah energi cahaya seefisien mungkin menjadi energi listrik. (Wibeng Diputra, 2008)

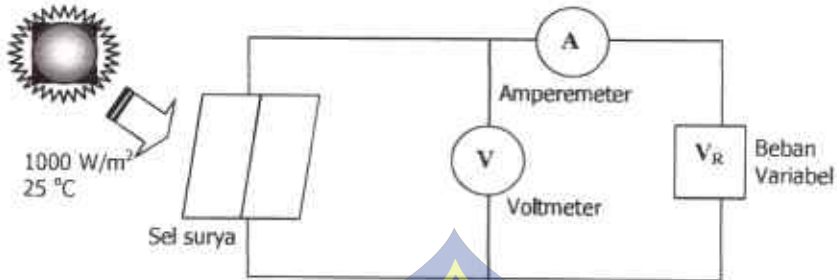


Gambar 2.2 Karakteristik diode pada kondisi gelap dan teriluminasi

C. Karakteristik Sel Surya

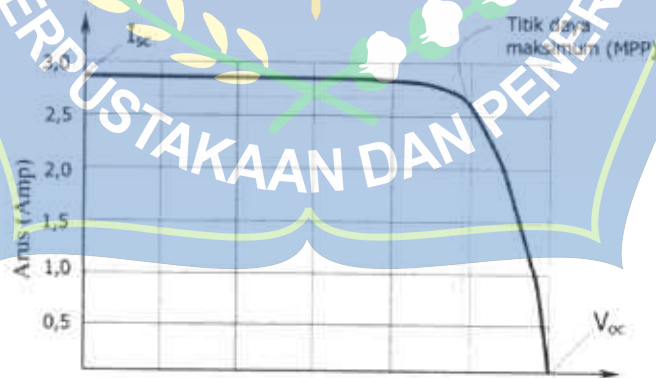
Sel surya dalam keadaan tanpa penyinaran mempunyai karakteristik yang mirip dengan dioda. Ketika sel surya mendapat sinar, akan mengalir arus konstan yang arahnya berlawanan dengan arus dioda. Untuk memperoleh karakteristik tegangan arus sel surya maka sel surya yang akan dites harus dihubungkan dengan beban listrik yang dapat divariasikan. Selain itu alat-alat ukur tegangan dan arus harus dipasang sebagaimana mestinya. Pengujian sel surya ini harus dalam suatu keadaan standar yaitu kuat

penyinar cahaya 1000 W/m^2 dan pada suhu 25°C . Gambar rangkaian pengujian dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 2.3 Rangkaian Pengujian Sel Surya

Saat beban sama dengan nol atau dengan kata lain beban dilepas maka dalam keadaan ini akan diperoleh tegangan beban nol V_{oc} (Open Circuit Voltage) yang merupakan tegangan maksimum sel surya karena $I = 0$. Saat beban diperbesar terus sampai mencapai keadaan hubung singkat maka akan diperoleh tegangan sel surya sama dengan nol dan arus akan maksimum I_{sc} (Short Circuit Current). Kemudian apabila beban divariasi maka akan diperoleh arus dan tegangan yang bervariasi pula. Kombinasi arus dan tegangan tersebut dapat digambarkan sebagai sebuah grafik seperti pada gambar berikut yang dikenal grafik karakteristik I-V.



Gambar 2.4 Grafik Karakteristik I-V Sel Surya

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa sel menghasilkan daya yang maksimum pada sebuah titik dari grafik tersebut. Dalam keadaan beban nol dan hubung singkat, daya yang dihasilkan sebuah sel surya sama dengan nol. Pada gambar tersebut terlihat titik daya maksimum (*Maximum Point Power* / MPP) dihasilkan dari tegangan V_{max} dan arus I_{max} yang bersesuaian sebesar

$$P_{max} = V_{max} \cdot I_{max} \dots\dots\dots (2)$$

Pada prakteknya selalu diusahakan agar pemakaian beban berpatokan dari titik MPP ini. Rasio antara hasil kali arus I_{max} dengan V_{max} pada titik daya maksimum (MPP) dengan hasil kali arus hubung singkat I_{sc} dengan tegangan hubung buka V_{oc} disebut dengan *fill factor*.

$$FF = \frac{V_{max} \cdot I_{max}}{V_{oc} \cdot I_{sc}} \dots\dots\dots (3)$$

Pada level radiasi matahari yang lebih rendah maka luasan daerah di bawah grafik tersebut akan berkurang dan MPP akan bergeser ke kiri, namun bentuk grafik I-V secara umum masih tetap sama. Saat sel-sel surya menghasilkan daya listrik pada keadaan sebenarnya, intensitas radiasi matahari bervariasi tiap waktu, sehingga untuk menghasilkan daya yang maksimum diperlukan sebuah peralatan elektronis yang disebut *Maximum Power Tracking*. Peralatan elektronis tersebut berfungsi secara otomatis memvariasikan beban jika dilihat dari sel surya sehingga diperoleh transfer energi yang maksimal karena sel surya bekerja pada daerah *Maximum Power Point* / MPP. Sel surya mempunyai hubung buka V_{oc} sekitar 0,5-0,6 Volt dan arus hubung singkat I_{sc} 3 Amp untuk luas permukaan 100 cm².

Selain *fill factor*, daya pada sel surya juga dibatasi oleh beberapa kerugian seperti kerugian refleksi, cahaya tak terabsorpsi, cahaya yang terlampau kuat, tahanan seri / paralel dan juga temperatur. Hal tersebut akan berpengaruh pada unjuk kerja sel surya yang dinyatakan efisiensi. Efisiensi sel surya adalah adalah perbandingan antara daya output dan inputnya dapat dinyatakan dengan persamaan

$$\text{Efisiensi} = \frac{V \cdot I}{G \cdot A} \dots \dots \dots (4)$$

Daya input adalah intensitas radiasi / penyinaran $G \text{ W/m}^2$ yang diterima oleh luasan permukaan $A \text{ m}^2$ sel surya. Daya output adalah hasil kali dari besaran tegangan $V \text{ Volt}$ dan arus $I \text{ Amp}$ yang dihasilkan oleh sel surya.

Pengujian karakteristik dilakukan dengan skema seperti pada gambar 3, dengan spesifikasi panel surya yang digunakan adalah sebagai berikut :

1. Daya nominal	48 W
2. Arus nominal	3,02 A
3. Tegangan nominal	15,9 V
4. Arus Hubung Singkat	3,4 A
5. Tegangan Hubung Buka	19,8 V
6. Berat	5,2 kg
7. Jumlah sel	33
8. Luasan	0,33 m ²
9. Pabrik	Siemen

Dengan variasi beban V_R pada temperatur lingkungan (27°C), pada beberapa intensitas radiasi ($500, 750$ dan 1000 W/m^2) sehingga diperoleh tegangan V dan arus I . Selanjutnya dengan menggunakan persamaan 1, 2,

dan 3 akan didapatkan daya P , *fill factor* dan efisiensi. Dengan cara yang sama dilakukan pada intensitas 1000 W/m^2 dengan variasi temperatur (20, 27, 40 dan 48°C) adapun penelitian yang akan di buat tidak mengukur suhu cuaca dan efisiensi. (Fransiskus A. Widiharsa, (2006), TRANSMISI, Vol-4/ Hal. 233 - 242)

D. Jenis Panel Sel Surya

Jenis-jenis sel surya digolongkan berdasarkan teknologi pembuatannya dibagi dalam tiga jenis, yaitu:

a) Monocrystalline

Jenis ini terbuat dari batangan kristal silikon murni yang diiris tipis-tipis, sehingga akan dihasilkan kepingan sel surya yang identik satu sama lain dan berkinerja tinggi. Sel surya ini adalah jenis yang paling efisien dibandingkan jenis sel surya lainnya, efisiensinya sekitar 15% - 20%. Mahalnya harga kristal silikon murni dan teknologi yang digunakan, menyebabkan mahalnya harga jenis sel surya ini dibandingkan jenis sel surya yang lain di pasaran. Kelemahannya, sel surya jenis ini jika disusun membentuk solar modul (panel surya) akan menyisakan banyak ruangan yang kosong karena sel surya seperti ini umumnya berbentuk segi enam atau bulat, tergantung dari bentuk batangan kristal silikonnya. ekstrim dan dengan kondisi alam yang sangat ganas. Memiliki efisiensi sampai dengan 15%. Kelemahan dari panel jenis ini adalah tidak akan berfungsi baik ditempat yang cahaya

mataharinya kurang (teduh), efisiensinya akan turun drastis dalam cuaca berawan.

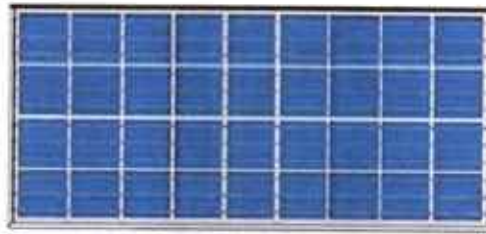


Gambar 2.5 Sel Surya Monocrystalline

(Sumber: <https://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya/>)

b) Polycrystalline

Jenis ini terbuat dari beberapa batang kristal silikon yang dilebur / dicairkan kemudian dituangkan dalam cetakan yang berbentuk persegi. Kemurnian kristal silikonnya tidak sempurna pada sel surya *monocrystalline*, karenanya sel surya yang dihasilkan tidak identik satu sama lain dan efisiensinya lebih rendah, sekitar 13% - 16%. Tampilannya nampak seperti ada motif pecahan kaca di dalamnya. Bentuknya yang persegi, jika disusun membentuk panel surya, akan rapat dan tidak akan ada ruangan kosong yang sia-sia seperti susunan pada panel surya *monocrystalline*. Proses pembuatannya lebih mudah dibanding *monocrystalline*, karenanya harganya lebih murah. Jenis ini paling banyak dipakai saat ini.



Gambar 2.6 Sel Surya Polycrystalline

(Sumber: <https://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)

c) *Thin Film*

Jenis sel surya ini diproduksi dengan cara menambahkan satu atau beberapa lapisan material sel surya yang tipis ke dalam lapisan dasar. Sel surya jenis ini sangat tipis karenanya sangat ringan dan fleksibel. Jenis ini dikenal juga dengan nama TFPV (*Thin Film Photovoltaic*).

Gambar 2.7 Sel Surya Thin Film

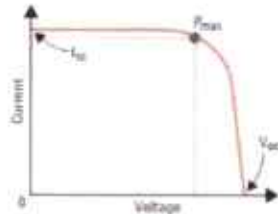
(Sumber: <https://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya>)

E. Efisiensi Sel Surya

Daya listrik yang dihasilkan sel surya ketika mendapat cahaya diperoleh dari kemampuan perangkat sel surya tersebut untuk memproduksi

tegangan ketika diberi beban dan arus melalui beban pada waktu yang sama.

Kemampuan ini dapat direpresentasikan dalam kurva arus-tegangan (I-V).



Gambar 2.8 kurva karakteristik I-V pada sel surya.

Ketika sel dalam kondisi short circuit, arus maksimum atau arus short circuit (I_{sc}) dihasilkan, sedangkan pada kondisi *open circuit* tidak ada arus yang dapat mengalir sehingga tegangannya maksimum. Disebut tegangan *open-circuit* (V_{oc}). Titik pada kurva I-V yang menghasilkan arus dan tegangan maksimum disebut titik daya maksimum (MPP).

$$\eta = \frac{P_{max}}{P_{cahaya}} \quad (5)$$

Efisiensi sel surya yang didefinisikan sebagai daya yang dihasilkan dari sel (P_{MAX}) dibagi dengan daya dari cahaya yang datang (P_{Cahaya}). Nilai efisiensi ini yang menjadi ukuran global dalam menentukan kualitas performansi suatu sel surya.

Sebelum mengetahui berapa nilai daya sesaat yang dihasilkan kita harus mengetahui daya yang diterima (*Input*), dimana daya tersebut adalah perkalian antara intensitas radiasi matahari yang

diterima dengan luas PV module dengan persamaan,
(Muchammad,2010)

$$P_{in} = I_r \times A \dots\dots\dots(6)$$

Dimana P_{in} adalah daya *input* akibat *Irradiance* matahari, I_r adalah intensitas matahari (watt/m²) dan A adalah luasan area permukaan *photovoltaic* modul (m²). Sedangkan untuk besarnya daya solar cell (P_{out}) yaitu perkalian tegangan rangkaian terbuka (V_{oc}), Arus hubung singkat (I_{sc}), dan Fill Factor (FF) yang dihasilkan oleh sel *Photovoltaic* dapat dihitung dengan rumus :

$$P_{out} = V_{oc} \times I_{sc} \times FF \dots\dots\dots(7)$$

Dimana P_{out} daya yang dibangkitkan oleh solar cell (watt), V_{oc} tegangan rangkaian terbuka solar cell (volt), I_{sc} arus hubung singkat pada solar cell (A) dan FF adalah fill factor. Nilai FF dapat diperoleh dari persamaan :

$$FF = \frac{V_{oc} - \ln(V_{oc} + 0,72)}{V_{oc} + 1} \dots\dots\dots(8)$$

Efisiensi yang terjadi pada sel surya adalah merupakan perbandingan daya yang dapat dibangkitkan oleh sel surya dengan energi *input* yang diperoleh dari *irradiance* matahari. Efisiensi yang digunakan adalah efisiensi sesaat pada pengambilan data. (Adam Satriyo Adi, 2016)

F. Energi Sel Surya

Energi surya atau matahari telah dimanfaatkan di banyak belahan dunia dan jika dieksploitasi dengan tepat, energi ini berpotensi mampu menyediakan kebutuhan konsumsi energi dunia saat ini dalam waktu yang lebih lama. Matahari dapat digunakan secara langsung untuk memproduksi listrik atau untuk memanaskan bahkan untuk mendinginkan. Potensi masa depan energi surya hanya dibatasi oleh keinginan kita untuk menangkap kesempatan. (Gede Widayana, Pemanfaatan Energi Surya)



Gambar 2.9 Potensi Solar Energi di Indonesia

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi penelitian ini bertempat di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar, penelitian dilakukan selama 7 kali dengan iradiasi matahari yang berbeda.

B. Alat dan Bahan

Pada umumnya, alat, bahan, dan model penelitian yang digunakan dalam menunjang penelitian adalah sebagai berikut:

1. Alat yang digunakan pada penelitian ini :

- a) Obeng
- b) Pisau cutter
- c) Mistar
- d) Tang potong
- e) Solder

2. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini.

- a) Panel surya
- b) Saklar
- c) Triplek
- d) Kabel
- e) Lampu LED 12 volt
- f) Blok terminal

- g) Volt meter
- h) Ampere meter
- i) Lux meter
- j) Tima solder
- k) Baut sekrup
- l) Isolasi

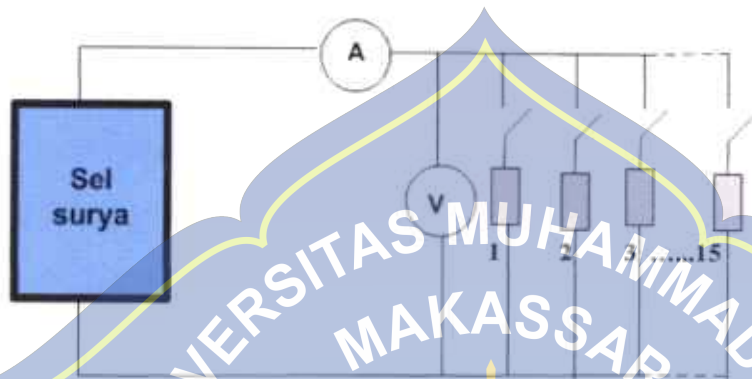
C. Metode Pengambilan Data

Pada penelitian ini akan menggunakan data primer yakni data yang didapatkan dari pemodelan fisik berupa rangkaian sel surya dengan beban lampu di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Makassar.

D. Model Rangkain modul Sel Surya

Pembuatan Rangkaian modul Panel Surya Rangka simulasi panel surya dibuat dari bahan besi kotak ukuran 2x4 cm dengan panjang 2 meter dengan ditambah besi pipa ukuran 1/4 inch untuk tempat penyangga panel surya diletakkan dan plat alumunium ukuran 20x30 cm untuk peletakkan *Solar Charge Controller*. Plat alumunium tersebut dirangkai sedemikian rupa menggunakan sekrup dan baut sehingga menjadi bentuk rangka panel surya. Kemudian rangkaian beban yang dibuat dari bahan triplek sebagai tempat penyangga dan dirangkain dengan model rangkaian paralelr sebanyak 15 buah lampu dengan tegangan 12 volt beban setiap lampu 1,5 whatt. Tiap lampu menggunakan saklar tunggal, pada penyambungan kabel antara sel

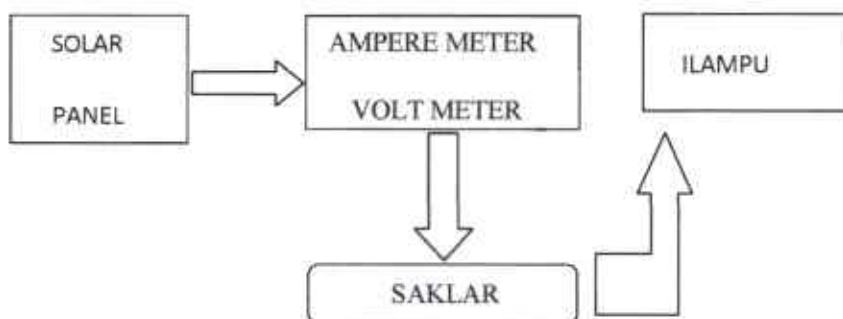
surya dengan rangkaian beban dihubungkan dengan terminal kotak 6 jalur, dan tegangan dan arus yang masuk diukur menggunakan volt meter dan amper meter yang dipasang pada sambungan rangkaian antara sel surya dan rangkaian modul beban.



Gambar 3.1 Rangkaian penelitian Panel surya

Keterangan:

1. Sel surya sebagai sumber energi.
2. Ampere meter
3. Volt meter
4. Saklar
5. Lampu sebanyak 15 buah.



Gambar 3.2 Blok Diagram Rangkaian

Gambar 3.2 memperlihatkan fungsi dan kegunaan alat yang akan dirancang

- Panel surya adalah alat yang terdiri dari sel surya untuk menyerap atau menyimpan energi cahaya matahari yang kemudian menjadi pembangkitan listrik sebagai sumber untuk kebutuhan maksimal 50 Watt.
- Ampere meter digunakan untuk mengukur arus pada rangkaian setiap lampu.
- Volt meter berfungsi untuk mengukur tegangan yang masuk pada rangkaian baik tanpa beban ataupun tegang tiap beban lampu
- Saklar digunakan sebagai pemutus arus dan tegangan beban.
- Lampur yang berfusing sebagai beban rangkaian

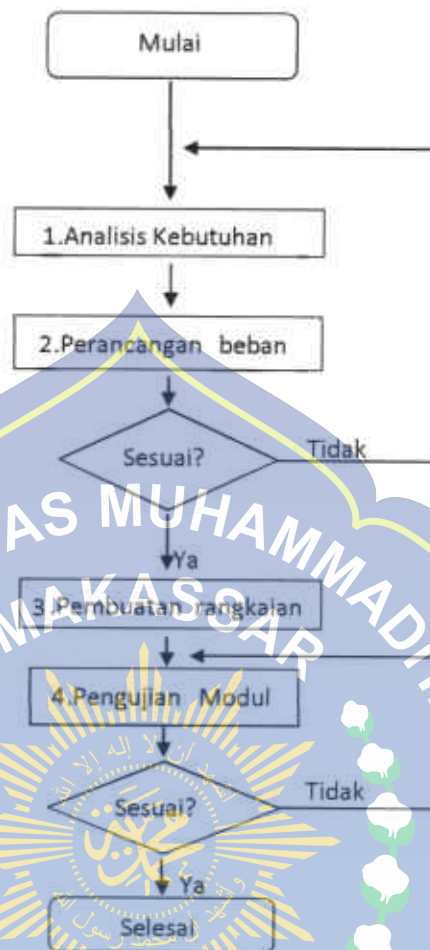
Blok diagram diatas adalah alur dari sistem alat yang dibuat. Terlihat dari blok diagram diatas, pertama dari Solar Panel berkerja menyerap sinar matahari dan selanjutnya menuju volt meter dan

ampere meter untuk di kontrol dalam rangkaian. Dari volt meter dan ampere masuk ke lampu melalaui saklar, hal ini bertujuan agar dalam pengisian arus dan tegangan dari solar panel dapat dikontrol .

Seperti yang telah disebutkan sebelumnya, ampere meter dan volt meter yang baik biasanya mempunyai kemampuan mendeteksi arus dan tegangan yang masuk.



E. Flow Chart Penelitian



Gambar 3.3 Flowchart penelitian

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Perancangan alat

Dalam pengujian skema rangkaian keseluruhan alat ini bertujuan untuk dapat mengetahui hubungan iradiasi matahari dengan tegangan dan arus, dengan komponen beban yang digunakan. Hasil perancangan alat ini diharapkan dapat berjalan dengan baik. Setelah melewati proses perancangan rangkaian modul.

Pembuatan modul praktikum sel surya dibangun menggunakan rangkaian sel surya sebagai sumber energi DC, volt meter sebagai pengukur tegangan dan ampere meter sebagai pengukur arus, serta komponen elektronika lainnya sebagai penunjang kesatuan rangkaian alat. Alat yang telah dibangun dapat dilihat pada gambar 4.1 berikut.



Gambar 4.1 Modul praktikum sel surya

B. Proses kerja sel surya

Sel surya terbuat dari bahan khusus yang disebut semikonduktor seperti silikon, yang saat ini paling banyak digunakan. Pada dasarnya, Ketika cahaya mengenai permukaan sel, suatu bagian tertentu menyerapnya kedalam bahann semikunduktor. Ini berarti bahwa energi cahaya diserap dan ditransfer ke semikonduktor. Energi membuat electron semakin longgar dan dapat bergerak secara bebas. Sel-sel PV juga memiliki satu atau lebih medan listrik yang bertindak untuk memaksa electron dibebaskan oleh penyerapan cahaya yang mengalir dalam arah tertentu.

Aliran elektron adalah arus, dan dengan menempatkan kontak logam pada bagian atas dan bawah dari sel PV, kita dapat menarik arus untuk penggunaan eksternal, misalnya untuk daya kalkulator. Arus ini, bersama-sama dengan dengan tegangan sel mendefinisikan kekuatan atau watt yang dapat dihasilkan sel surya. Sebuah sel surya mengubah energi cahaya menjadi listrik konversi ini didasarkan pada fenomena fotovoltaiik sinar matahari terdiri dari foton tingkat energi yang berbeda tergantung spektrum dari mana berasal. Ketika sinar matahari menyerang permukaan bahan fotovoltanik itu menyemburkan electron yang menghasilkan energi listrik. Berikut gambar rangkaian panel selsurya yang digunakan pada rangkaian ini:



Gambar 4.2 Panel solar sel

C. Cara kerja rangkaian

Rancang bangun alat modul praktikum sel surya akan bekerja saat matahari mengenai modul sel surya dengan mengukur iradiasi matahari yang mengenai modul sel surya. Ketika sel surya dirangkakan dengan rangkaian beban maka tegangan dan arus akan diketahui melalui alat ukur yang terpasang dalam rangkaian. Adapun alat ukur yang digunakan pada rangkaian yaitu volt meter dan ampere meter.

Pada rangkaian beban akan diketahui tegangan open sirkuit dan arus pendek. Adapun beban yang dipasang sekitar 15 buah lampu LED dengan masing-masing lampu berdaya 1,5 watt dengan tegangan 12 volt, dengan saklar tunggal yang dipasang pada tiap beban sebagai pemutus arus yang mengakir. Metode pengambilan data dilakukan dengan menghitung tegangan dan arus tiap beban dengan intensitas cahaya yang didapatkan pada saat pengukuran maka dengan begitu kita akan mengetahui iradiasi dan daya kesemua beban yang terdapat pada rangkaian.

D. Pengujian rangkaian alat

Pengujian rangkaian modul praktikum dilakukan dengan mengukur besar tegangan dan arus yang dihasilkan solar sel pada saat terkena sinar matahari. Solar sel yang digunakan adalah solar panel jenis polikristalin berkapasitas 10 WP. Pengujian modul dilakukan dengan cara mengukur tegangan *open circuit*, arus *short circuit*, arus pada rangkaian beban, tegangan tiap beban dan iradiasi matahari secara bersamaan.

Untuk mengetahui iradiasi matahari dari pengukuran menggunakan lux meter (lm/m^2), ada faktor konveksi yang berbeda untuk setiap gelombang. Namun untuk SUN, ada perkiraan konveksi $0,0079 \text{ W/m}^2$ per lux. Contoh konveksi lux ke W/M^2 sebagai berikut:

$$1 \text{ lux} = 0,0079 \text{ W/m}^2$$

$$1368 \text{ lux} = 1000 \times 0,0079 = 10,8079 \text{ W/m}^2$$

Sedangkan untuk menentukan daya (watt) maka harus diketahui berapa arus (ampere) dan tegangan (volt) jika tegangan = 20,5V, 20,2V dan 19,8V kemudian arus yang diperoleh = 1,7A, 3,4A dan 5A pada beban 1, 2 dan 3 pada rangkaian dengan menggunakan persamaan untuk mencari daya sebagai berikut:

$$P = (V)(I) = \text{Watt}$$

$$P = 20,5\text{V} \times 1,7\text{A} = 34,85 \text{ watt}$$

$$P = 20,2\text{V} \times 3,4\text{A} = 68,68 \text{ watt}$$

$$P = 19,8\text{V} \times 5\text{A} = 99 \text{ watt}$$

Untuk data lebih lengkapnya dikerjakan dalam bentuk tabel percobaan.

Adapun hasil percobaan yang didapatkan sebagai berikut:

Tabel 4.1. Data percobaan 1

Iradiasi matahari= $10,8079 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	170	20.5	34.85
2	3.0	340	20.2	68.68
3	4.5	500	19.8	99.00
4	6.0	640	19.3	123.52
5	7.5	710	18.2	129.22
6	9.0	770	17.4	133.98
7	10.5	800	16.5	132.00
8	12.0	820	15.8	129.56
9	13.5	840	15.2	127.68
10	15.0	850	14.6	124.10
11	16.5	850	14.1	119.85
12	18.0	850	13.7	116.45
13	19.5	850	13.4	113.90
14	21.0	850	13.0	110.50
15	22.5	820	12.7	104.14

Dari percobaan pertama diperoleh hasil seperti pada tabel 4.1 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data

dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.3 Grafik arus data percobaan 1



Gambar 4.4 Grafik daya data percobaan 1

Gamabr 4.3 menggambarkan titik puncak arus berada pada x 14 dan daya puncak berada padatitik x 6 pertama dengan tegangan *open sircuit* sebesar 20,9 volt . Arus

yang dipake dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel arus percobaan pertama yang menggunakan mili ampere.

Tabel 4.2 Data percobaan 2

Iradiasi matahari= 96,775 W/m²

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	110	17.6	19.36
2	3.0	150	15.01	00.94
3	4.5	170	13.3	22.61
4	6.0	170	12.3	20.91
5	7.5	170	11.5	19.55
6	9.0	170	11	18.70
7	10.5	170	10.7	18.19
8	12.0	170	10.4	17.68
9	13.5	170	10.1	17.17
10	15.0	170	10	17.00
11	16.5	170	9.8	16.66
12	18.0	170	9.7	16.49
13	19.5	170	9.6	16.32
14	21.0	170	9.5	16.15
15	22.5	170	9.4	15.98

Dari percobaan kedua diperoleh hasil seperti pada tabel 4.2 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.5 Grafik arus percobaan 2



Gambar 4.6 Grafik daya percobaan 2

Gambar 4.5 dapat diamati bahwa arus cenderung stabil dan daya terendah pada gambar 4.6 berada pada percobaan ke 2 *open sircuit* sebesar 19,3 volt . Arus yang dipake dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel arus percobaan dua yang menggunakan mili ampere.

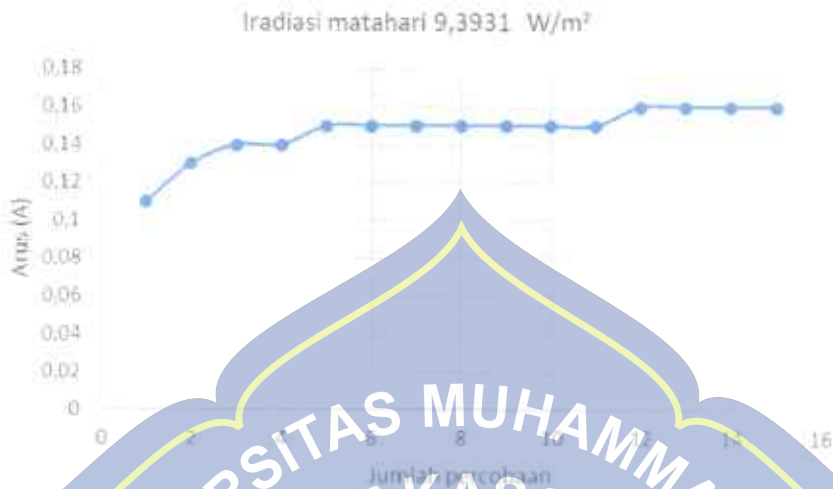
Tabel 4.3. Data percobaan 3

Iradiasi matahari= $9,3931 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	100	16.7	16.70
2	3.0	130	14.1	18.33
3	4.5	140	12.5	17.50
4	6.0	140	11.6	16.24
5	7.5	150	11.1	16.65
6	9.0	150	10.6	15.90
7	10.5	150	10.4	15.60
8	12.0	150	10.1	15.15
9	13.5	150	9.9	14.85
10	15.0	150	9.8	14.70
11	16.5	150	9.7	14.55
12	18.0	160	9.6	15.36
13	19.5	160	9.5	15.20
14	21.0	160	9.4	15.04
15	22.5	160	9.3	14.88

Dari percobaan ketiga diperoleh hasil seperti pada tabel 4.3 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data

dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.7 Grafik arus percobaan 3



Gambar 4.8 Grafik daya percobaan 3

Gambar 4.7 menggambarkan arus (y) puncak berada pada percobaan (x) 12 sampai 15 dan daya (y) puncak pada gambar 4.8 berada pada titik (x) 2 dengan tegangan

open circuit sebesar 19,0 volt. Arus yang dipake dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel arus percobaan tiga yang menggunakan mili ampere.

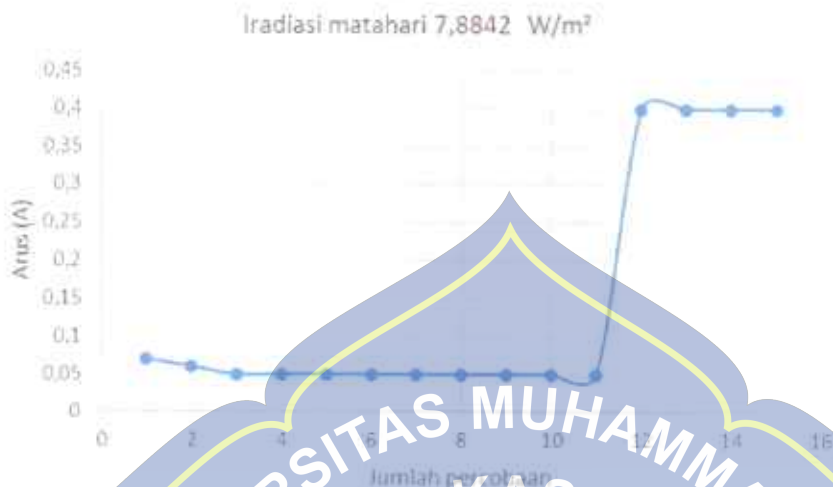
Tabel 4.4 Data percobaan 4

Iradiasi matahari= $7,8842 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	70	14.7	1.029
2	3.0	60	11.6	0.696
3	4.5	50	10.3	0.515
4	6.0	50	9.9	0.495
5	7.5	50	9.5	0.475
6	9.0	50	9.3	0.465
7	10.5	50	9.2	0.460
8	12.0	50	9.1	0.455
9	13.5	50	9	0.450
10	15.0	50	8.9	0.445
11	16.5	50	8.8	0.440
12	18.0	400	8.7	3.480
13	19.5	400	8.7	3.480
14	21.0	400	8.6	3.440
15	22.5	400	8.6	3.440

Dari percobaan keempat diperoleh hasil seperti pada tabel 4.4 diatas dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel diatas, kemudian pengolahan data

dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.9 Grafik arus percobaan 4



Gambar 4.10 Grafik daya percobaan 4

Gambar 4.9 hubungan jumlah percobaan (x) dengan arus (y) titik puncaknya berada dititik 12 sampai 15 dan daya (y) pada gambar 4.10 puncaknya berada pada

percobaan 12 sampai 15 tegangan *open circuit* sebesar 18,4 volt dan kemungkinan arus hubung singkat sebesar 2,45 ampere. Arus yang dipake dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel arus percobaan empat yang menggunakan mili ampere.

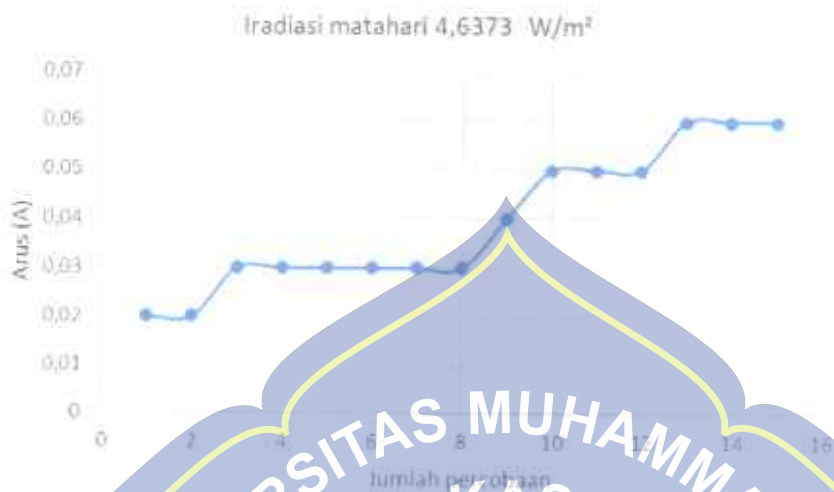
Tabel 4.5 Data percobaan 5

Iradiasi matahari= $4,6373 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	20	11.9	02.38
2	3.0	20	10.3	02.06
3	4.5	30	9.7	02.91
4	6.0	30	9.4	02.82
5	7.5	30	9.2	02.76
6	9.0	30	9	02.70
7	10.5	30	8.9	02.67
8	12.0	30	8.9	02.67
9	13.5	40	8.9	03.56
10	15.0	50	8.9	04.45
11	16.5	50	8.9	04.45
12	18.0	50	8.9	04.45
13	19.5	60	8.9	05.34
14	21.0	60	8.8	05.28
15	22.5	60	8.8	05.28

Dari percobaan kelima diperoleh hasil seperti pada tabel 4.5 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data

dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.11 Grafik daya percobaan 5



Gambar 4.12 Grafik daya percobaan 5

Gambar 4.11 menggambarkan arus (y) tertinggi pada titik (x) 15 dan daya (y) maksimum pada gambar 4.12 pada percobaan (x) 13 dengan tegangan *open circuit*

sebesar 17,2. Arus dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel arus percobaan lima yang menggunakan mili ampere.

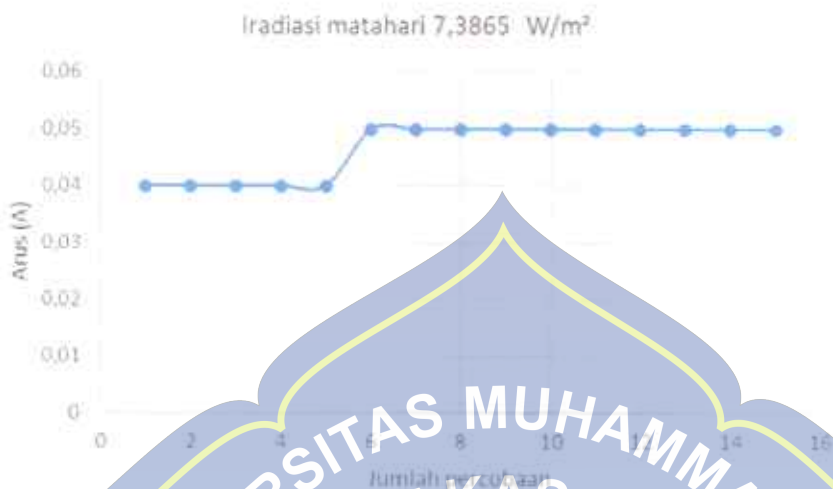
Tabel 4.6 Data percobaan 6

Iradiasi matahari= $7,3865 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	40	13.2	05.28
2	3.0	40	11	04.40
3	4.5	40	10.2	04.08
4	6.0	40	9.7	03.88
5	7.5	40	9.5	03.80
6	9.0	50	9.3	04.65
7	10.5	50	9.2	04.60
8	12.0	50	9.1	04.55
9	13.5	50	9	04.50
10	15.0	50	8.9	04.45
11	16.5	50	8.9	04.45
12	18.0	50	8.8	04.40
13	19.5	50	8.8	04.40
14	21.0	50	8.7	04.35
15	22.5	50	8.7	04.35

Dari percobaan keenam diperoleh hasil seperti pada tabel 4.6 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data

dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.13 Grafik arus percobaan 6



Gambar 4.14 Grafik daya percobaan 6

Gambar 4.13 menggambarkan jumlah percobaan (x) dengan arus (y) cenderung stabil dan daya (y) pada gambar 4.14 juga stabil dengan tegangan *open circuit*

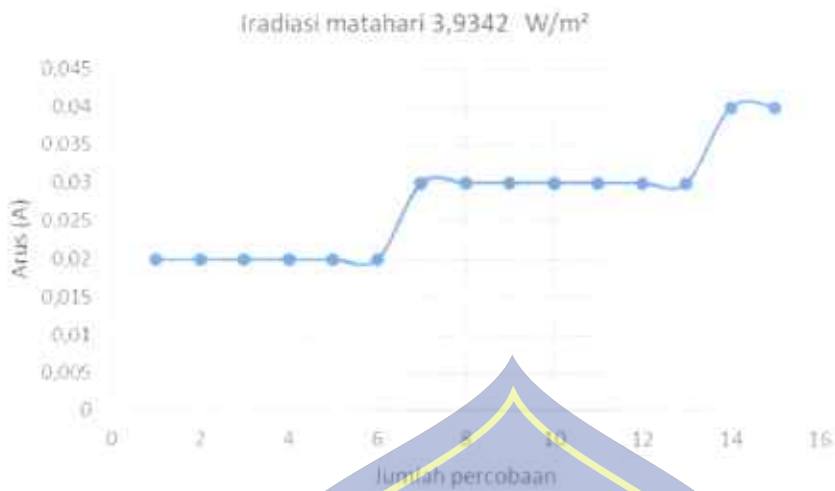
sebesar 18,2 volt. Arus dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan amperer yang diubah dari tabel percobaan enam yang menggunakan mili ampere.

Tabel 4.7 Data percobaan 7

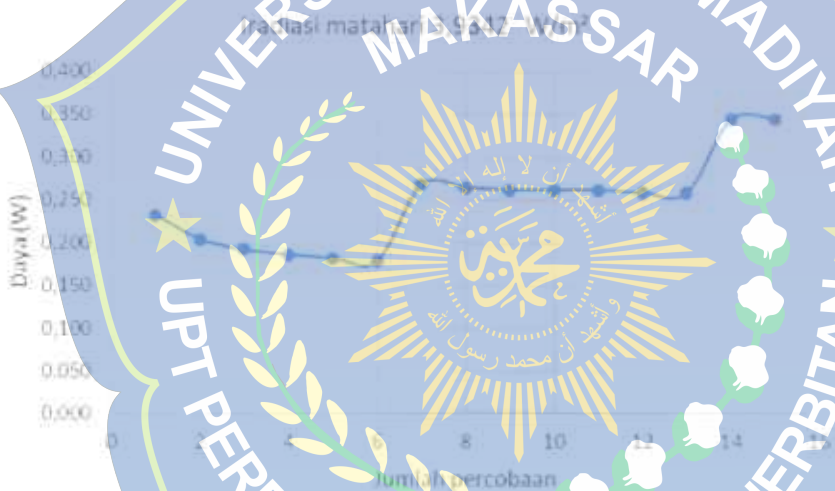
Iradiasi matahari= $3,9342 \text{ W/m}^2$

No	Beban lampu (W)	arus (mA)	Tegangan (V)	Daya (W)
1	1.5	20	11.6	02.32
2	3.0	20	10.2	02.04
3	4.5	20	9.6	01.92
4	6.0	20	9.3	01.86
5	7.5	20	9.1	01.82
6	9.0	20	8.9	01.78
7	10.5	30	8.9	02.67
8	12.0	30	8.8	02.64
9	13.5	30	8.7	02.61
10	15.0	30	8.7	02.61
11	16.5	30	8.7	02.61
12	18.0	30	8.6	02.58
13	19.5	30	8.6	02.58
14	21.0	40	8.6	03.44
15	22.5	40	8.6	03.44

Dari percobaan ketujuh diperoleh hasil seperti pada tabel 4.7 dengan iradiasi matahari tersebut dari beban sebanyak 15 lampu LED dengan daya lampu 1,5 watt dengan tegangan 12 volt masing-masing lampu. Melalui pengukuran volt meter dan amper meter diperoleh data seperti pada tabel di atas, kemudian pengolahan data dilakukan dengan perhitungan excel. Adapun hubungan tegangan dengan arus dan daya tergambar pada grafik dibawah ini.



Gambar 4.15 Grafik arus percobaan 7



Gambar 4.16 Grafik daya percobaan 7

Gambar 4.15 menggambarkan arus (y) maksimum pada titik (x) 14 dan daya (y) pada gambar 4.16 maksimum pada titik (x) 14 dengan tegangan *open circuit* sebesar 18,2 volt. Arus dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan

amperer yang diubah dari tabel arus percobaan enam yang menggunakan mili ampere.

Tabel 4.8 Parameter panel sel surya dengan variasi iradiasi

Dari tujuh kali percobaan yang dilakukan dengan iradiasi yang berbeda didapatkan tegangan open sirkuit (V) dengan cara mengukur tegangan menggunakan volt meter, tegangan tersebut tidak menggunakan beban atau bisa disebut sebagai tegangan tanpa beban, sedangkan pada saat melakukan percobaan dengan cara menyambungkan netral dengan fasa (short) pada beban maksimal sehingga pada amper meter mengalami eror.

No	Tegangan Open sirkuit (V)	Keterangan
1	20,9	Percobaan 1
2	19,3	Percobaan 2
3	19,0	Percobaan 3
4	18,4	Percobaan 4
5	17,2	Percobaan 5
6	18,2	Percobaan 6
7	17,0	Percobaan 7

Setelah melakukan percobaan sebanyak tujuh kali dengan iradiasi berbeda maka diperoleh tegangan *open sirkuit* tanpa beban yang diukur dengan menggunakan volt meter. Dari data percobaan tersebut dapat diketahui bahwa tiap percobaan memiliki tegangan dan arus yang berbeda seta daya dan tegangan *open sirkuit* yang bervariasi karena dipengaruhi oleh iradiasi matahari. Pengukuran tersebut membuktikan bahwa semakin tinggi iradiasi matahari maka akan semakin besar tegangan keluaran pada sel surya. Pada pengukuran tersebut yang dilakukan sebanyak tujuh

kali mengalami kendala pada saat pengukuran arus hubung singkat, amperemeter digital yang digunakan tidak dapat mendeteksi besar arus hubung singkat pada saat rangkaian beban *disshort* atau dilakukan korsleting pada rangkaian beban modul.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Modul praktikum berbentuk persegi dengan beban lampu sebanyak 15 buah dirangkaian dengan panel sel surya sebagai sumber energi.
2. Semakin banyak beban yang dirangkaian pada panel maka akan semakin berkurang tegangan dan arus semakin tinggi yang berada pada beban puncak.

B. Saran

Adapun berbagai saran yang terkait dalam pengembangan lebih lanjut untuk pembuatan modul praktikum yang lebih sempurna adalah sebagai berikut:

1. Penelitian ini hanya menggunakan beberapa beban, sehingga kedepannya bisa lebih dikembangkan sampai beban maksimal yang dapat ditampung dalam sebuah panel sel surya pada tegangan maksimum.
2. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan alat penyimpanan energi (baterai) dengan kapasitas sesuai kebutuhan beban yang akan digunakan.
3. Untuk lebih melengkapi pengambilan data pada praktikum selanjutnya dapat diukur lama penyinaran panel surya yang dibutuhkan hingga dapat menyalakan rangkaian beban.
4. Penelitian ini hanya menggunakan cahaya matahari untuk menyinari panel surya, sehingga pada praktikum selanjutnya diharapkan bisa

membandingkan efektivitas cahaya matahari dengan penyinaran menggunakan lampu.

5. Penelitian selanjutnya diharapkan dapat mengetahui berapa lama beban dapat menyala jika menggunakan penyimpanan energi
6. Diharapkan pada penelitian selanjutnya dapat mengukur waktu yang dibutuhkan sampai penyimpanan energi terisi penuh.



DAFTAR PUSTAKA

- Adi, Satriyo Adam 2016. *Analisa Performansi Pembangkit listrik Tenaga Surya Melalui Rancang Bangun Serta Pengukuran Dengan Sensor Solar Irradiance Dan Temperatur (Jurnal)*. Jurusan Teknik Fisika, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Diputra, dan Wibeng, 2008. *Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pasa Rangkaian Modul Sel Surya*. Tesis, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Hidayat, Rahmat, Akhmat, Kholid 2017. *Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Daerah Terpencil (Jurnal)*. Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta
- [Http://eprints.polsri.ac.id](http://eprints.polsri.ac.id)
- [Https://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya](https://laskarteknik.com/2010/05/10/jenis-jenis-panel-sel-surya)
- Purwoto, Hari Bambang (2018). *Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif*.
- Ramadhan, Ilmar Anwar, Diniardi Ery, Mukti Hari Soni 2016. *Analisis Desain Pembangkit Listrik Tenaga Surya Kapasitas 50 WP (Jurnal)*. Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Jakarta.
- Sodikin, Hadi Nanang, Samosir Saudi Ahmad, Komalasari Endah 2015. *Rancang Bangun Prototipe Emulator Sel Surya Menggunakan Buck Converter Berbasis Arduino (Jurnal)*. Jurusan Teknik Elektro Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Widayana, Gede 2012. *Pemanfaatan Energi Surya (Jurnal)*. Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, FTK, UNDIKSHA.
- Widiharsa, A. Fransiskus 2006. *Karakteristik Panel Surya Dengan Variasi Intensitas Radiasi Dan Temperatur Permukaan Panel (Jurnal)*. Jurusan Mesin, Universitas Merdeka Malang.

LAMPIRAN



1. Mengatur kabel tiap beban(lampu)



2. Penyolderan kabel ke beban (lampu)



3. Rangkaian beban (lampur) dan alat yang digunakan



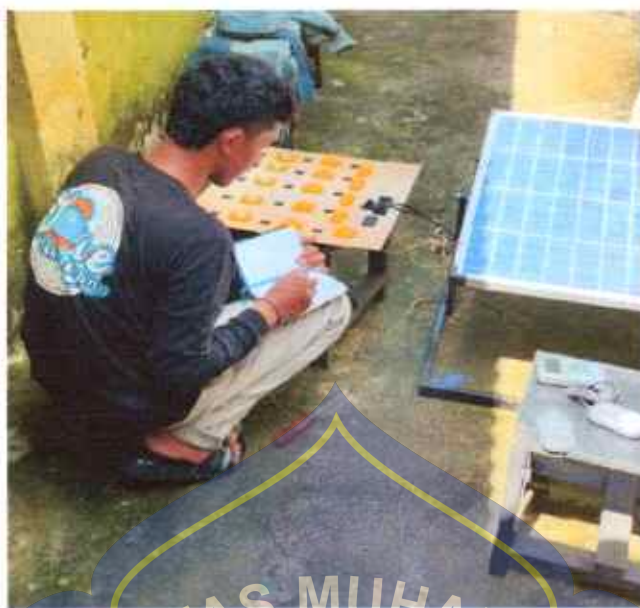
4. Panel surya dan LUX meter yang digunakan



5. Pengambilan data dan modul sel surya



6. Pengambilan data modul sel surya



7. Pengambilan data modul sel surya



8. Pengambilan data modul sel surya



PROSEDUR PERCOBAAN

1. Letakkan panel surya di ruang terbuka agar terkena cahaya matahari.
2. Ukur panas cahaya matahari menggunakan lux meter kemudian konversi menjadi iradiasi matahari.
3. Rangkaikan panel surya dengan rangkaian beban.
4. Ukur tegangan *open circuit* menggunakan volt meter pada rangkaian beban.
5. Nyalakan lampu pertama kemudian catat arus dan tegangannya, lakukan cara ini sampai pada beban maksimal yaitu sebanyak 15 buah lampu.
6. Setelah arus dan tegangan masing-masing beban telah diketahui, carilah daya tiap beban menggunakan rumus daya.





MAJELIS PENDIDIKAN TINGGI PIMPINAN PUSAT MUHAMMADIYAH
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH MAKASSAR
UPT PERPUSTAKAAN DAN PENERBITAN

Alamat kantor: Jl. Sultan Alauddin No.259 Makassar 90221 Tlp.(0411) 866972,881593, Fax (0411) 865588

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

SURAT KETERANGAN BEBAS PLAGIAT

UPT Perpustakaan dan Penerbitan Universitas Muhammadiyah Makassar,
Menerangkan bahwa mahasiswa yang tersebut namanya di bawah ini:

Nama : Ari Fadli
NIM : 10582166615
Program Studi : Teknik Elektro

Dengan nilai:

No	Bab	Nilai	Ambang Batas
1	Bab 1	9%	10 %
2	Bab 2	24%	25 %
3	Bab 3	9%	10 %
4	Bab 4	9%	10%
5	Bab 5	0%	5%

Dinyatakan telah lulus cek plagiat yang diadakan oleh UPT- Perpustakaan dan Penerbitan
Universitas Muhammadiyah Makassar Menggunakan Aplikasi Turnitin.

Demikian surat keterangan ini diberikan kepada yang bersangkutan untuk dipergunakan
seperlunya.

Makassar, 24 Januari 2022

Mengerahi

Kepala UPT- Perpustakaan dan Penerbitan,

Nursinah S.Hum.,M.I.P
NBM. 964.591