

# Pembuatan Modul Praktikum Sel Surya Pada Laboratorium UNISMUH Makassar

Ari Fadli<sup>1</sup>, Adriani, S.T. M.T<sup>2</sup>, Ir. Abdul Hapid, M.T<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Jurusan Elektro Fakultas Teknik/Universitas Muhammadiyah Makassar  
e-mail: [fadliari809@gmail.com](mailto:fadliari809@gmail.com)<sup>1</sup>, [adriani@unismuh.ac.id](mailto:adriani@unismuh.ac.id)<sup>2</sup>, [abd.hafid@unismuh.ac.id](mailto:abd.hafid@unismuh.ac.id)<sup>3</sup>

**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 a solar cell panel energy source, 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 one of 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, it can be seen that the average wattage obtained is 120 W with no-load voltage, which is an average of 20 V. 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.

**Intisari**— 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 dapat diketahui bahwa rata-rata watt yang diperoleh adalah 120 W dengan tegangan tanpa beban yaitu rata-rata 20 V . Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa iradiasi matahari sangat berpengaruh terhadap tinggi rendahnya arus dan tegangan. Semakin banyak beban yang dirangkain maka akan semakin rendah tegangan dan arus akan semakin tinggi. Sel surya juga dapat menjadi sumber energi terbarukan dengan beban tertentu.

**Kata Kunci**— panel surya, modul praktikum, rangkaian beban, iradiasi matahari, daya.

## I. PENDAHULUAN

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

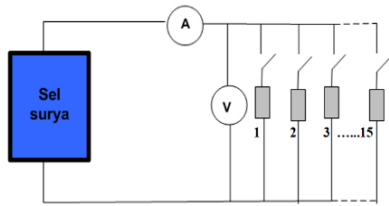
Energi yang paling efektif adalah energi listrik, dalam penggunaan paling mudan dan efisien. Produksi energi listrik dapat diperoleh dengan berbagai macam cara mulai dari air, gas, batubara, panas bumi dan lain sebgainya. Melihat kondisi cadangan energi yang tidak terbarukan kian menipis maka dari itu kita perlu beralih pada energi yang terbarukan yaitu energi matahari, angin dan panas bumi yang cukup tersedia dibumi 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 terbaru menjadi aset berharga.[3]

Melihat potensi banyaknya praktikum tentang sel surya dengan 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 mebanu para mahasiswa dalam melakukan praktikum energi panas bumi.

## II. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas muhammadiyah Makassar dengan pemodelan fisik. 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 mmenggunakan volt meter dan amper meter yang dipasang pada sambungan rangkaian anatra sel surya dan rangkaian modul beban.



Gbr. 1 Skema Rangkaian penelitian Panel 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. Pengetesan sel surya ini harus dalam suatu keadaan standar yaitu kuat penyinaran cahaya 1000 W.m<sup>2</sup> dan pada suhu 25 oC

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 Voc sekitar 0,5-0,6 Volt dan arus hubung singkat Isc 3 Amp untuk luas permukaan 100 cm<sup>2</sup>.

Selain fill factor, daya pada sel surya juga dibatasi oleh beberapa kerugian seperti kerugian refleksi, cahaya tak terabsorpsi, cahaya yang terlampaui kuat, tahanan seri / paralel dan juga temperatur. Hal tersebut akan berpengaruh unjuk kerja sel surya yang dinyatakan efisiensi. Efisiensi sel surya adalah perbandingan antara daya output dan inputnya. Daya input adalah intensitas radiasi / penyinaran G W/m<sup>2</sup> yang diterima oleh luasan permukaan A m<sup>2</sup> sel surya. Daya output adalah hasil kali dari besaran tegangan V Volt dan arus I Amp yang dihasilkan oleh sel surya. [7]

### III. METODE PENGUMPULAN DATA

Pada penelitian ini menggunakan dua sumber data yakni, data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diambil dari hasil survei yaitu melakukan simulasi eksperimental di Laboratorium Teknik Elektro Universitas Muhammadiyah Makassar. Data sekunder adalah data yang diperoleh dari sumber referensi. Adapun variable yang digunakan dalam penelitian ini adalah Variable bebas adalah variable yang mempengaruhi variable lain diantaranya adalah Iradiasi matahari (W/m<sup>2</sup>), Tegangan (V), Arus (A), Daya (W).

Data yang diolah adalah data yang relevan yang dapat mendukung dalam menganalisis hasil penelitian yakni data iradiasi matahari (W/m<sup>2</sup>), arus (A), tegangan (V), daya (W). Selanjutnya data dari hasil pengamatan laboratorium kemudian diolah sebagai bahan analisis untuk memperoleh hasil penelitian berdasarkan dari tujuan penelitian melalui rumus yaitu :

$$P=V \times I \quad (1)$$

P mengacu pada daya, V adalah tegangan dan I adalah arus. “persamaan (1) merupakan cara untuk mendapatkan daya”

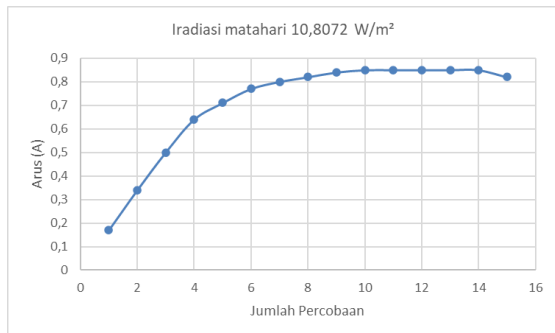
### IV. HASIL PENELITIAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa iradiasi matahari yang digunakan dalam penelitian ini memiliki besaran yang berbeda, dimana semakin tinggi iradiasi matahari, maka tegangan open sicuit akan semakin tinggi dan semakin banyak beban yang dirangkaikan pada panel maka akan semakin berkurang tegangan dan arus semakin tinggi yang berada pada beban puncak sehingga daya tiap percobaan akan berbeda. Percobaan yang dilakukan pada modul yang digunakan. Hasil penelitian dapat dilihat pada tabel dibawah ini:

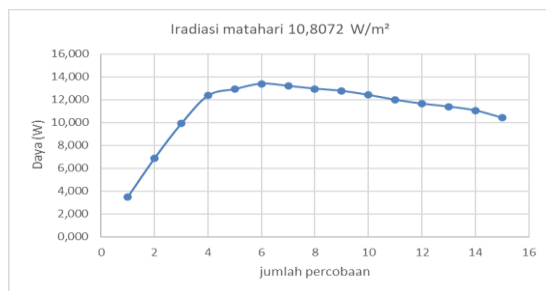
Tabel I  
 Percobaan Dengan Iradiasi Matahari= 10,8079 W/m<sup>2</sup>

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 data seperti pada tabel 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.



Gbr. 2 grafik arus dengan iradiasi matahari 10,8079 W/m<sup>2</sup>.



Gbr. 3 grafik daya dengan iradiasi matahari 10,8079 W/m<sup>2</sup>.

Gambar 2 menggambarkan titik puncak arus berada pada x 14 dan gambar 3 menunjukkan daya puncak berada pada titik x 6 pertama dengan tegangan open circuit sebesar 20,9 volt. Arus yang dipakai dalam membuat grafik tersebut menggunakan satuan ampere yang diubah dari tabel arus percobaan pertama yang menggunakan mili ampere.

## V. PEMBAHASAN

Sel surya merupakan sebuah perangkat yang mengubah energi sinar matahari menjadi energi listrik dengan proses efek fotovoltaic, oleh karenanya dinamakan juga sel fotovoltaic (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.[4]

Prinsip kerja dari panel surya adalah jika cahaya matahari mengenai panel surya, maka elektron-elektron yang ada pada sel surya akan bergerak dari N ke P, sehingga pada terminal keluaran dari panel surya akan menghasilkan energi listrik. Besarnya energi listrik yang dihasilkan oleh panel surya berbeda-beda tergantung dari jumlah sel surya yang dikombinasikan didalam panel surya tersebut. Keluaran dari panel surya ini adalah berupa listrik arus searah (DC) yang besar tegangan keluarannya tergantung dengan jumlah sel surya yang dipasang didalam panel surya dan banyaknya sinar matahari yang menyinari panel surya tersebut.

Keluaran dari panel surya ini sudah dapat digunakan langsung ke beban yang memerlukan sumber tegangan DC dengan konsumsi arus yang kecil. Agar energi listrik yang dihasilkan juga dapat digunakan pada kondisi –kondisi seperti pada malam hari (kondisi saat panel surya tidak disinari cahaya matahari), maka keluaran dari panel surya ini harus di hubungkan ke sebuah media penyimpanan (storage), dalam hal ini adalah baterai. Tetapi ini tidak langsung dihubungkan begitu saja dari panel surya ke baterai, tetapi harus dihubungkan ke rangkaian Regulator, dimana didalam rangkaian tersebut terdapat rangkaian pengisi Baterai otomatis (Automatic charger).[5]

Ada dua hal yang menarik dalam kondisi Penyinaran sel surya, 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. Jadi, sel surya pada dasarnya adalah sebuah fotodiode yang dirancang dengan mengacu pada efek photovoltaic sedemikian rupa. Sehingga dapat mengubah energi cahaya seefisien mungkin menjadi energi listrik. [2]

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. 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.[1]

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.[6]

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 dirangkai 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 semua beban yang terdapat pada rangkaian.

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 ( $\text{lm/m}^2$ ), ada faktor konveksi yang berbeda untuk setiap gelombang. Namun untuk SUN, ada perkiraan konveksi  $0,0079 \text{ W/m}^2$  per lux.

## VI. KESIMPULAN

Modul praktikum berbentuk persegi dengan beban lampu sebanyak 15 buah dirangkai dengan panel sel surya sebagai sumber energi. Semakin banyak beban yang dirangkai pada panel maka akan semakin berkurang tegangan dan arus semakin tinggi yang berada pada beban puncak. 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. Penelitian selanjutnya dapat menggunakan alat penyimpanan energi (baterai) dengan kapasitas sesuai kebutuhan beban yang akan digunakan.

Untuk lebih melengkapi pengambilan data pada praktikum selanjutnya dapat diukur lama penyinaran panel surya yang dibutuhkan hingga dapat menyalakan rangkaian beban. Penelitian ini hanya menggunakan cahaya matahari untuk menyinari panel surya, sehingga pada praktikum selanjutnya diharapkan bisa membandingkan efektivitas cahaya matahari dengan penyinaran menggunakan lampu. Penelitian

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

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada tim pembimbing dan segenap dosen yang telah meluangkan waktu untuk membantu dalam penulisan jurnal ini.

## REFERENSI

- [1] 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.
- [2] Diputra, dan Wibeng, 2008. Simulator Algoritma Pendeteksi Kerusakan Modul Surya Pasa Rangkaian Modul Sel Surya. Tesis, Universitas Indonesia, Jakarta.
- [3] Hidayat, Rahmat, Akhmat, Kholid 2017. Pembangkit Listrik Tenaga Surya Untuk Daerah Terpencil (Jurnal). Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- [4] Purwoto, Hari Bambang (2018). Efisiensi Penggunaan Panel Surya Sebagai Sumber Energi Alternatif..
- [5] 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..
- [6] Widayana, Gede 2012. Pemanfaatan Energi Surya (Jurnal). Jurusan Pendidikan Teknik Mesin, FTK, UNDIKSHA..
- [7] Widiarsa, A. Fransiskus 2006. Karakteristik Panel Surya Dengan Variasi Intensitas Radiasi Dan Temperatur Permukaan Panel (Jurnal). Jurusan Mesin, Universitas Merdeka Malang.