

KARAKTERISASI PANEL SURYA *THIN FILM* MENGGUNAKAN LAMPU METAL HALIDE SEBAGAI *SUN SIMULATOR*

Harry Alberto Sinaga, Ibnu Kahfi Bachtiar, Tonny Suhendra
harryalberto06@gmail.com

Program Studi Elektro, Fakultas Teknik, Universitas Maritim Raja Ali Haji

Abstract

Each year the sun is exposed to radiation with an average per day of 4.8 kwh / m². Indonesian has begun the development of using solar panels to become a source of electricity starting from individuals, agencies, and companies, before solar panels are implemented directly, sunlight should be simulated using a sun simulator. The method used is the distance and lamp method used metal halide simulation, the panel used thin film 90 wp, the results of the characterization are on the thin film 90wp V_{in} 44,5V, V_{out} 16.43V, current 0.473A and power 7,72W.

Kata kunci: Radiasi, Panel Surya, Kurva I-V.

I. Pendahuluan

Sun simulator adalah suatu alat yang sumber cahaya, intensitas dan spectrum yang serupa dengan sinar matahari (Wujun Wang, 2014). Di laboratorium energi baru terbarukan Universitas Maritim Raja Ali Haji sudah memiliki sun simulator, perangkat instrumentasi sun simulator sebaiknya mampu meningkatkan mengenai pengaruh radiasi terhadap arus dan tegangan, dengan menggunakan media lampu sebagai pengganti sinar matahari. Saat ini sun simulator lab energi baru terbarukan mempunyai empat lampu halogen 50W, namun dalam melakukan karakterisasi panel surya *thin film* kurang memadai untuk menjadikan sun simulator. Penelitian ini bertujuan untuk memampukan sun simulator mengkarakterisasikan panel surya menggunakan lampu metal halide 400W.

A. Spektrum Matahari dan Radiasi

Spektrum surya didefinisikan sebagai distribusi spektral elektromagnetik yang dipancarkan oleh matahari atau diterima oleh seorang kolektor atau instrumen di Bumi. Matahari memancarkan energi matahari atau sinar matahari oleh gelombang elektromagnetik pada rentang panjang gelombang yang dikenal sebagai Spektrum Matahari. Matahari memancarkan radiasi dari sinar-X ke gelombang radio, tetapi permukaan bumi terutama menerima panjang gelombang antara 350 nm dan 4000 nm. Wilayah yang terlihat oleh manusia dibatasi hingga 400 nm hingga 700 nm, sekitar 43% dari total energi. (g2voptics.com/solar-simulation/).

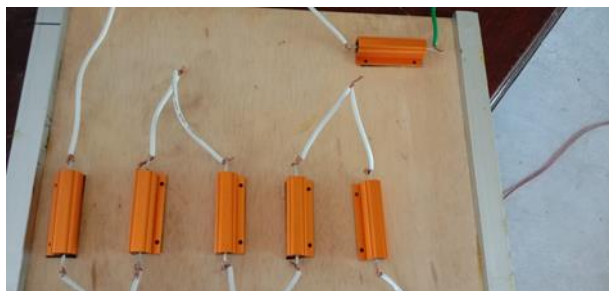
B. Lampu Metal Halide



Gambar 1. Lampu Metal Halide

Pemilihan sumber cahaya yang cocok untuk mensimulasikan sinar matahari dan intensitasnya adalah hal terpenting untuk desain *sun simulator*. Lampu busur halida logam adalah sumber busur yang memanfaatkan busur uap merkuri dengan bahan tambahan logam halida dan menghasilkan iluminasi yang cocok dengan spektrum biasanya untuk suhu dalam kisaran 5000 K hingga 6000 K (<https://g2voptics.com/solar-simulation/>). Lampu ini diperkenalkan sebagai opsi sumber cahaya dari simulator surya ketika sumber kompak iodida (CSI) dikembangkan. Ini menguntungkan karena cahaya yang tinggi kemandirian lebih dari 90lm /W, keseimbangan yang baik dalam kualitas spektral, sangat cocok dengan cahaya matahari serta waktu hidup yang lama (> 1000 jam) dan biaya yang relatif murah. Kelemahan utama lain dari lampu adalah kualitas *collimation* yang rendah, yang membatasi penerapannya di *collimation* tinggi (Wujun Wang, 2014).

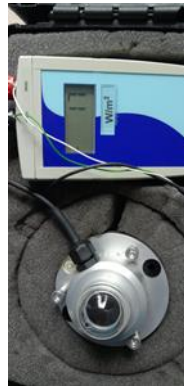
C. Dummy Load



Gambar 2. Dummy Load

Dummy load adalah resistor atau beban tiruan yang mana pengganti beban aslinya, dengan tujuan untuk pengukuran suatu beban dengan kapasitas yang berbeda-beda, mengukur tegangan dan arus.

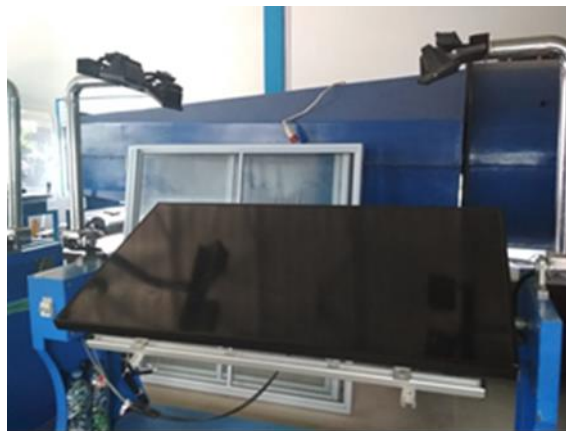
D. Pyranometer



Gambar 3. Pyranometer

Alat ukur ini digunakan untuk mengukur radiasi gelombang pendek matahari baik radiasi global maupun radiasi diffuse dari spektrum 300 nm sampai dengan 3000 nm. Radiasi global merupakan radiasi matahari yang diterima dari sudut ruang 2π steradian (berbentuk setengah bola) pada permukaan horizontal. (Djohan Prabowo, 2016)

E. Panel Surya



Gambar 4. Panel Surya *Thin film*

Panel surya (dua lapisan) dengan struktur lapisan tipis mikrokrystal silicon dan amorphous dengan efisiensi modul hingga 8.5%. Sehingga untuk luas permukaan yang diperlukan per W daya yang dihasilkan lebih besar daripada monokrystal & polykrystal. Inovasi terbaru adalah *Thin film* Triple Junction Photovoltaic (dengan tiga lapisan). Jenis panel surya ini dapat berfungsi sangat efisien dalam udara yang sangat berawan dan dapat menghasilkan daya listrik sampai 45% lebih tinggi dari panel jenis lain dengan daya yang ditera setara. (bumienergisurya.com/jenis-panel-surya/).

F. Karakterisasi Panel Surya

Sel surya bekerja maksimum pada tingkat radiasi tertentu dari suatu sumber cahaya untuk bisa diubah menjadi keluaran berupa arus listrik dan tegangan. Bentuk kurva karakteristik I-V berbeda-beda pada intensitas dan temperatur tertentu. Arus keseluruhan yang didapat merupakan selisih antara arus fotolistrik I_L dan arus dioda I_D , dirumuskan dengan I_L adalah arus saat sel surya disinari (Ampere), I_0 adalah arus saturasi diode (Ampere), q adalah muatan elektron sebesar $1,602 \times 10^{-19}$ C, V adalah tegangan keluaran (Volt), I adalah arus keluaran (Ampere), R_s adalah hambatan seri sel (Ω), R_{sh} adalah hambatan paralel sel (Ω), n adalah faktor ideal dioda (antara 1 sampai 2), k adalah konstanta Boltzman sebesar 1.38×10^{-23} J/K, dan T adalah temperatur sel (Kelvin). Karakteristik arus dan

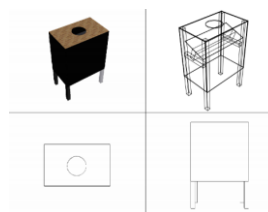
tegangan (IV) sel surya berubah sepanjang perubahan besar radiasi cahaya yang mengenai permukaan modul surya. Semakin besar radiasi yang terkena modul, semakin besar pula daya dan efisiensinya . Kurva karakteristik sel surya serta kurva arus dan tegangan terhadap perubahan radiasi. (Satwiko,2011)

G. Pembagi Tegangan

Tegangan input (V_{in}) menggerakkan arus (I) untuk mengalir melewati kedua resistor. Karena kedua resistor terhubung secara seri, maka arus yang sama mengalir melewati tiap-tiap resistor. Tahanan efektif dari kedua resistor seri ini adalah $R_1 + R_2$. Jatuh tegangan pada gabungan kedua resistor ini adalah V_{in} ,rangkainan resistor seperti di atas disebut sebagai *voltage divider*/ rangkaian pembagi tegangan. (Husin, 2018)

II. Metode Penelitian

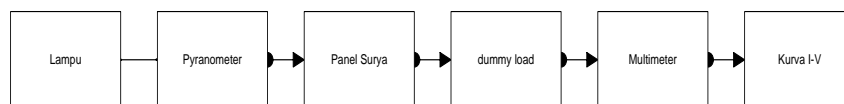
A. Perancangan Set Up



Gambar 5. Tampak depan samping atas dan dalam pembuatan *set up*

Perancangan setup dimulai dengan melakukan pengukuran letak lampu ditengah menggunakan reflektor agar intensitas yang dipancarkan oleh lampu metal halide dapat meyebar secara merata. Perancangan selanjutnya dilakukan dengan mengukur tinggi, panjang dan lebar *set up* yang dibuat sesuai dengan Panjang lebar dan lebar panel, dan pembuatan *set up* menggunakan kain hitam untuk bagian sisi panel, dan besi dibuat secara portable.

B. Cara Kerja Perangkat Keseluruhan



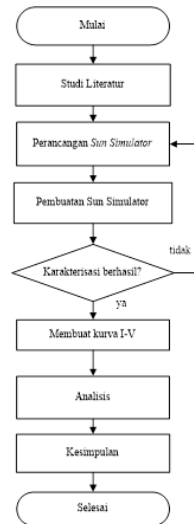
Gambar 6. Cara kerja *Sun simulator*

Pencahayaan untuk mendapatkan radiasi dan intensitas cahaya pada matahari dilakukan dengan bantuan *sun simulator* yang didalam hal ini diganti dengan lampu halogen yang radiasi dan intensitas cahaya mendekati radiasi dan intensitas matahari. *Setup* dirancang *portable* atau mudah di pindahkan posisinya sesuai dengan pengukuran karakterisasi yang dilakukan . untuk mengetahui perubahan intensitas cahaya yang mendekati panel surya terhadap hubungan arus dan tegangan (I-V), lampu ditutup menggunakan kain hitam karena lampu tidak dapat dipasang dimmer.

C. Perancangan Lampu

Arus yang telah masuk ke dalam kapasitor distabilkan terlebih dahulu lalu masuk ke dalam ballast, di dalam ballast arus distabilkan dengan tegangan yang sesuai dengan ignitor dan lampu, setelah dari ballast lalu masuk ke ignitor dan lampu, pada saat di ignitor ada rangkaian yang dibuat agar lampu bisa menyala dengan ignitor menaikkan tegangan sehingga lampu dapat menyala.

D. Diaram Alir Penelitian



Gambar 7. Flow Chart Penelitian

III. Hasil dan Pembahasan

Lokasi penelitian dilakukan di laboratorium energi baru terbarukan Teknik Elektro Universitas Maritim Raja Ali Haji untuk merancang alat dan ujicoba dilakukan di Laboratium energi baru terbarukan. Penelitian yang dikerjakan 13 Agustus 2020.



Gambar 8. Peta Lokasi Lab Energi Baru Terbarukan

Pengujian radiasi pada saat lampu menyala menggunakan pyranometer yang diletakkan pada titik yang telah ditentukan. Proses pengambilan data radiasi dengan cara mengubah jarak lampu terhadap panel surya yaitu 100 cm, 110 cm, 120 cm dan 130 cm. Setelah pengujian radiasi hasil dari pengujian pada *set up* ketika lampu menyala dapat dilihat pada Tabel 1.

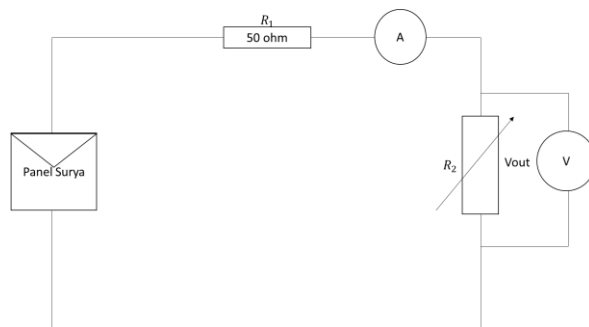
Tabel 1. Hasil Radiasi Lampu Metal Halide pada Panel surya *Thin film*

| No | Jarak Lampu pada Panel surya | Radiasi W/m^2 | | | | |
|----|------------------------------|-----------------|---------|---------|---------|---------|
| | | Titik 1 | Titik 2 | Titik 3 | Titik 4 | Titik 5 |
| 1 | 100 cm | 38 | 38 | 80 | 35 | 37 |
| 2 | 110 cm | 36 | 39 | 75 | 37 | 39 |
| 3 | 120 cm | 44 | 44 | 71 | 44 | 44 |
| 4 | 130 cm | 40 | 41 | 65 | 41 | 41 |

Berdasarkan pada Tabel 1, penyebaran cahaya radiasi yang baik adalah pada jarak 120 cm karena persebaran cahayanya setiap sudut merata meskipun kecil dengan radiasi yang tengah $71 W/m^2$ dan

setiap sudut 44 W/m^2 . Hal ini memudahkan pengujian dalam melakukan analisa data kurva I-V panel surya. Hasil pengujian radiasi pada Tabel 1 telah mempertimbangkan beberapa hal yaitu mempunyai kesamaan atau mendekati radiasi yang berada di tengah dari radiasi ini bisa mendapatkan nilai V_{oc} dan efisiensi, V_{oc} merupakan tegangan tanpa beban panel surya.

Pengukuran tegangan dan arus pada panel surya *thin film* (90Wp) menggunakan tegangan pembagi. Pengukuran dilakukan dengan memberikan sinar lampu metal halide pada panel surya untuk mengamati perubahan tegangan pada *dummy load* sebagai R_2 dengan besaran resistansi 50Ω , 100Ω , 150Ω , 200Ω dan 250Ω dan R_1 yang konstan 50 ohm dan rangkaian pengukuran dapat dilihat pada Gambar 7. Mencari nilai tegangan, perlu melakukan perubahan nilai secara bertahap dan mengukur menggunakan multimeter yang dipasangkan secara paralel terhadap *dummy load*. Pengujian arus panel surya *thin film* dengan *dummy load* sebagai beban, untuk mengamati perubahan arus ketika pada saat *dummy load* dinaikkan. Proses ini menggunakan rangkaian terbuka, atau melepaskan kaki pada beban resistor pertama lalu mengukur dengan multimeter yang dipasangkan secara seri terhadap *dummy load* dapat dilihat Gambar 9.



Gambar 9. Rangkaian Tegangan dan Arus Panel Surya

Berdasarkan pengukuran tegangan dan arus pada panel surya *thin film* yang dihubungkan dengan *dummy load* diukur dengan multimeter didapatkan hasil pengukuran tegangan dan arus dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pengukuran Panel Surya *Thin film*

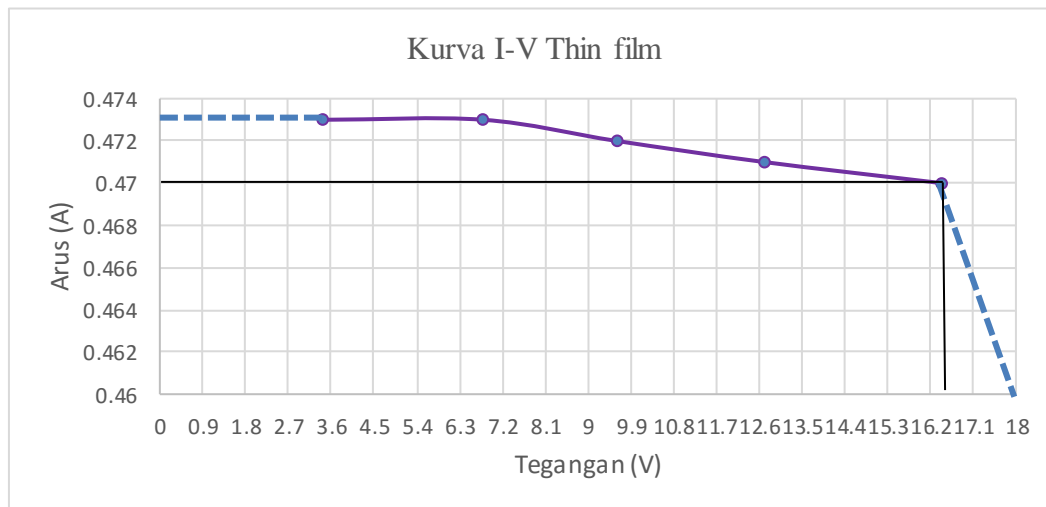
| Pengukuran Panel surya <i>Thin film</i> | | | | | |
|---|--------------------|--------------------|---------------|---------|---------|
| V_{in} (V) | R_1 (Ω) | R_2 (Ω) | V_{out} (V) | I (A) | P (W) |
| 45,5 | 50 | 50 | 3,43 | 0,473 | 1,62 |
| 45,5 | 50 | 100 | 6,8 | 0,473 | 3,22 |
| 45,5 | 50 | 150 | 9,6 | 0,472 | 4,53 |
| 45,5 | 50 | 200 | 12,7 | 0,471 | 5,98 |
| 45,5 | 50 | 250 | 16,43 | 0,47 | 7,72 |

Berdasarkan hasil dari pengamatan pada Tabel 2, pengukuran arus tegangan dan daya pada panel surya *thin film*, terjadi perubahan nilai tegangan dan arus pada saat R_2 dinaikkan. Kesimpulannya saat R_2 dinaikkan maka V_{out} dan daya mengalami peningkatan, pada arus mengalami penurunan.

Berdasarkan hasil pengukuran pada kurva I-V *thin film* melalui penyinaran lampu metal halide, mendapatkan nilai arus dan tegangan pada titik operasi yaitu $0,473\text{A}$, $0,473\text{A}$, $0,473\text{A}$, $0,472\text{A}$, dan $0,471\text{A}$ dan $3,43\text{V}$, $6,8\text{V}$, $9,6\text{V}$, $12,7\text{V}$, dan $16,43\text{V}$, rumus dari *output power* adalah $P = V \times I$. Berdasarkan hasil perhitungan diperoleh nilai daya sebesar $1,62\text{W}$, $3,22\text{W}$, $4,53\text{W}$, $5,98\text{W}$, dan $7,72\text{W}$. Nilai daya dari luas maksimum di bawah kurva I-V dapat dilihat pada Gambar 23

menunjukkan nilai tegangan pada titik maksimum (V_{max}) pada kondisi *open circuit* (V_{oc}) pada jarak 120 cm dengan nilai tegangan (V_{oc}) sebesar 16,43 V dan nilai arus pada titik maksimum (V_{max}) pada kondisi *short circuit* (I_{SC}) sebesar 0,473 A, dengan daya yang diperoleh pada titik maksimum (P_{max}) sebesar 7,72 watt, jadi luas daerah di bawah kurva berbentuk persegi panjang berada di titik 0,471A dan 16,43V dengan daya 7,72W.

Pengukuran Panel Surya *Thin film*



Gambar 10. Luas Daerah dibawah kurva I-V *Thin film*

IV. Kesimpulan

Panel surya *thin film 90Wp* mempunyai satu panel, jadi dalam melakukan pengujian *thin film* didapatkan radiasi 60 W/m^2 , V_{in} 44,5V, V_{out} tertinggi 16,43V, arus tertinggi 0,473A, pada karakterisasi I-V, dan luas daerah di bawah kurva I-V adalah 7,72W berada di titik 0,47A dan 16,43V.

V. Daftar Pustaka

- Husin,(2018).Tegangan Pembagi.<https://fdokumen.com/document/rangkaian-pembagi-tegangan.html>. [23 Juli 2020]
- Jenis Panel Surya.(2016).<https://bumienergisurya.com/jenis-panel-surya/>. [23 Juli 2020]
- Sashiomarda, Jihan Aulia, Prabowo, Djohan.2016. Perancangan Peralatan Untuk Pengukuran Radiasi Gelombang Pendek Matahari. Jurnal Meteorologi Klimatologi dan Geofisika Vol. 3 No. 3, Nopember 2016.
- Sidopekso., S, Hadi., N, Arymukti., W. (2011). Pengukuran I-V Dengan Menggunakan Sun Simulator Sederhana. Jurnal Ilmiah Elite Elektro, Vol. 2, No. 2, September 2011: 79-8Fmipa Universitas Negeri Jakarta. Indonesia.
- Solar Simulation.<https://g2voptics.com/solar-simulation/>. [23 Juli 2020]
- Suriyana, Bacthiar, Ibnu Khafi.(2016). Analisis Karakterisasi I-V Modul Panel surya. Universitas Maritim Raja ali Haji. Tanjungpinang.

Wang, Wujung. (2014). Simulate a 'Sun' for Solar Research: A Literature Review of Solar Simulator Technology, EKV 01/14 Department of Energy Technology Division of Heat and Power Technology Royal Institute of Technology Stockholm, Sweden.

Wijaya, Zulnisyah Putra, Bachtiar, Ibnu Kahfi. (2015). Perancangan set up Karakterisasi Panel surya. Universitas Maritim Raja Ali Haji.