

Heat Transfer Analysis in Heat Exchanger with Various Shifting Media

Analisa Perpindahan Panas Pada Heat Exchanger Dengan Berbagai Variasi Media Pemindah

Endri Rizki Anugrah ^{1*}, Remon Lapisa ¹, Arwizet K¹, Ambiyar¹

Abstract

Solar panels (photovoltaics) function to absorb sunlight exposure to be converted into electrical energy. But if the heat received over the sun, it will reduce the electrical power of the solar panels. Therefore, a heat transfer device is required to maintain the temperature of the solar panels always in the optimal condition to work. The measurement results show that the average temperature out of the panel (T1) is greater than in the panel (T2), the upper temperature of the tank (T5) is greater than the bottom temperature of the tank (T6), and the average temperature value in the tank (T4) is between the upper temperature of the tank (T5) and the bottom temperature of the tank (T6) of any variation of the sender's media. Meanwhile, the difference between the entry temperature (T2) and the exit temperature (T1) in the study indicates how well the medium of the conductor absorbs excessive heat. Then it can be concluded that the medium of coolant is the best conductor media to absorb and conduct heat because it has a difference out panel (T1) and in panel (T2) amounted to 6.522 °C from Air Aki soft-0.0375 °C, and water ordinary 1.069 °C.

Keywords

Solar panels, fluid variations, Heat Exchanger, temperature.

Abstrak

Panel surya (Photovoltaic) berfungsi menyerap paparan cahaya matahari untuk diubah menjadi energi listrik. Namun jika panas matahari yang diterima berlebih, akan mengurangi daya listrik hasil panel surya tersebut. Maka dari itu diperlukan sebuah alat pemindah panas yang mampu menjaga suhu panel surya selalu didalam keadaan optimal untuk bekerja. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa rata-rata suhu out panel (T1) lebih besar daripada in panel (T2), suhu atas tangki (T5) lebih besar daripada suhu bawah tangki (T6), dan nilai rata-rata suhu in tangki (T4) berada diantara suhu atas tangki (T5) dan suhu bawah tangki (T6) dari setiap variasi media penghantar. Sementara selisih dari suhu masuk (T2) dan suhu keluar (T1) pada penelitian mengindikasikan seberapa bagus media penghantar dalam menyerap panas yang berlebih. Maka dapat disimpulkan media penghantar coolant adalah media penghantar yang paling baik dalam menyerap dan menghantarkan panas karna memiliki selisih out panel (T1) dan in panel (T2) sebesar 6,522 °C daripada Air Aki Lunak sebesar -0,0375 °C, dan Air biasa 1,069 °C.

Kata Kunci

Panel Surya, Variasi Fluida, Heat Exchanger, Suhu.

¹ Pendidikan Teknik Mesin, Universitas Negeri Padang

Jl. Prof. Dr. Hamka, Kel. Air Tawar, Padang, Sumatera Barat. Kode Pos: 25132

endirizki15@gmail.com

Submitted : January 29, 2020. Accepted : February 17, 2020. Published : May 01, 2020.

PENDAHULUAN

Energi surya merupakan energi alternatif dari matahari yang mulai populer di masa kini untuk menggantikan energi fosil. Energi fosil yang selama ini digunakan mempunyai batasan sehingga harus dihemat dalam penggunaannya. Energi surya yang bersumber dari matahari tidak memiliki batasan karena akan selalu ada. Salah satu penggunaan energi surya adalah untuk menghasilkan energi listrik. Untuk menghasilkan energi listrik diperlukan suatu komponen yang mampu mengkonversi paparan cahaya dari matahari menjadi energi listrik. Komponen yang dibutuhkan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik disebut sel surya dengan memakai *Parabolic Trough Collectors*. Kumpulan sel surya inilah yang dinamakan dengan *Photovoltaic* atau sering disebut dengan panel surya.

Energi surya tidak dapat begitu saja langsung digunakan, jadi ia harus dikonversikan terlebih dahulu ke dalam bentuk energi listrik [1]. Komponen yang dibutuhkan untuk mengubah energi surya menjadi energi listrik disebut sel surya dengan memakai *Parabolic Trough Collectors* [2]. Sementara kumpulan sel surya itu sendiri dinamakan *Photovoltaic*. Panel *photovoltaic* merupakan kombinasi yang dibuat dari beberapa sel *photovoltaic* yang dirancang untuk mengkonversikan radiasi surya ke dalam energi listrik dengan menggunakan fenomena *photovoltaic*. Kombinasi dari beberapa sel surya membentuk modul surya. Sistem *photovoltaic* membutuhkan sistem perlindungan kegagalan untuk meningkatkan keandalan, kestabilan sistem, efisiensi, dan keamanannya [3]. Kombinasi dari beberapa modul surya membentuk array surya. Sel surya merupakan komponen elektronik yang mengonversi energi surya menjadi energi listrik dengan memanfaatkan gejala *photovoltaic*.

Pada umumnya, sel surya bisa dikategorikan menjadi 3 yakni sel surya *monocrystalline* (mono-Si), sel surya *polycrystalline* (poly-Si) dan sel surya film tipis. Kinerja dan efisiensi panel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* turun drastis ketika suhu naik [4]. Sel Surya (*Photovoltaic*) bekerja dengan paparan cahaya matahari dan panas matahari juga mempengaruhi panel surya karena panas berlebih akan mengurangi daya keluaran panel surya tersebut. Menurut Kharisma (2015), nilai *irradiance* dan *temperature* berpengaruh terhadap daya output dari *photovoltaic/thermal*, semakin besar *irradiance* yang diterima *photovoltaic*, maka semakin besar pula energi yang dihasilkan, sebaliknya jika semakin besar suhu *photovoltaic* maka energi yang dihasilkan semakin berkurang. faktor yang perlu diperhatikan agar efisiensi panel surya lebih optimal yaitu pengaruh air pendingin, cuaca, kelembaban, dan temperatur. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan atau *monitoring* terhadap suhu panel surya agar kinerja panel surya dapat dikontrol secara optimal.

Pendinginan dilakukan dengan menggunakan pipa tembaga yang dialiri air untuk mendinginkan dan meningkatkan efisiensi panel surya. Beberapa faktor yang perlu diperhatikan agar efisiensi panel surya lebih optimal yaitu pengaruh air pendingin, cuaca, kelembaban, dan temperatur. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemantauan atau *monitoring* terhadap tegangan, arus, suhu, dan kelembaban agar kinerja panel dapat dikontrol secara optimal.

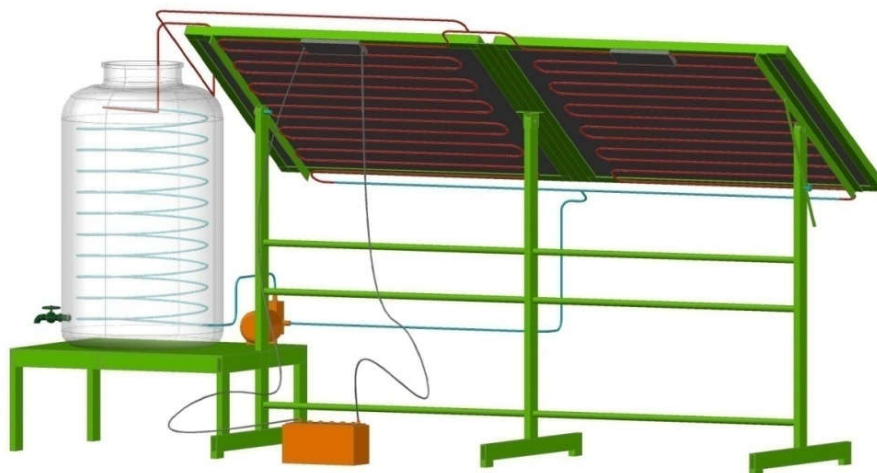
Sel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* memiliki efisiensi yang lebih tinggi dari pada sel surya film tipis. Efisiensi sel surya *monocrystalline* dan *polycrystalline* solar bisa mencapai sebanyak 30%. Sementara efisiensi sel surya film tipis bisa mencapai 20%. Sisa energi lainnya terbuang dalam bentuk panas dan panas ini bisa meningkatkan temperatur sistem *photovoltaic* yang bisa mempengaruhi produksi daya listrik modul surya [5]. Energi surya ramah lingkungan, bersih dan tersedia dimana saja sepanjang tahun [6].

Untuk menjaga agar suhu panel surya berada dalam suhu optimal digunakan alat *heat exchanger* yang bekerja untuk memindahkan energi panas dari benda dengan media penghantar panas berupa fluida yang fungsi utamanya sebagai pendingin. Tipe pipa fluida yang digunakan adalah Tipe Tubular *Heat exchanger*. Tipe ini melibatkan penggunaan *tube* pada

desainnya. *Heat exchanger* tipe tubular didesain untuk dapat bekerja pada tekanan tinggi, baik tekanan yang berasal dari lingkungan kerjanya maupun perbedaan tekanan tinggi antar fluida kerjanya. Sementara tipe dari aliran *heat exchanger* itu sendiri berjenis aliran *Cross Flow* (aliran silang) yaitu arah aliran kedua fluida saling bersilangan. Contoh penerapan aliran ini sendiri dapat dilihat di radiator mobil pada umumnya.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen, yaitu rekayasa untuk membuat sebuah rancangan *heat exchanger* pada panel surya dan percobaan variasi fluida *heat exchanger* air mineral biasa, aki lunak, dan *coolant*. Rancangan alat *heat exchanger* menggunakan papan panel surya berukuran 100mm x 50mm. Untuk pipa dari *heat exchanger* sendiri menggunakan bahan tembaga dengan ukuran \varnothing 1/2 dan \varnothing 5/8. Penutup pipa tembaga spiral ukuran \varnothing 1/2 yang terpasang pada panel surya menggunakan plat seng tebal $\frac{1}{4}$ inchi. Sementara untuk pembacaan suhu pada alat ini menggunakan Sensor Thermocouple Thermometer S220-T8 HUATO dan kabel sensor Thermocouple Dekko Coporation Korea. Sebagai bak penampungan air yang akan dipanaskan menggunakan polly tank. Rancangan alat secara keseluruhan dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 1. Rancangan alat Heat Exchanger

Penelitian ini berfokus pada perbandingan hasil dari daya penghantar panas pada tiga media penghantar yang digunakan yaitu Air Biasa, *Coolant*, dan Air Aki Lunak. Daya penghantar panas pada media tersebut dilihat pada seberapa mampu media tersebut menyerap suhu panas dari panel surya lalu memanaskan air pada tangki. Untuk mengetahui suhu panas tersebut maka ditetapkan titik pembacaan suhunya yaitu pada *Out Panel*, *In Panel*, *Out* tangki, *In* Tangki, Atas Tangki, Bawah Tangki, dan Panel Surya.

Langkah Pertama sediakan ketiga media penghantar panas yang akan digunakan, *Thermocouple* Suhu, dan Laptop. Langkah Kedua letakkan masing-masing sensor *Thermocouple* pada titik pembacaan suhu yang telah ditentukan. Langkah ketiga masukkan salah satu bahan ke dalam wadah pompa aliran pipa *Heat Exchanger*. Selanjutnya hidupkan pompa dan perhatikan kenaikan suhu per 10 menit yang tampak pada laptop selama kurun

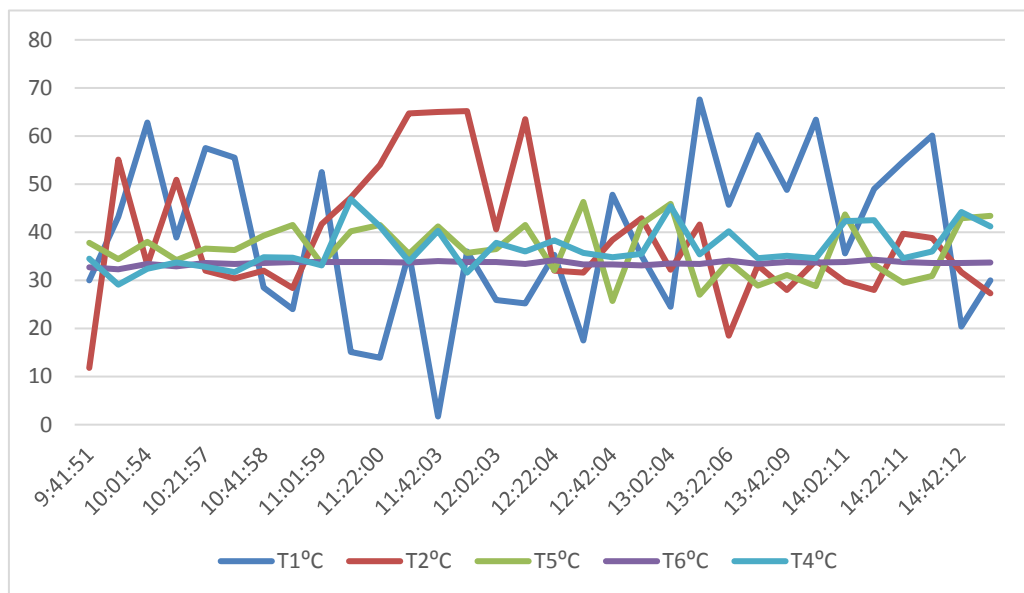
waktu enam jam dari jam 9 pagi sampai dengan 3 sore hari. Lakukan langkah yang sama pada media yang berbeda.

Penelitian ini merupakan penelitian untuk mengetahui perbandingan kinerja media pemindah panas pada *Heat Exchanger* yang telah dibuat dengan variasi pada media pemindah yang dilakukan. Maka dari itu metode analisa deskriptif dalam hal ini sangat tepat digunakan pada penelitian ini dikarenakan data yang diperoleh dari penelitian hanya perlu ditafsirkan melalui grafik maupun distribusi frekuensi dari hasil penelitian yang didapatkan. Data yang dideskripsikan pada penelitian ini merupakan data perbandingan dari hasil kinerja *Heat Exchanger* terhadap pemanasan air dalam *Tank* dengan menggunakan variasi media pemindah panas yang mengalir pada pipa tembaga.

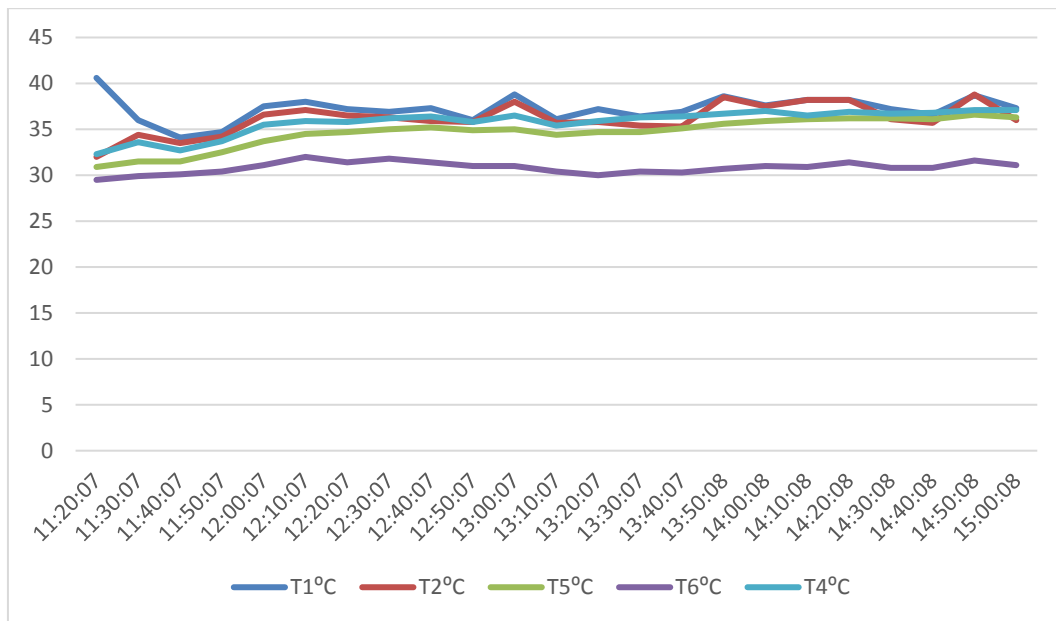
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian merupakan data primer yang didapatkan dari perbandingan kemampuan variasi media penghantar panas pada alat *Heat Exchanger* yang telah dibuat. Dari hasil penelitian tersebut dapat dilihat hasil pengukuran suhu dari masing-masing media penghantar terhadap beberapa titik pengukuran. Mulai dari titik pengukuran Out Panel, In Panel, Out tangki, In Tangki, Atas Tangki, Bawah Tangki, sampai dengan Panel Surya.

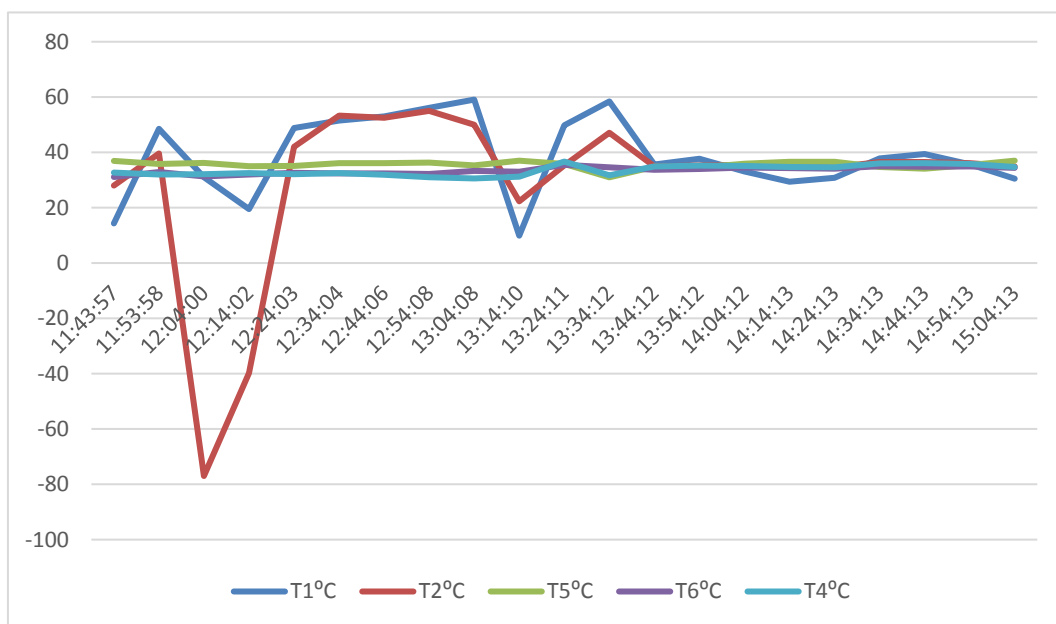
Dari titik-titik lokasi pengukuran suhu pada alat *heat exchanger* diatas terlihat bahwa yang menjadi fokus utama dalam penelitian ini adalah seberapa besar suhu yang mampu diserap oleh media penghantar dari panel surya menuju ke dalam tangki. Suhu yang mampu diserap oleh media penghantar tersebut terlihat jelas pada perbandingan suhu *in panel* (T2), *out panel* (T1), Atas Tangki (T5), Dasar Tangki (T6) dan In Tangki (T4). Perbandingan suhu tersebut dapat dilihat pada grafik dibawah ini.



Gambar 2. Hasil Penelitian Air Aki Lunak

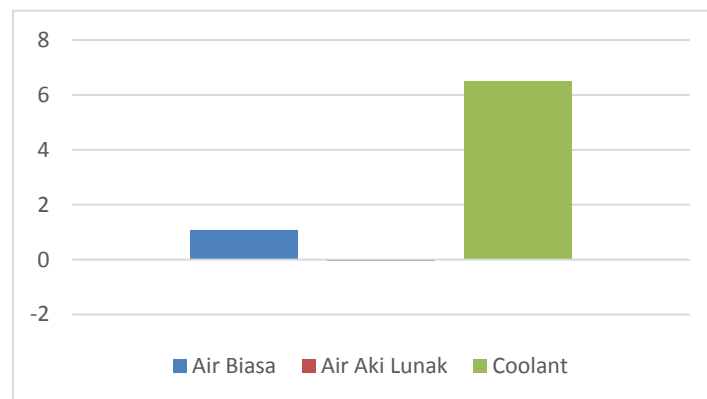


Gambar 3. Hasil Penelitian Air Biasa



Gambar 4. Hasil Penelitian Coolant

Pada penelitian ini yang menjadi fokus permasalahan adalah seberapa bagus dari ketiga variasi media penghantar panas dalam menghantarkan panas yang berlebih pada panel surya dan dialirkan ke tangki air untuk mendapatkan air panas yang dapat digunakan pada keperluan lainnya. Pada titik pengukuran *out panel* (T1) dan *in panel* (T2) terlihat seberapa baik media penghantar yang digunakan dalam menyerap panas yang berlebih pada panel surya. Selisih dari suhu masuk (T2) dan suhu keluar (T1) pada penelitian mengindikasikan seberapa bagus media penghantar dalam menyerap panas yang berlebih. Semakin besar selisih suhu masuk dan keluar pada panel maka semakin bagus media tersebut dalam menghantarkan panas. Perbandingan selisih nilai suhu masuk dan suhu keluar pada masing-masing media penghantar dapat dilihat pada gambar dibawah ini.



Gambar 4. Rata-rata pengurangan suhu T1 Out dan T2 In

Gambar diatas terlihat bahwa *coolant* memiliki selisih suhu masuk dan keluar sebesar 8,69 °C, Air Aki Lunak -0,0375 °C, dan Air biasa 1,069 °C. Dari selisih tersebut menunjukkan bahwa *coolant* lebih baik dalam menyerap panas dari pada media air biasa dan aki lunak. Namun dalam penelitian banyak terdapat data hasil pengukuran yang memiliki selisih yang tidak normal dikarenakan akurasi dari alat pengukur suhu itu sendiri. Secara keseluruhan rancangan *heat exchanger* telah mampu bekerja dengan baik. Hal ini tampak dari suhu yang terdapat di panel surya (T8) memiliki rata-rata suhu yaitu rentang 30°C sampai dengan 35°C. Namun hasil penelitian suhu Air Biasa terdapat anomali rata-rata suhu panel sebesar 57°C. Hal ini diatasi dengan berpatokan dengan suhu panel (T8) pada media penghantar *Coolant* dan Air Aki dikarenakan ketidakmungkinan suhu panel yang didapatkan pada suhu panel surya (T8) Air Biasa.

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian yang telah dilakukan bertujuan untuk membantu kinerja panel surya dalam menghasilkan energi listrik. Dalam menghasilkan energi listrik panel surya tidak bekerja dengan maksimal jika menerima panas yang berlebih dari matahari. Maka dari itu hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa Media penghantar *coolant* adalah media penghantar yang paling baik dalam menyerap dan menghantarkan panas karna memiliki selisih *out panel* (T1) dan *in panel* (T2 sebesar 6,522 °C daripada Air Aki Lunak sebesar -0,0375 °C, dan Air biasa 1,069 °C dan Rancangan *Heat Exchanger* yang dibuat telah mampu bekerja dengan baik, hal ini tampak dari suhu yang terdapat di panel surya (T8) yang dapat dijaga agar tetap konstan dengan rata-rata suhu yaitu rentang 30°C sampai dengan 35°C.

Berdasarkan hasil penelitian yang peneliti lakukan masih terdapat banyak kekurangan dalam hasil penelitian yang peneliti lakukan. Dari keterbatasan penelitian tersebut dapat diberikan beberapa saran diantaranya yang pertama diharapkan untuk pengembangan selanjutnya ditambahkan isolator pada pipa tembaga rancangan *Heat Exchanger* ini untuk mengurangi panas yang lepas pada saat sistem, terutama dari *Out panel* menuju ke tangki. Saran berikutnya adalah perlu ditingkatkannya akurasi termometer untuk mengukur suhu pada sistem dikarenakan masih banyaknya anomali pengukuran suhu pada saat pengukuran. Dan saran terakhir penggunaan tangki yang mampu menahan panas untuk menjaga panas yang telah masuk tidak terlepas keluar, baik dari segi bahan pada komposisi tangki hingga konstruksi tangki yang mampu menahan panas.

DAFTAR RUJUKAN

- [1] Katsuaki, T., Katsuyuki Watanabe, and Yasuhiko Arakawa. 2012. "Flexible thinfilm InAs/GaAs quantum dot solar cells". *APPLIED PHYSICS LETTERS*, 100 (19)
- [2] Gakkhar, Nikhil., M.S.Soni, Sanjeev Jakhar. 2016. "Analysis of water cooling of CPV cells mounted on absorber tube of a Parabolic Trough Collector". *Energy Procedia*, 90 , 78 – 88.
- [3] Hariharan, R., M. Chakkarapani, G. Saravana Ilango, and C. Nagamani. 2016. A Method to Detect Photovoltaic Array Faults and Partial Shading in PV Systems. *IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS*, 6 (5), 1278-1285.
- [4] Bioudun, A.D, dkk. 2017. "Experimental Evaluation of the Effect of Temperature on Polycrystalline and Monocrystalline Photovoltaic Modules". Nigeria: *IOSR Journal of Applied Physics*. Vol:9, Issue:2.
- [5] A, Kalogirou Soteris. 2003. "Solar Thermal Collectors and applications". *Progress in energy and combustion*, 30 (2004), 231-295.
- [6] Bilal, M., Muhammad Naeem Arbab, Muhammad Zain Ul Abideen Afridi, Alishpa Khattak. 2016. "Increasing the Output Power and Efficiency of Solar Panel by Using Concentrator Photovoltaics". *CPV. International Journal of Engineering Works* , 3 (12), 98-102.
- [7] Adam, Kharisma. 2015. *Photovoltaic*. [Online] Tersedia <http://kharismaadam.staff.telkomunivesity.ac.id>, (5 Juli 2018).
- [8] Alonso, Marcelo. 1992. *Dasar-Dasar Fisika Universitas*. Jakarta: Erlangga.
- [9] Apriyahanda, Onny. 2019. *Macam-macam Heat Exchanger*. [Online] tersedia : <http://artikel-teknologi.com/tag/heat-exchanger/>. (3 Oktober 2019)
- [10] B, Koteswararao, K. Radha krishna, P.Vijay, N.Raja surya. 2016. "Experimental Analysis of solar panel efficiency with different modes of cooling". *International Journal of Engineering and Technology*. 8 (3), 1451-1456.
- [11] Djunaidi (2009). *Pemeliharaan Tube-side Penukar Kalor Rsg-Gas Jangka Pendek dan Jangka Panjang*. Pusat Reaktor serbaguna-Batan. Kawasan Puspitek Serpong Tangerang : Banten.
- [12] Hariharan, R., M. Chakkarapani, G. Saravana Ilango, and C. Nagamani. 2016. A Method to Detect Photovoltaic Array Faults and Partial Shading in PV Systems. *IEEE JOURNAL OF PHOTOVOLTAICS*, 6 (5), 1278-1285.
- [13] Hersandi, Daniar Arighi dwi dkk. 2018. "Pengaruh Jenis Fluida Pendingin terhadap Kapasitas Radiator pada Sistem Pendingin Mesin Daihatsu Xenia 1300 CC". *JPTM Volume 06 (03)*, 41-52.
- [14] Malvino, Albert Paul. 2003. *Prinsip-Prinsip Elektronika*. Jakarta: Salemba Teknika.
- [15] Nuryanto dkk. 2016. "Pengaruh Laju Aliran Coolant Campuran Air dengan Ethylene Glycol terhadap Laju Perpindahan Panas dan Penurunan Tekanan Radiator Otomotif ". *Jurnal Teknik Mesin Indonesia*. Vol. 11 No. 2.
- [16] Shrader, Robert L. 1991. *Komunikasi Elektronika Jilid 1*. Jakarta : Erlangga.
- [17] Thakur, D., Amit arnav, Abhishek Datta, E.V.V Ramanamurthy. 2016. "A Review on Immersion System to increase the efficiency of Solar Panels". *International Journal of Advanced Research*. 4 (4), 312-325.
- [18] V. Zagorska, dkk. 2012. "Experimental Investigation of Photovoltaic-Thermal Hybrid Solar Collector ". *Agronomy Research Biosystem Engineering*. Special Issue 1.
- [19] Yuwono,Budi. 2005 *Optimalisasi Panel Sel Surya Dengan Menggunakan Sistem Pelacak Berbasis Mikrokontroler AT89C5*. Surakarta: halaman 11,12,13.

- halaman ini sengaja dikosongkan -