

## Pengaruh Gas CO<sub>2</sub> dan Refrigeran Dalam Udara Terhadap Efisiensi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya)

Muh. Yusuf Yunus<sup>1</sup> dan Laurasti Aswindah Sari<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar 90245, Indonesia  
\*yusuf\_yunus@poliupg.ac.id

**Abstract:** Application of sunlight energy every time is increasing along with the knowledge that continues to develop over time. One of the sources of solar energy is the Solar Power Plant (PLTS) which uses solar energy for electrical energy. The purposes of this research are to study the effect of CO<sub>2</sub> gas for increasing the energy of PLTS and to find the effect of refrigerant gas on the efficiency of PLTS. Data is collected in an integrated electrical laboratory, the data are the voltage, current and intensity of solar radiation. Then the input power, output power and efficiency are calculated. The results of this study are the effect of CO<sub>2</sub> gas on the efficiency of PLTS was not affect the efficiency of PLTS, namely the light intensity of 100 W / m<sup>2</sup> to 380 W / m<sup>2</sup> with a gas contribution of 5% and 10%, can be seen that if output power increase, the efficiency of PLTS is also increase. When using CO<sub>2</sub> gas, the efficiency of PLTS almost the same as normal conditions (without gas). The effect of the refrigerant gas mixture was not influence the efficiency of PLTS. When using refrigerant gas of 5% and 10% both R22 and R134 the efficiency of PLTS was the same with CO<sub>2</sub> gas which its efficiency almost the same as normal conditions (without gas). Data with the intensity of solar radiation 100 W/m<sup>2</sup> in normal conditions (without gas) the maximum efficiency that can be obtained is 9.085917% with an output power of 1.061917 watts, when R134 and R22 gas were added at PLTS, it was obtained maximum efficiency at R134 (13,624637%)

**Keywords :** CO<sub>2</sub> gas, refrigerant, PLTS efficiency

**Abstrak:** Pemanfaatan energi cahaya matahari tiap zaman semakin meningkat seiring dengan pengetahuan yang terus berkembang dari waktu ke waktu. Salah satu pemanfaatan energi cahaya matahari adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memanfaatkan energi foton cahaya matahari menjadi energi listrik Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh gas CO<sub>2</sub> terhadap efisiensi PLTS dan mengetahui pengaruh gas refrigeran terhadap efisiensi PLTS. Pengambilan data dilakukan di laboratorium kelistrikan terpadu, data tersebut yaitu tegangan, arus dan intensitas radiasi matahari. Selanjutnya dilakukan perhitungan daya input, daya output dan efisiensi. Hasil dari penelitian ini yaitu pengaruh gas CO<sub>2</sub> terhadap efisiensi PLTS yaitu tidak berpengaruh terhadap efisiensi PLTS yaitu pada intensitas cahaya 100 W/m<sup>2</sup> sampai 380 W/m<sup>2</sup> dengan penambahan gas sebanyak 5% dan 10%, dapat dilihat bahwa semakin besar daya output yang dihasilkan maka semakin besar pula efisiensi PLTS. Ketika menggunakan gas CO<sub>2</sub> maka efisiensi dari PLTS hampir sama dari kondisi normal (tanpa gas) dan pengaruh campuran gas refrigeran terhadap efisiensi PLTS yaitu tidak berpengaruh terhadap efisiensi PLTS. Seperti halnya dengan gas CO<sub>2</sub> yang efisiensinya hampir sama dari kondisi normal (tanpa gas), pada saat menggunakan gas refrigeran sebanyak 5% dan 10% baik R22 maupun R134 efisiensi dari PLTS hampir juga sama dari kondisi normalnya. Data dengan intensitas radiasi matahari 100 W/m<sup>2</sup> dalam kondisi normal (tanpa gas) efisiensi maksimal yang dapat diperoleh adalah 9,085917% dengan daya output 1,061917 watt, dan saat penambahan gas R134 dan R22 pada PLTS dimana efisiensi maksimal yang didapatkan, pada R134 yaitu 13,624637%

**Kata kunci :** Gas CO<sub>2</sub>, Refrigeran, Efisiensi PLTS

### I. PENDAHULUAN

Sejalan dengan kemajuan industri yang sangat pesat, maka perkembangan listrik sebagai sumber energi dalam pelaksanaan industri dan perumahan juga semakin berkembang. Dalam perkembangan barang-barang elektronika sendiri sangat pesat, beberapa faktor pendukungnya tentu saja perkembangan alat-alat elektronika yang semakin beragam.

Pemanfaatan energi cahaya matahari pada setiap zaman semakin meningkat seiring dengan pengetahuan yang kita dapatkan. Salah satu pemanfaatan energi cahaya matahari adalah Pembangkit Listrik Tenaga Surya (PLTS) yang memanfaatkan energi foton cahaya matahari menjadi energi listrik. PLTS atau lebih dikenal dengan sel surya (*photovoltaic cells*) akan lebih diminati karena dapat digunakan untuk berbagai keperluan yang relevan dan diberbagai tempat seperti perkantoran, pabrik,

perumahan, sumber energi listrik pada peralatan elektronik yang tidak terjangkau oleh aliran listrik PLN dan lainnya.

*Photovoltaic* merupakan alat yang dapat mengkonversi cahaya matahari menjadi energi listrik. Energi surya adalah sumber energi yang dapat diperbaharui (*renewable energy resources*) yang sangat potensial. Menurut Hatib [1], Energi surya dapat menghasilkan daya hingga 156.486 MW, jumlah yang lebih besar jika dibandingkan dengan sumber energi terbarukan yang lainnya. Indonesia merupakan negara yang terletak dalam jalur khatulistiwa yang sepanjang tahun mendapatkan cahaya matahari yang berlimpah.

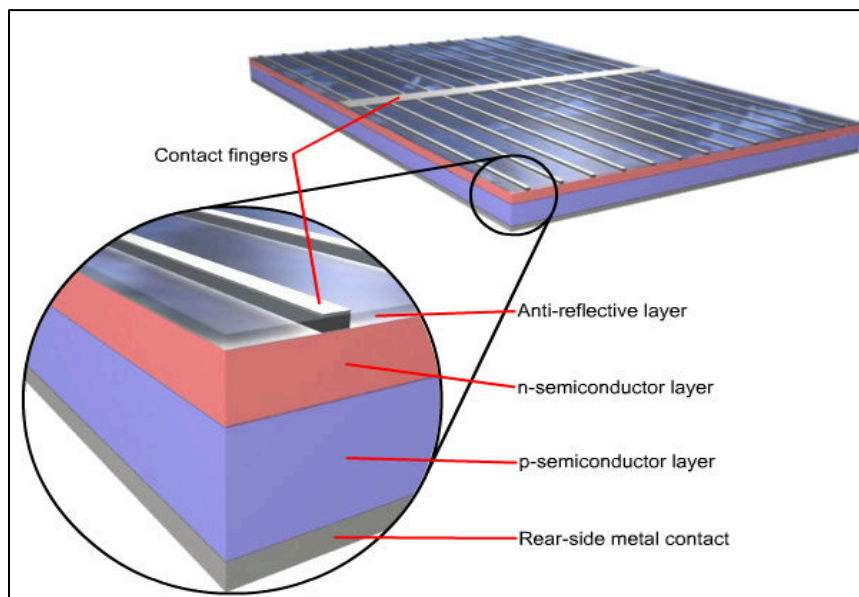
Menurut Indralaksono [2], penelitian yang dilakukan menunjukkan bahwa pembangunan jangka panjang PLTS, setelah 5 tahun akan menghasilkan 13.521.443 unit PLTS dengan kemampuan menghasilkan energi listrik GWh selama 1 tahun, sehingga potensi reduksi emisi CO<sub>2</sub> yang dapat dihasilkan adalah 3,67 ton CO<sub>2</sub>. Hal ini menunjukkan dapat terjadi penurunan emisi sebesar 5,32% .

Dharmendra [3] mengatakan, sistem PLTS adalah salah satu sumber energi alternatif yang paling penting. Tetapi masalahnya adalah bahwa PLTS tidak 100% habis. Untuk meningkatkan efisiensinya kita perlu mencari alternatif, yaitu menggunakan zat pendingin refrigeran untuk mengevaluasi kinerja sistem pendingin, dengan cara perendaman yang dipengaruhi suhu udara itulah yang dapat meningkatkan efisiensi PLTS, dengan ini ada kemungkinan meningkatkan efisiensi hingga 20-25%.

Pemanfaatan energi surya sebagai PLTS sangat diminati dan mulai dikembangkan diseluruh pelosok negeri dengan melakukan banyak penelitian serta pengujian. Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam pemanfaatan energi surya sebagai PLTS. Faktor-faktor yang mempengaruhi pengoptimalan energi surya menjadi energi listrik yaitu, pengaruh gas CO<sub>2</sub>, gas refrigeran, cuaca, kelembaban, temperatur, posisi sel surya serta arah angin yang terdapat pada permukaan sel surya. Apabila ada yang menutupi lapisan luar sel surya, maka cahaya yang akan diterima oleh semi konduktor akan berkurang dan akan berimbas secara langsung terhadap proses konversi energi. Dari faktor tersebut juga dapat dilihat bahwa banyaknya gas CO<sub>2</sub> yang tersebar karena hasil dari pembakaran bahan bakar di pabrik-pabrik dan kendaraan bermotor serta gas refrigeran yang tersebar karena semakin meningkatnya penggunaan mesin refrigerasi. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian Pengaruh Gas CO<sub>2</sub> dan Refrigeran dalam Udara terhadap Efisiensi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya).

Adapun prinsip kerja sel surya dijelaskan oleh Sungkar [4], bahwa sel surya bekerja dengan menangkap sinar matahari oleh sel-sel semikonduktor untuk diubah menjadi energi listrik. Sel-sel ini termuat dalam panel-panel yang ukurannya dapat disesuaikan dengan keperluannya, seperti untuk rumah tangga, perkantoran atau pembangkit listrik skala besar. Hal yang sama dikemukakan oleh Rhazio [5], bahwa sel surya merupakan komponen vital yang terbuat dari bahan semikonduktor yang dapat mengkonversi energi surya menjadi arus listrik DC.

Sel surya ialah bahan semikonduktor yang jika tertimpa sinar matahari maka akan terjadi aliran elektron, aliran elektron inilah yang disebut sebagai aliran arus listrik. Struktur dari sel surya adalah seperti ditunjukkan dalam **Gambar 1**.



Gambar 1. Struktur Sel Surya [5]

Rear-side metal contact adalah Tegangan sel PV dapat terbuka melalui kontak ini. P-semiconductor layer menambah material semikonduktor ini membuat atom asing memiliki lebih sedikit elektron bebas, sedangkan n-semiconductor layer menambah material semikonduktor ini membuat atom asing memiliki lebih banyak elektron bebas. Contact fingers bersama dengan *the rear-side metal contact* membuat terminal yang pengguna dapat terhubung. Sedangkan *Anti reflective layer* dimaksudkan untuk melindungi sel PV dan mengurangi rugi-rugi refleksi pada permukaan

Ada dua faktor dari pengoperasian pembangkit listrik tenaga surya agar diperoleh nilai yang maksimum yaitu Gas CO<sub>2</sub> dan refrigerant

Gas CO<sub>2</sub> adalah gas cair tidak berwarna, tidak berbau, tidak mudah terbakar, dan sedikit asam. CO<sub>2</sub> lebih berat dari pada udara dan mudah larut dalam air. Gas CO<sub>2</sub> diserap oleh tumbuh-tumbuhan yang dengan bantuan klorofil dan sinar matahari diubah menjadi karbohidrat yang berupa gula, pati, serat dan keju. Benda-benda yang dihasilkan itu digunakan untuk makanan, pakaian, perumahan dan bahan bakar bagi manusia [6]. Faktor yang kedua yaitu refrigerant. Refrigeran adalah fluida kerja utama pada suatu siklus refrigerasi yang bertugas menyerap panas pada temperatur dan tekanan rendah dan membuang panas pada temperatur dan tekanan tinggi. Ada beberapa jenis refrigeran, namun yang akan digunakan pada kegiatan ini adalah Refrigeran R22 dan Refrigeran R134

Refrigeran R22 merupakan senyawa hydrochlorocarbon yang memiliki nama lain CHClF<sub>2</sub> yang memegang peranan penting dalam sistem refrigerasi, sejak ditemukan pada tahun 1930. Hal ini dikarenakan CHClF<sub>2</sub> memiliki properti fisika dan termal yang baik sebagai refrigeran, stabil, tidak mudah terbakar, tidak beracun dan kompatibel terhadap sebagian besar bahan komponen dalam sistem refrigerasi. Biasanya digunakan pada AC rumah dengan kapasitas rendah sampai menengah [7]. Sedangkan R134 adalah jenis refrigeran HFC (*hidro fluoro carbon*) yang lebih ramah terhadap lingkungan. Refrigeran R22 memiliki sifat yang baik, demikian juga R134 memiliki sifat lebih ramah terhadap lingkungan [8]

Efisiensi Konversi PLTS yang diperoleh dari penelitian ini akan bergantung dari proses dan bahan pembuatannya. Efisiensi PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya) didefinisikan sebagai hasil perbandingan antara daya output dan daya input serta radiasi matahari yang mengenai sel. Berikut ini adalah persamaan yang digunakan secara matematik.

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

- $\eta$  = Efisiensi (%)
- $P_{in}$  = Daya input sel fotovoltaik (watt)
- $P_{out}$  = Daya output sel fotovoltaik (watt)

## II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini terdiri dari dua tahap yaitu pengambilan data dan analisis data. Pada tahap pengambilan data dilakukan dengan tanpa menggunakan gas, dengan gas CO<sub>2</sub>, dan dengan menggunakan refrigerant. Setiap pengambilan data menggunakan gas CO<sub>2</sub> dan refrigerant dilakukan 2 kali dengan persentase gas 5 dan 10 %. Setelah data terkumpul maka akan dilakukan analisis yang kemudian akan dituangkan ke dalam grafik.

### A. Persiapan dan Pengambilan Data

Pada tahap ini, langkah yang dilakukan berupa pembacaan data tegangan (V), setelah itu pembacaan arus (A) dan pembacaan data radiasi matahari (W/m<sup>2</sup>). Langkah berikutnya adalah melakukan perhitungan daya input (P<sub>in</sub>), daya output (P<sub>out</sub>) dan efisiensi sistem (η).

### B. Prosedur Penelitian

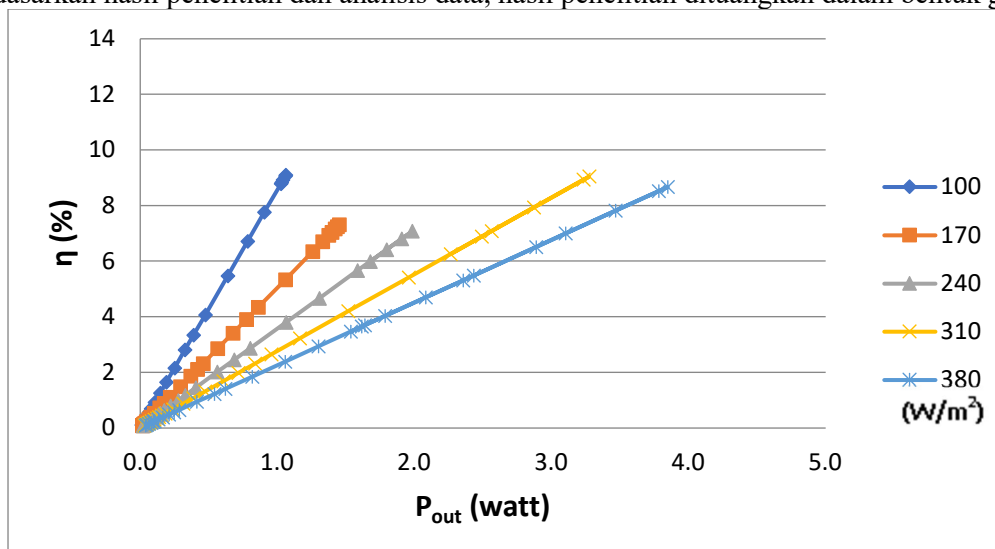
Pada tahap pengambilan data dilakukan dengan tanpa menggunakan gas, dengan gas CO<sub>2</sub>, dan dengan menggunakan refrigerant. Setiap pengambilan data menggunakan gas CO<sub>2</sub> dan refrigerant dilakukan 2 kali dengan persentase gas 5 dan 10 %.

### C. Analisis Data

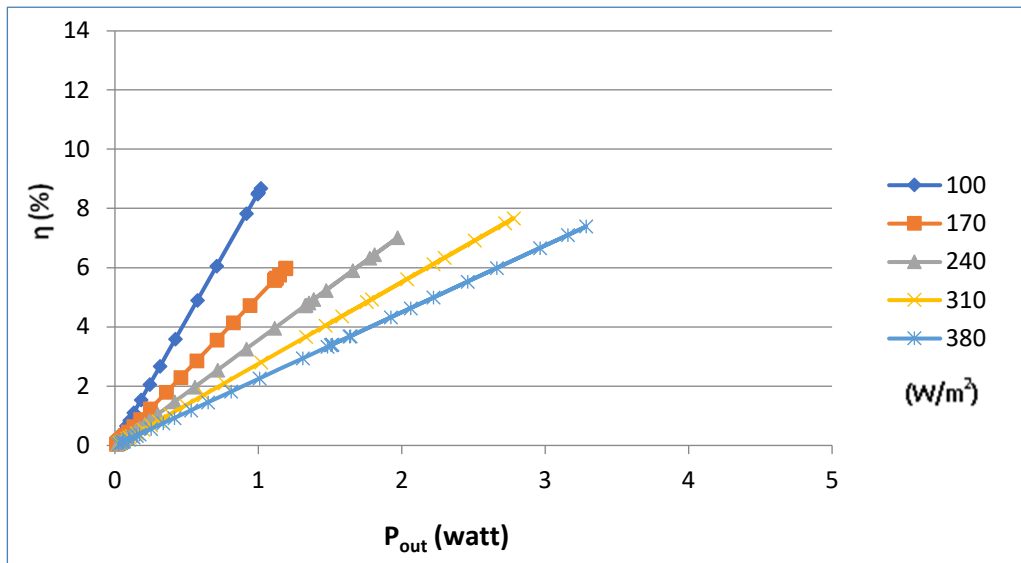
Data hasil pengujian yang dilakukan tanpa menggunakan gas, dengan gas CO<sub>2</sub>, dan dengan menggunakan refrigerant kekerasan, selanjutnya diolah menggunakan Microsoft excel dan dibuatkan tabel dan grafik.

## III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dan analisis data, hasil penelitian dituangkan dalam bentuk grafik.



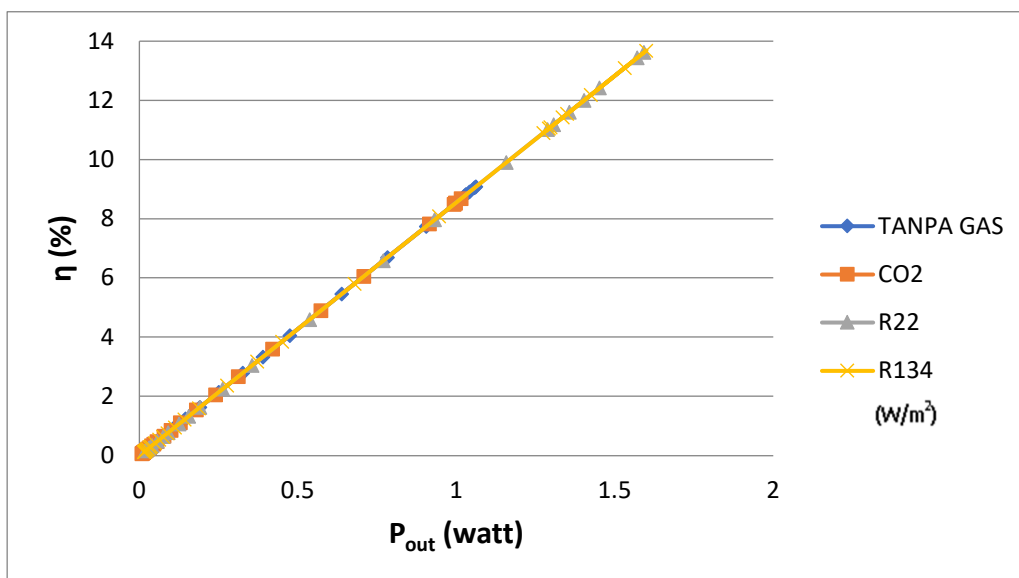
Gambar 2. Grafik Hubungan Antara Nilai Daya Output (Watt)



Gambar 3. Grafik Hubungan Antara Nilai Daya Output (Watt) Terhadap Nilai Efisiensi (%) Pada Intensitas Radiasi Matahari 100 W/M2 Tanpa Gas Dan Menggunakan Gas Sebanyak 5%. Terhadap Nilai Efisiensi (%) Tanpa Menggunakan Gas

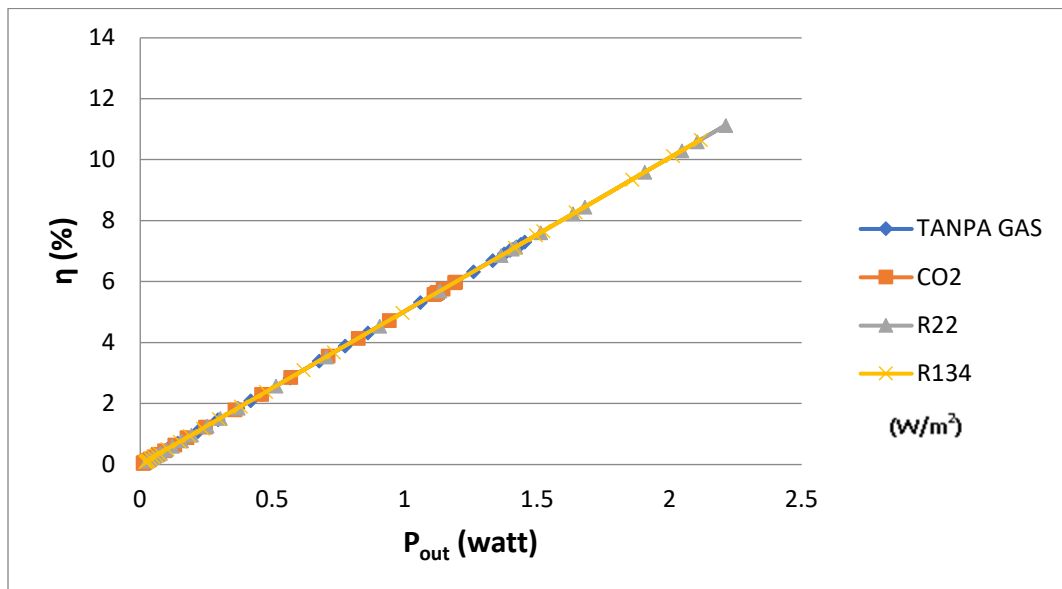
Dari **Gambar 2.** dan **Gambar 3.** dapat dilihat bahwa semakin besar nilai daya output maka semakin besar pula nilai efisiensi yang dihasilkan. Dapat dilihat pula, baik pada kondisi normal (tanpa gas) maupun menggunakan gas, apabila nilai intensitasnya besar maka daya output yang dihasilkan besar namun efisiensinya kecil, hal tersebut disebabkan karena luas penampang panel yang sangat besar namun daya output yang dihasilkan kecil.

Dari hasil analisa, dapat juga dilihat grafik hubungan antara daya output dengan efisiensi, tanpa gas dan dengan menggunakan gas sebanyak 5%, seperti yang terlihat pada **Gambar 4.**



Gambar 4. Grafik hubungan antara nilai daya output (watt) terhadap nilai efisiensi (%) pada intensitas radiasi matahari 100 w/m2 tanpa gas dan menggunakan gas sebanyak 5%.

Berdasarkan **Gambar 4**, yaitu grafik hubungan antara daya output terhadap efisiensi pada intensitas cahaya  $100 \text{ W/m}^2$  dengan penambahan gas sebanyak 5% dapat dilihat bahwa semakin besar daya output yang dihasilkan maka semakin besar pula efisiensi PLTS. Namun dapat pula terlihat pada grafik bahwa nilai efisiensi pada saat tanpa gas maupun menggunakan gas yaitu hampir sama. Pada kondisi normal (tanpa gas) efisiensi maksimal yang dapat diperoleh adalah 9,085917% dengan daya output 1,061917 Watt, dan pada kondisi penambahan gas  $\text{CO}_2$  efisiensi maksimal yang didapatkan yaitu 8,689677% dengan daya 1,015606 Watt, penelitian yang dilakukan oleh Hiroshi Yamaguchi [9], mengatakan bahwa ketika menggunakan  $\text{CO}_2$  hibrid kolektor maka efisiensi yang dihasilkan menurun 2% dari keadaan normalnya, hasilnya memberikan kinerja yang agak lebih rendah pada daya listrik generasi dan pendinginan suhu sel dibandingkan dengan kondisi normal, yang tergantung pada proses sementara dan kondisi aliran  $\text{CO}_2$  dalam sistem. Serta kondisi yang terjadi jika ada penambahan gas R22 pada PLTS dimana efisiensi maksimal yang didapatkan yaitu 13,624637% dengan daya 1,592379 Watt, kemudian jika ada penambahan gas R134 didapatkan efisiensi maksimal yaitu 13,684910% dengan daya 1,599423 Watt.



Gambar 5. Grafik hubungan antara nilai daya output (watt) terhadap nilai efisiensi (%) pada intensitas radiasi matahari  $170 \text{ w/m}^2$  tanpa gas dan menggunakan gas sebanyak 5%.

Berdasarkan **Gambar 6**, yaitu grafik hubungan antara daya output terhadap efisiensi pada intensitas cahaya  $170 \text{ W/m}^2$  dengan penambahan gas sebanyak 5% dapat dilihat bahwa semakin besar daya output yang dihasilkan maka semakin besar pula efisiensi PLTS. Namun dapat pula terlihat pada grafik bahwa nilai efisiensi pada saat tanpa gas maupun menggunakan gas yaitu hampir sama. Pada kondisi normal (tanpa gas) efisiensi maksimal yang dapat diperoleh adalah 7,307899% dengan daya output 1,451988 Watt, namun setelah ada penambahan gas  $\text{CO}_2$  efisiensi maksimal yang dihasilkan yaitu 5,993642% dengan daya 1,190861 Watt, penelitian yang dilakukan oleh Hiroshi Yamaguchi dkk (2017), mengatakan bahwa ketika menggunakan  $\text{CO}_2$  hibrid kolektor maka efisiensi yang dihasilkan menurun 2% dari keadaan normalnya, hasilnya memberikan kinerja yang agak lebih rendah pada daya listrik generasi dan pendinginan suhu sel dibandingkan dengan kondisi normal, yang tergantung pada proses sementara dan kondisi aliran  $\text{CO}_2$  dalam sistem. Kondisi yang terjadi jika ada penambahan gas R22 pada PLTS dimana efisiensi maksimal yang didapatkan yaitu 11,131437% dengan daya 2,211677

#### IV. KESIMPULAN

1. Berdasarkan dari hasil dan pembahasan, maka gas CO<sub>2</sub> tidak berpengaruh terhadap efisiensi PLTS yaitu pada intensitas cahaya 100 W/m<sup>2</sup> sampai 380 W/m<sup>2</sup> dengan penambahan gas sebanyak 5% dan 10%, dapat dilihat bahwa semakin besar daya output yang dihasilkan maka semakin besar pula efisiensi PLTS, ketika menggunakan gas CO<sub>2</sub> maka efisiensi dari PLTS hampir sama dari kondisi normal (tanpa gas).
2. Gas refrigeran tidak berpengaruh terhadap efisiensi PLTS yaitu, seperti halnya dengan gas CO<sub>2</sub> yang efisiensinya hampir sama dari kondisi normal (tanpa gas), pada saat menggunakan gas refrigeran sebanyak 5% dan 10% baik R22 maupun R134 efisiensi dari PLTS hampir juga sama dari kondisi normalnya. Pada data dengan intensitas radiasi matahari 100 W/m<sup>2</sup> dalam kondisi normal (tanpa gas) efisiensi maksimal yang dapat diperoleh adalah 9,085917% dengan daya output 1,061917 watt, dan saat penambahan gas R134 dan R22 pada PLTS dimana efisiensi maksimal yang didapatkan, pada R134 yaitu 13,624637% dengan daya 1,592379 watt, dan pada R22 yaitu 13,684910% dengan daya 1,599423 watt.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Hatib. "Pemanfaatan Tenaga Surya sebagai Energi Baru Terbarukan (EBT)". Tasikmalaya. Jurusan Teknik Elektro Fakultas Teknik Universitas Siliwangi, 2013
- [2] Indralaksono, Rio. "Analisis Penggunaan Pembangkit Listrik Tenaga Surya sebagai Solusi untuk Mereduksi Emisi Gas CO<sub>2</sub>". Assistant Engineering Technical Electrical. Department of Technical. 2009
- [3] Dharmendra dkk. "A Review on Immersion System to Increase Efficiency of Solar Panels". International Journal of Advanced Research. 2016
- [4] Sungkar, "EnergiSurya". (online) [http://griya-asri.com/index2.php?option=com\\_content&do\\_pdf=1&id=168](http://griya-asri.com/index2.php?option=com_content&do_pdf=1&id=168) (diakses pada 30 Maret 2018)
- [5] Manual book, Renewable energy Photovoltaics.. Politeknik Negeri Ujung Pandang, 2008
- [6] Ramlan, Mohammad.. "Pemanasan Global (Global Warming)". (online) <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/viewFile/233/133> (diakses pada 30 Maret 2018) 2002
- [7] Purwanto Edi dan Kemas Ridhuan.. "Pengaruh Jenis Refrigerant dan Beban Pendinginan terhadap Kemampuan Kerja Mesin Pendingin". Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Metro. 2010
- [8] Wilis, Galuh, Renggani.. "Penggunaan Refrigeran R22 dan R134a pada Mesin Pendingin" (online) <http://download.portalgaruda.org/article.php?article=116929&val=5331> (diakses pada 30 April 2018)
- [9] Hiroshi dkk, "Experimental Study on the Performance of CO<sub>2</sub> Based Photovoltaic Thermal Hybrid System". Energy Conversion Research Center. Department of Electrical and Mechanical Engineering. Doshisha University. Kyoto, Japan, 2017.