

KONVERSI ENERGI CAHAYA MATAHARI MENJADI ENERGI LISTRIK MENGUNAKAN DIODA SILIKON 6A10 MIC

Retno Wulandari*, Maksi Ginting, Antonius Surbakti

Jurusan Fisika

**Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau
Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia**

**retno9108@yahoo.com*

ABSTRACT

A study has been done on Solar Energy Conversion Into Electrical Energy Using Silicon Diode 6A10 MIC in order to determine electrical energy of diode by varying number of diode that used with and without convex lens. This study used an experimental method that comparing the energy generated from the series and paralel diodes circuits with and without lens, then measuring the intensity of the sunshine by using a simple pyheliometer. Current, voltage, and temperature measurements were performed every 20 minutes from 10:00 to 13:00 during 7 days of observation. In the series and parallel circuits using convex lens produced higher energy than those without convex lens, because of more intensity of solar energy absorbed for the circuit with convex lens. The highest energy obtained from the circuit with convex lens were produced by the series circuits of 10 diodes, with was $30,31 \times 10^{-2}$ Joule at 13.00 pm, whereas the highest energy for the circuits without the lens was 14.42 w^{-2} Joule.

Keywords : solar energy, diode, convex lens, intensity.

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang Konversi Energi Cahaya Matahari Menjadi Energi Listrik Menggunakan Dioda Silikon 6A10 MIC untuk menentukan besarnya energi listrik dari dioda dengan memvariasikan jumlah dioda yang menggunakan dan tanpa lensa cembung. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan membandingkan energi yang dihasilkan dari dioda rangkaian seri dan paralel yang menggunakan dan tanpa lensa cembung, kemudian dilakukan pengukuran intensitas cahaya matahari dengan menggunakan simple pyheliometer. Pengukuran arus, tegangan, dan suhu ini dilakukan tiap 20 menit dari jam 10.00 sampai jam 13.00 selama 7 hari pengamatan. Pada rangkaian seri dan paralel dengan menggunakan lensa cembung menghasilkan energi lebih besar dibandingkan dengan tidak menggunakan lensa cembung. Perbedaan tersebut disebabkan karena intensitas yang masuk pada rangkaian menggunakan lensa cembung lebih besar daripada yang diserap pada rangkaian tanpa lensa cembung. Energi terbesar dengan menggunakan lensa adalah pada rangkaian dioda 10 seri sebesar $30,31 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB sedangkan

energi terbesar tanpa menggunakan lensa diperoleh dari rangkaian dioda 10 seri yaitu sebesar $14,42 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB

Kata Kunci : energi matahari, dioda, lensa cembung, intensitas.

PENDAHULUAN

Energi pada saat ini sudah menjadi kebutuhan pokok bagi setiap manusia. Permasalahan mengenai sumber energi sampai sekarang masih terus berlangsung. Kebutuhan energi ini dipengaruhi oleh kondisi global dengan semakin bertambahnya penduduk dunia, namun persediaan energi yang tersedia semakin berkurang. Selama ini penyediaan energi listrik masih sangat bergantung pada sumber energi tak terbarukan yang berasal dari sumber daya alam seperti minyak bumi, batu bara, dan gas alam yang notabene cepat atau lambat sumber energi tersebut akan segera habis. Sumber energi tersebut akan semakin berkurang jika tidak segera ditangani, maka krisis energi tidak dapat dihindarkan.

Inovasi-inovasi tentang energi alternatif merupakan salah satu upaya menghindari terjadinya krisis energi dari sumber daya yang tidak terbatas. Alternatif yang dapat diterapkan salah satunya adalah inovasi teknologi menggunakan energi matahari. Energi matahari merupakan energi yang persediaannya tidak akan pernah habis dan sifatnya relatif bebas polusi (Culp, 1979).

Pemanfaatan energi matahari ini bisa dilakukan di daerah yang cukup terkena sinar matahari, salah satunya adalah daerah Pekanbaru Riau. Teknologi pemanfaatan energi matahari saat ini banyak digunakan sebagai alat pengering hasil pertanian dan perikanan, pemanas air dan konversi energi. Energi matahari yang sampai di permukaan bumi dapat diubah menjadi

energi listrik salah satunya dengan menggunakan alat konversi energi yaitu komponen sel dioda menggunakan lensa cembung.

Dioda merupakan salah satu perangkat elektronika terbuat dari bahan semikonduktor yang bisa digunakan untuk mengubah energi matahari menjadi energi listrik. Dioda mempunyai dua elektroda (terminal), yang dapat berfungsi sebagai penyearah arus listrik. Struktur dioda tidak lain adalah sambungan semikonduktor P dan semikonduktor N.

Pada penelitian ini hanya menggunakan satu jenis dioda yaitu dioda silikon 6A10 MIC.

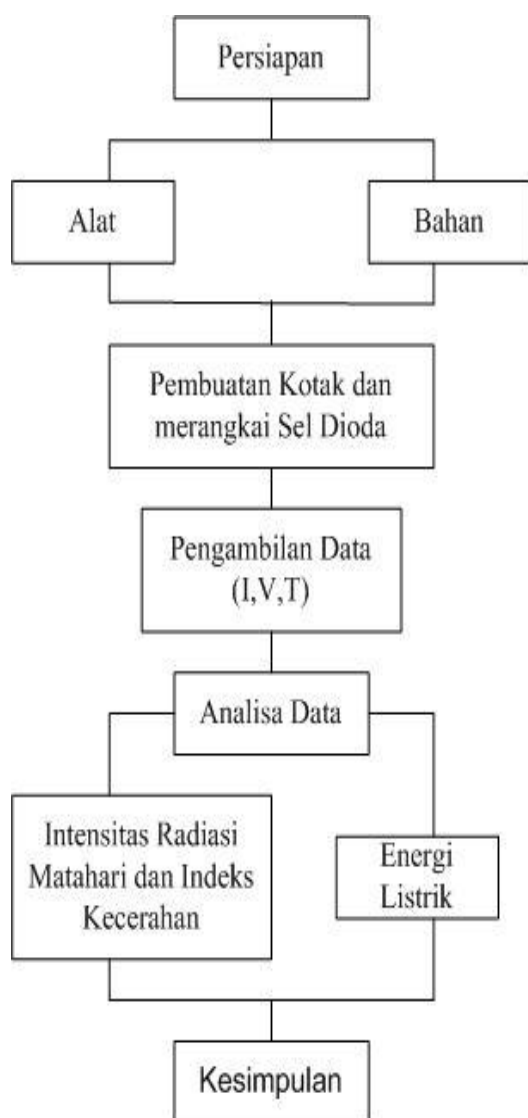
METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimen dengan langkah-langkah yang ditunjukkan oleh bagan alir pada Gambar 1.

Tahapan-tahapan dalam melakukan penelitian ini berdasarkan diagram alir. Pertama persiapkan Alat dan bahan yang digunakan yaitu Solder digunakan untuk menyambung dioda yang satu dengan yang lainnya. Voltmeter digunakan untuk mengukur tegangan yang dihasilkan dioda. Amperemeter digunakan untuk mengukur arus yang dihasilkan dioda. Stopwatch digunakan untuk menghitung waktu. Simple Pyheliometer digunakan untuk mengukur intensitas matahari. Termometer, digunakan untuk mengukur suhu. Bor Listrik digunakan untuk melubangi kayu dan papan. Dioda digunakan untuk menghasilkan arus. Potensiometer digunakan sebagai

hambatan. Papan VCB digunakan untuk meletakkan dioda. Switch, digunakan untuk meng on off kan dioda yang diteliti. Lensa Cembung digunakan untuk memfokuskan cahaya. Timah, digunakan untuk menghubungkan dioda satu dan lainnya. Kabel-kabel, digunakan menghubungkan dioda, amperemeter dan voltmeter. Papan dan Kayu, digunakan untuk membuat kotak pelindung alat. Paku dan Baut, digunakan untuk menghubungkan papan dan kayu.

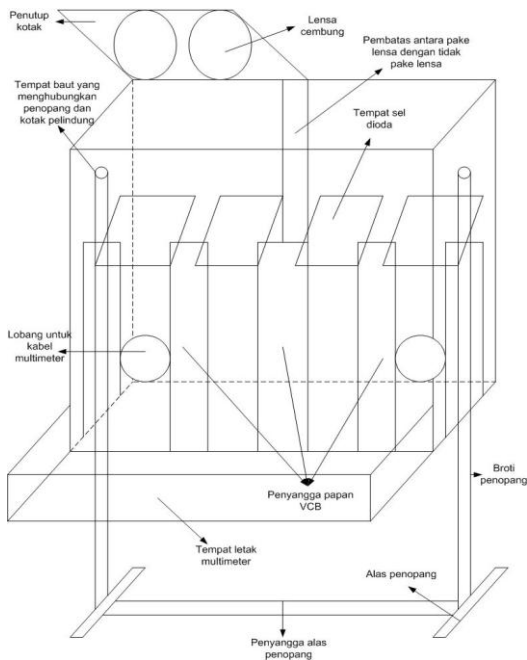
Persiapkan papan dengan ukuran 4m x 12cm x 1cm, kayu dengan ukuran 4,5m x 5cm x 5cm, paku dengan berbagai macam ukuran, penggaris, palu, pensil, dan gergaji. Kotak dibuat dengan ukuran panjang 46 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 17 cm. Pada bagian dalam kotak pelindung diletakkan kayu sebanyak 5 buah untuk penopang papan VCB. Pada bagian atas kotak diletakkan penutup setengah dari ukuran kotak dengan panjang 23 cm yang dilobangi dengan diameter masing-masing 10 cm untuk meletakkan lensa cembung dan yang setengahnya lagi tidak dikasi penutup karena harus terkena sinar matahari langsung. Pada bagian sisi depan kotak dibuat dua buah lobang disudut kanan dan kiri untuk melewati kabel-kabel yang nantinya dipasangkan ke multimeter. Pada bagian depan kotak memiliki tempat untuk meletakkan 4 buah multimeter dengan ukuran panjang 46 cm, lebar 10 cm, dan tinggi 8 cm. Kotak ini memiliki penopang dengan 2 kaki sebelah kanan dan kiri kotak yaitu panjang kakinya masing-masing 1 m dan alasnya masing-masing 40 cm. Sebelum merangkai sel dioda, dioda harus dipecahkan dari pelindungnya terlebih dahulu agar kelihatan isi dalamnya. Diperlukan 60 buah dioda silikon tipe 6A10 MIC dengan masing 5 seri 5 paralel dan 10 seri 10 paralel yang menggunakan lensa cembung, sedangkan 5 seri 5 paralel dan 10 seri 10 paralel tidak menggunakan lensa cembung. Dioda diletakkan pada sebuah papan VCB dihubungkan menggunakan solder dan timah. Pada papan VCB dihubungkan juga potensiometer dengan kabel, lalu pada ujung-ujung output rangkaian seri dan paralel dihubungkan pada voltmeter dan amperemeter yang tersedia. Setiap satu



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

rangkaian yang ada menggunakan satu switch untuk menghemat pemakaian multimeter. Lensa cembung digunakan untuk memfokuskan cahaya yang datang sehingga mengenai sel dioda.

Penelitian ini menggunakan 2 buah lensa cembung dengan diameter 100 mm, ketebalan 1,0 cm dengan fokus 25 cm, diposisikan pada jarak 10 cm dari rangkaian, yang diletakkan pada empat rangkaian yaitu 5 seri 5 paralel dan 10 seri 10 paralel, sedangkan empat rangkaian lagi tidak menggunakan lensa cembung.



Gambar 2. Susunan Peralatan Penelitian

Pengambilan data dilakukan selama 7 hari pengamatan dari jam 10.00 WIB sampai jam 13.00 WIB. Data yang diambil berupa arus dan tegangan setiap 20 menit sekali. Skema peralatan penelitian konversi energi menggunakan dioda silikon 6A10 MIC disusun secara seri dan paralel yang sebagian menggunakan lensa cembung dan sebagian lagi tanpa lensa cembung digambarkan pada Gambar 2.

Penelitian ini menggunakan alat *Simple Pyrheliometer* untuk menghitung intensitas radiasi matahari dengan cara mengukur kenaikan temperatur air dalam bejana Simple Pyrheliometer dan waktu (t) selama 20 menit dan besar intensitas radiasi matahari dihitung dengan menggunakan persamaan: (Thekaekara, 1965)

$$I = 840 \frac{\Delta T}{t} \quad (1)$$

Radiasi ekstraterrestrial adalah energi matahari yang dipancarkan ke permukaan bumi. Radiasi ekstraterrestrial merupakan intensitas radiasi matahari yang dihitung dengan menggunakan persamaan: (Duffie dan Beckman, 1980)

$$I_0 = \frac{12}{\pi} \cdot 3600 \cdot Gsc \left[10,033 \cos \frac{360 n}{365} \right] \left[\cos \Phi \cos \delta (\sin \omega_2 - \sin \omega_1) + 2\pi \omega_2 - \omega_1 360 \sin \Phi \sin \delta \right] \quad (2)$$

Indeks kecerahan (I_k) merupakan perbandingan antara intensitas radiasi matahari yang diambil dari data lapangan dengan intensitas radiasi matahari hasil perhitungan yang dapat dinyatakan dengan persamaan :

$$I_k = \frac{I}{I_0} \quad (3)$$

Daya listrik yang dihasilkan sel dioda ketika mendapat cahaya diperoleh dari kemampuan sel dioda tersebut untuk menghasilkan tegangan dan arus pada waktu yang sama, dengan persamaan sebagai berikut:

$$P = V.I \quad (4)$$

Untuk mencari energi pada sel dioda menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$E = P.t \quad (5)$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bab ini membahas hasil dan analisa intensitas cahaya matahari serta energi yang dihasilkan dari setiap rangkaian dioda silikon 6A10 MIC yang dirangkai secara seri maupun paralel, sehingga dapat diketahui perbandingan mana yang menghasilkan energi paling maksimal sesuai dengan yang diharapkan

a. Intensitas Radiasi Matahari dan Indeks Kecerahan

Penelitian ini menggunakan alat *Simple pyrheliometer* untuk mengukur intensitas radiasi matahari. Pengukuran dilakukan dari pukul 10.00 WIB sampai pukul 13.00 WIB. Intensitas radiasi matahari yang sampai ke permukaan bumi berbeda-beda tergantung pada cuaca. Intensitas radiasi matahari (I) dihitung dengan menggunakan persamaan 1, besar radiasi ekstraterrestrial (I_0) dengan menggunakan persamaan 2, sedangkan indeks kecerahan (I_k) dihitung dengan menggunakan persamaan (3).

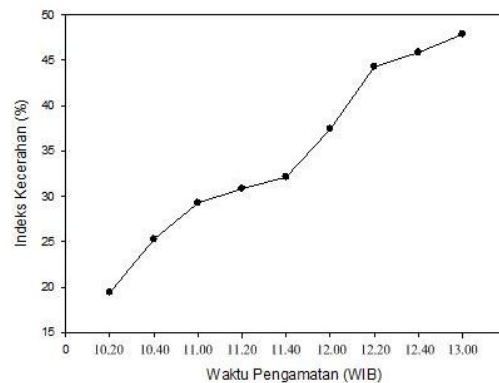
Hasil pengamatan intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan selama 7 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 1 dan digambarkan dalam bentuk grafik pada Gambar 3. Tabel 1 menunjukkan rata-rata intensitas radiasi matahari menggunakan alat *Simple Pyrheliometer* (I), radiasi ekstraterrestrial (I_0), dan indeks

kecerahan (I_k) selama 7 hari pengamatan.

Tabel 1. Rata-rata intensitas radiasi matahari dan indeks kecerahan selama 7 hari pengamatan.

| No | Waktu (Jam) | I_0 W/m ² | I W/m ² | I_k % |
|----|-------------|------------------------|--------------------|---------|
| 1 | 10.00-10.20 | 1158 | 234 | 19 |
| 2 | 10.20-10.40 | 1158 | 294 | 25 |
| 3 | 10.40-11.00 | 1158 | 342 | 29 |
| 4 | 11.00-11.20 | 1227 | 378 | 31 |
| 5 | 11.20-11.40 | 1227 | 396 | 32 |
| 6 | 11.40-12.00 | 1227 | 462 | 37 |
| 7 | 12.00-12.20 | 1232 | 546 | 44 |
| 8 | 12.20-12.40 | 1232 | 564 | 46 |
| 9 | 12.40-13.00 | 1232 | 588 | 48 |

Berdasarkan Tabel 1, intensitas radiasi matahari dengan menggunakan Simple Pyrheliometer memiliki nilai tertinggi terjadi pada pukul 13.00 WIB yaitu sebesar 588 W/m², sedangkan intensitas radiasi matahari terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB yaitu sebesar 234 W/m².



Gambar 3. Hubungan indeks kecerahan matahari rata-rata dalam 7 hari terhadap waktu pengamatan.

Berdasarkan grafik pada Gambar 3 indeks kecerahan rata-rata tertinggi berada pada pukul 13.00 WIB, karena pada pukul tersebut radiasi matahari yang sampai dipermukaan bumi paling besar. Indeks kecerahan berbeda-beda setiap menit tergantung pada cuaca. Jika cuaca semakin cerah, maka indeks kecerahan akan semakin tinggi. Indeks kecerahan berbanding lurus kepada intensitas radiasi matahari, semakin besar intensitas radiasi matahari yang dipancarkan maka besarnya nilai indeks kecerahan juga akan semakin tinggi demikian juga sebaliknya.

Intensitas radiasi matahari terendah terjadi pada pukul 10.00 WIB karena semakin kecil sudut sinar datang berarti semakin miring datangnya sinar sehingga semakin kecil intensitas radiasi matahari yang diterima bumi.

b. Tegangan, Arus dan Energi Rangkaian Dioda

Data rata-rata tegangan, arus dan energi dioda rangkaian seri dan paralel yang menggunakan lensa cembung dan tanpa menggunakan lensa cembung dihasilkan dari 7 hari pengamatan dapat dilihat pada Tabel 2.

Energi matahari yang sampai di permukaan bumi sangat berpengaruh terhadap energi yang dihasilkan oleh sel dioda rangkaian seri maupun paralel dengan menggunakan lensa cembung dan tanpa menggunakan lensa cembung. Intensitas matahari yang datang semakin besar akan mengakibatkan dioda rangkaian seri menghasilkan arus yang konstan dan tegangan yang maksimal, sedangkan pada rangkaian paralel menghasilkan tegangan yang konstan dan arus yang maksimal.

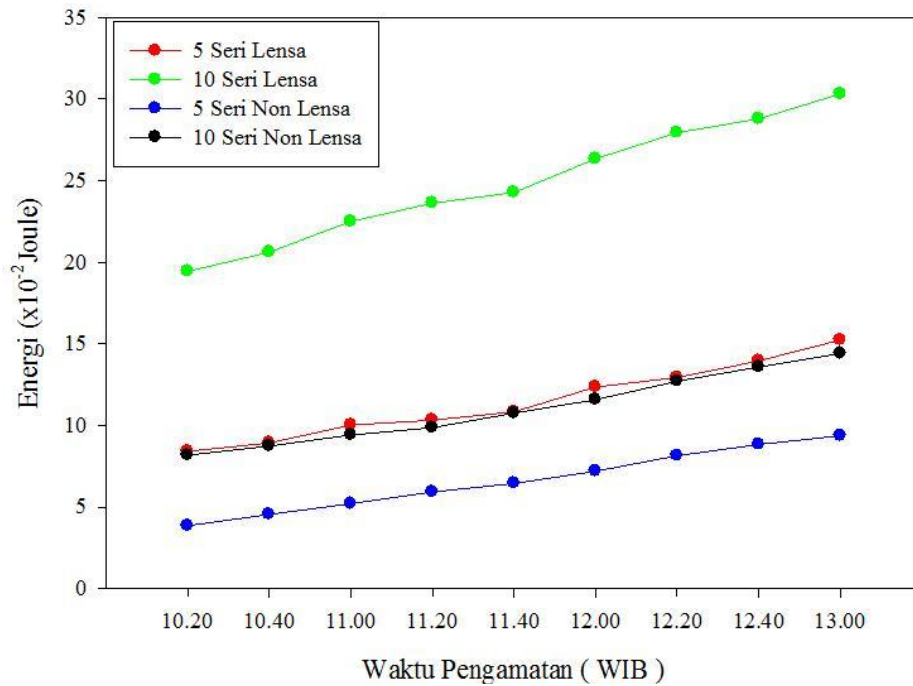
Berdasarkan pada Gambar 4 dan Gambar 5 dapat diasumsikan banyaknya

dioda yang dirangkai mempengaruhi besarnya tegangan, arus serta energi yang didapatkan. Pada rangkaian seri dan paralel yang menggunakan lensa cembung, energi yang dihasilkan lebih besar dibandingkan energi pada rangkaian seri yang tanpa menggunakan lensa cembung. Hal ini dikarenakan lensa cembung yang dipakai untuk memfokuskan cahaya yang masuk pada rangkaian dioda menimbulkan intensitas cahaya lebih besar dari pada intensitas cahaya yang masuk pada rangkaian dioda seri dan paralel yang tanpa menggunakan lensa cembung sehingga energi yang dihasilkan lebih besar.

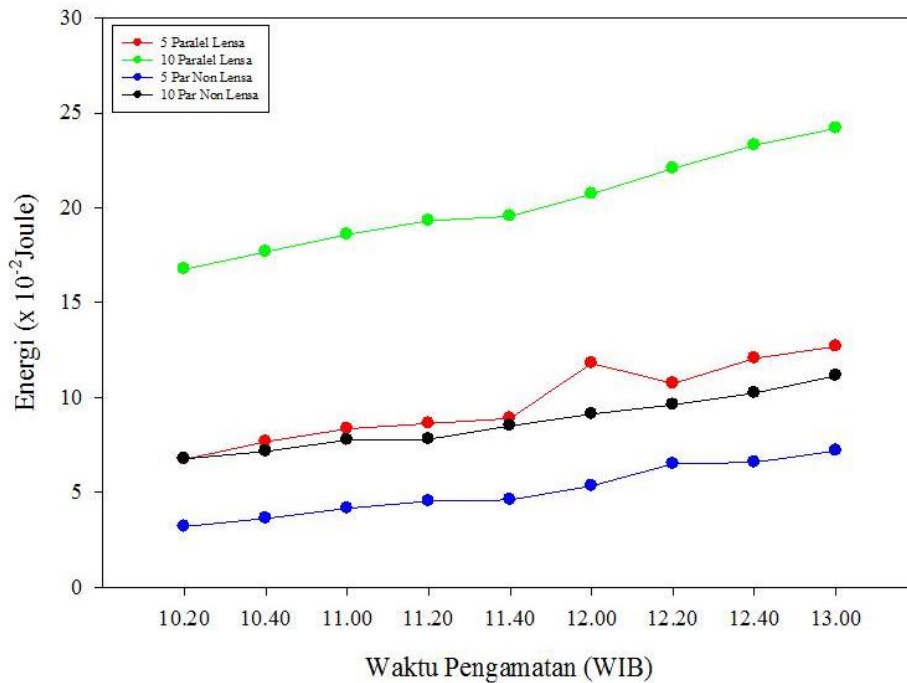
Berdasarkan penelitian energi terbesar yang diperoleh pada rangkaian dioda 10 seri dengan menggunakan lensa sebesar $30,31 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB. sedangkan energi terbesar tanpa menggunakan lensa diperoleh rangkaian dioda 10 seri sebesar $14,42 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB. Energi terendah dihasilkan oleh rangkaian dioda 5 paralel menggunakan lensa terletak pada jam 10.00 WIB sebesar $6,74 \times 10^{-2}$ Joule sedangkan energi terendah tanpa menggunakan lensa diperoleh rangkaian 5 paralel sebesar $3,19 \times 10^{-2}$ Joule.

Tabel 2. Rata-rata arus, tegangan, dan energi yang dihasilkan pada rangkaian seri maupun paralel yang menggunakan lensa dan tanpa menggunakan lensa selama 7 hari pengamatan.

| No | Waktu | Model Sel | Jumlah Sel (buah) | Hubungan Seri | | | Hubungan Paralel | | |
|----|-------------|-----------|-------------------|------------------|----------|-----------------------|------------------|----------|-----------------------|
| | | | | I (10^{-6} A) | V (volt) | Energi (10^{-2} J) | I (10^{-6} A) | V (volt) | Energi (10^{-2} J) |
| 1 | 10.00-10.20 | Lensa | 5 | 40,39 | 1,73 | 8,43 | 308,71 | 0,18 | 6,74 |
| | | | 10 | 64,56 | 2,51 | 19,44 | 588,00 | 0,24 | 16,75 |
| | | Non Lensa | 5 | 29,23 | 1,10 | 3,86 | 200,43 | 0,13 | 3,19 |
| | | | 10 | 39,61 | 1,71 | 8,18 | 317,71 | 0,18 | 6,77 |
| 2 | 10.20-10.40 | Lensa | 5 | 41,86 | 1,77 | 8,94 | 335,00 | 0,19 | 7,67 |
| | | | 10 | 65,47 | 2,62 | 20,63 | 605,71 | 0,24 | 17,67 |
| | | Non Lensa | 5 | 30,79 | 1,23 | 4,55 | 219,71 | 0,14 | 3,62 |
| | | | 10 | 40,84 | 1,77 | 8,74 | 330,00 | 0,18 | 7,15 |
| 3 | 10.40-11.00 | Lensa | 5 | 43,80 | 1,89 | 10,03 | 349,14 | 0,20 | 8,35 |
| | | | 10 | 67,34 | 2,77 | 22,50 | 625,57 | 0,25 | 18,59 |
| | | Non Lensa | 5 | 32,51 | 1,33 | 5,21 | 234,57 | 0,15 | 4,15 |
| | | | 10 | 42,61 | 1,84 | 9,43 | 345,14 | 0,19 | 7,76 |
| 4 | 11.00-11.20 | Lensa | 5 | 44,84 | 1,91 | 10,33 | 358,57 | 0,20 | 8,62 |
| | | | 10 | 68,07 | 2,89 | 23,62 | 643,71 | 0,25 | 19,31 |
| | | Non Lensa | 5 | 33,56 | 1,47 | 5,93 | 251,00 | 0,15 | 4,53 |
| | | | 10 | 43,77 | 1,87 | 9,87 | 346,29 | 0,19 | 7,79 |
| 5 | 11.20-11.40 | Lensa | 5 | 45,83 | 1,95 | 10,84 | 366,14 | 0,20 | 8,90 |
| | | | 10 | 68,99 | 2,92 | 24,28 | 646,00 | 0,25 | 19,55 |
| | | Non Lensa | 5 | 34,26 | 1,56 | 6,45 | 253,57 | 0,15 | 4,60 |
| | | | 10 | 44,80 | 1,99 | 10,76 | 361,29 | 0,20 | 8,50 |
| 6 | 11.40-12.00 | Lensa | 5 | 47,56 | 2,15 | 12,36 | 394,29 | 0,21 | 9,91 |
| | | | 10 | 70,67 | 3,10 | 26,35 | 673,71 | 0,26 | 20,72 |
| | | Non Lensa | 5 | 36,01 | 1,66 | 7,21 | 282,29 | 0,16 | 5,34 |
| | | | 10 | 46,17 | 2,08 | 11,58 | 377,00 | 0,20 | 9,12 |
| 7 | 12.00-12.20 | Lensa | 5 | 48,61 | 2,20 | 12,94 | 415,29 | 0,21 | 10,73 |
| | | | 10 | 71,50 | 3,25 | 27,94 | 695,00 | 0,26 | 22,08 |
| | | Non Lensa | 5 | 37,29 | 1,82 | 8,15 | 296,57 | 0,18 | 6,50 |
| | | | 10 | 47,64 | 2,21 | 12,72 | 392,00 | 0,20 | 9,62 |
| 8 | 12.20-12.40 | Lensa | 5 | 50,41 | 2,29 | 13,97 | 451,71 | 0,22 | 12,06 |
| | | | 10 | 72,81 | 3,29 | 28,79 | 724,43 | 0,27 | 23,29 |
| | | Non Lensa | 5 | 38,73 | 1,90 | 8,85 | 319,43 | 0,17 | 6,58 |
| | | | 10 | 49,06 | 2,29 | 13,58 | 408,43 | 0,21 | 10,23 |
| 9 | 12.40-13.00 | Lensa | 5 | 52,09 | 2,41 | 15,25 | 462,86 | 0,23 | 12,68 |
| | | | 10 | 73,93 | 3,40 | 30,31 | 736,43 | 0,27 | 24,18 |
| | | Non Lensa | 5 | 39,83 | 1,95 | 9,37 | 328,71 | 0,18 | 7,19 |
| | | | 10 | 50,26 | 2,38 | 14,42 | 424,14 | 0,22 | 11,13 |



Gambar 4. Grafik hubungan antara energi terhadap waktu rangkaian dioda seri menggunakan lensa cembung dan tanpa menggunakan lensa cembung selama 7 hari pengamatan.



Gambar 5. Grafik hubungan antara energi terhadap waktu rangkain dioda paralel menggunakan lensa cembung dan tanpa menggunakan lensa cembung selama 7 hari pengamatan.

KESIMPULAN

Penggunaan dioda silikon 6A10 MIC dapat mengkonversikan energi matahari yang sampai kepermukaan bumi menjadi energi listrik baik merangkai secara seri dan merangkai secara paralel. Berdasarkan penelitian, pada rangkaian dioda seri tegangan didapat lebih besar dari pada rangkaian dioda paralel sedangkan untuk rangkaian paralel arus yang didapat lebih besar dari pada rangkaian seri. Tegangan tertinggi yang diperoleh rangkaian dioda 10 seri sebesar 3,40 V berada pada jam 13.00 WIB. Arus tertinggi yang diperoleh rangkaian dioda 10 paralel sebesar $736,43 \times 10^{-6}$ A berada pada jam 13.00 WIB. Energi yang dihasilkan dengan menggunakan lensa cembung baik pada rangkaian seri dan paralel lebih besar dibandingkan energi yang dihasilkan tanpa menggunakan lensa cembung. Hal ini dikarenakan intensitas yang masuk pada lensa cembung lebih besar dibandingkan tanpa menggunakan lensa cembung. Energi terbesar dengan menggunakan lensa adalah pada rangkaian dioda 10 seri sebesar $30,31 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB sedangkan energi terbesar tanpa menggunakan lensa diperoleh rangkaian dioda 10 seri non lensa sebesar $14,42 \times 10^{-2}$ Joule pada jam 13.00 WIB.

DAFTAR PUSTAKA

Culp, W. A. 1979. *Prinsip-Prinsip Konversi Energi*. Terjemahan Darwin Sitompul. Penerbit Erlangga, Jakarta.

Thekaekara, M. P. 1965. *The Solar Constant And Spectral Distribution Of Solar Radiant Flux*. Ogawa Seiki Co, Tokyo.

Duffi, J. A dan Beckman, W. A. 1980. *Solar Engineering of Thermal Processes*. A Wiley Interscience Publication, Canada.