



Analisis Uji Peforma PATS Jenis LXC 150 Dengan Jarak Lubang Header Absorber ke Kaca Bagian Dalam 40 mm

Farhan Jordan ^{1*}, Fachruddin ¹, dan Benhur Nainggolan ¹

¹ Program Studi Teknik Konversi Energi, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Jakarta, Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16425

Abstrak

Analisa ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi jarak absorber dengan kaca bagian dalam terhadap panas yang dapat diserap oleh Solar Water Heater. Analisa ini adalah unjuk kerja Pemanas Air Tenaga Surya (PATS) disajikan oleh respon temperatur air dalam tangki terhadap efek termosifon, respon temperatur air tangki terhadap pemanas tambahan yang dikendalikan termostat, serta unjuk kolektor surya. Hasil uji termosifon menunjukkan penurunan temperatur sebesar 10.4 % dari kisaran temperatur maksimum-minimumnya. Pada uji termostat, temperatur air dalam tangki mencapai nilai temperatur acuan dalam 2 jam, tetapi mengalami lonjakan (overshoot) selama 2 jam berikutnya. Sementara itu termostat menyalakan kembali pemanas listrik tambahan pada temperatur 4 4 oC - 5 oC dibawah angka acuan. Temperatur absorber dapat mencapai 78 oC pada radiasi matahari 974 W/m². Perhitungan berdasarkan data yang diperoleh menunjukkan faktor rugi-rugi panas dalam tangki sebesar 0.77 W/m².K. Angka ini menyatakan bahwa unit yang diuji memenuhi kriteria yang ditetapkan dalam SNI. Hasil test menunjukkan efisiensi rata-rata 44% dan $Ulc Fp = 4.51$. Berdasarkan pengujian ini maka PATS yang diuji dikategorikan sebagai Kelas IV berdasarkan standard SNI 04-3021-1992.

Kata-kata kunci: Pemanas Air Tenaga Surya, kolektor, Pengujian

Abstract

This analysis aims to determine the effect of variations in absorber distance with the inner glass on heat that can be absorbed by the Solar Water Heater. This analysis is the performance of a Solar Water Heater (PATS) presented by the response of water temperature in the tank to the effect of thermosifon, the response of tank water temperature to an additional heater controlled by a thermostat, and a show of solar collectors. The thermosifon test line shows a decrease in temperature of 10.4% from the maximum-minimum temperature range. In the thermostat test, the temperature of the water in the tank reaches the reference temperature value in 2 hours, but overshoots for the next 2 hours. Meanwhile the thermostat re-ignites additional electric heaters at temperatures 4 4 oC - 5 oC below the reference number. Absorber temperature can reach 78 oC at 974 W / m² of solar radiation. Calculations based on the data obtained show a heat loss factor in the tank of 0.77 W / m².K. This number states that the tested unit meets the criteria specified in SNI. The test results showed an average efficiency of 44% and $Ulc Fp = 4.51$. Based on this test, the tested PATS are categorized as Class IV based

Keywords: Solar Water Heater, Collector, Testing

* Corresponding author E-mail address: jordanfarhan9@gmail.com

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi dewasa ini semakin meningkat yang diakibatkan dengan semakin meningkatnya kebutuhan energi diberbagai bidang. Disisi lain persediaan energi fosil yang digunakan yaitu berupa bahan bakar minyak, gas bumi, dan batu bara jumlahnya terbatas dan tidak dapat diperbaharui sehingga jika kita terus mengeksplorasi secara terus-menerus bahan bakar fosil tersebut lama-kelamaan akan habis. Energi surya merupakan salah satu energi alternatif yang potensial untuk dikelola dan dikembangkan lebih lanjut sebagai sumber cadangan energi terutama bagi negara-negara yang terletak di khatulistiwa termasuk Indonesia, dimana matahari bersinar sepanjang tahun. Energi surya bersifat renewable.adalah energi yang tidak polutif, bersifat kontinyu dan tidak dapat habis. Energi surya yang memasuki atmosfer memiliki kerapatan daya rata-rata sebesar $1,2 \text{ kW/m}^2$, namun hanya sebesar 560 W/m^2 yang diserap bumi. Berdasarkan angka di atas, maka energi surya yang dapat dibangkitkan untuk seluruh daratan Indonesia yang mempunyai luas ± 2 juta km^2 adalah sebesar 5.10^8 MW (Santhiarsa,2005). Betapa melimpahnya energi yang sebagian besar terbuang sia-sia ini. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu teknologi energi surya termal dan energi surya fotovoltaik. Untuk meningkatkan efektifitas pemanfaatan energi surya secara langsung, dapat dikembangkan dengan menggunakan pengumpul-pengumpul panas yang biasa disebut kolektor. Salah satu pemanfaatan kolektor surya adalah kolektor surya pemanas air [1].

Kolektor surya digunakan untuk mengumpulkan energi panas radiasi matahari yang kemudian energi panas tersebut diteruskan ke dalam air yang mengalir di dalamnya. Besarnya energi panas matahari yang diterima kolektor surya, bergantung dari intensitas radiasi matahari tiap waktu, sudut pasang serta kemampuan kolektor surya untuk menyerap energi panas radiasi matahari [2].

Pemanas air tenaga surya (PATS) merupakan produk teknologi yang memanfaatkan energi termal surya yang cukup populer dan banyak digunakan, terutama di hotel dan vila peristirahatan hingga perumahan. Seiring dengan itu, mulai beredar beberapa merek PATS domestik maupun impor yang banyak dipasarkan di masyarakat. Untuk perlindungan terhadap konsumen, telah dikeluarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) untuk produk ini, berupa uji mutu sistem PATS yang diharapkan memberikan gambaran pada masyarakat akan

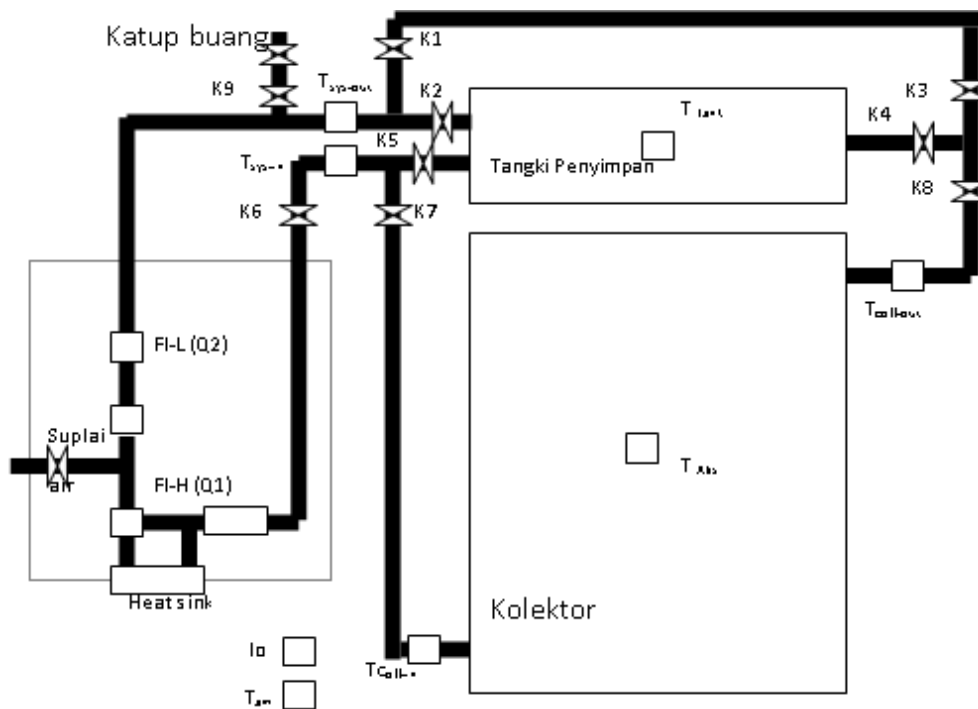
Kualitas unit PATS bergantung pada keandalan fisik dan kemampuan termal sistem seperti kemampuan menyerap panas, kemampuan menyimpan panas, komponen kolektor termal surya, komponen tangki air, rendahnya rugi-rugi panas kedua komponen tersebut dan kemampuan responsif pemanas tambahan.

Berikut ini disajikan hasil pengujian satu unit PATS sebuah produk domestik. PATS yang diuji berkapasitas 180 liter air dengan luas kolektor 1.973 m^2 , serta pemanas tambahan 1000 W. Prosedur pengujian PATS dan persyaratan mutunya mengacu pada aturan SNI 04-3021-1992 [3].

Sistem pemanas air tenaga matahari, secara garis besar dapat dibagi menjadi tiga bagian utama yaitu: Pengumpul surya (Solar collector) yang menerima dan mengkonversikan atau mentransfer energi radiasi matahari menjadi energi thermal pada fluida kerja sistem saluran fluida kerja atau pipa pengalir, yaitu bagian yang menghubungkan pengumpul dengan penyimpan, tangki penyimpanan fluida yaitu bagian yang menyimpan dan menampung air panas [4].

Analisa pada kolektor surya ini bertujuan untuk menentukan kemampuan dan peforma sistem kolektor surya untuk menyerap panas matahari dalam menghasilkan air panas. Pengujian dan analisa ini juga bertujuan untuk mengetahui efisiensi kolektor surya, karena efisiensi kolektor surya merupakan satu bagian penting dalam sistem PATS untuk menentukan perolehan kalor yang mempengaruhi kinerja sistem keseluruhan.

2. METODE



Gambar 1. Skema pengujian PATS.

Berdasarkan Gambar 1, maka berikut adalah metode yang saya gunakan dalam pengujian. Pengujian kualitas unit PATS terdiri dari 3 sub pengujian, yaitu : Pengujian keandalan fisik komponen PATS, uji efisiensi kolektor, dan pengujian kemampuan termal unit PATS. Uji keandalan fisik tak dibicarakan di sini karena dinilai lebih bersifat kualitatif. Skema rangkaian uji mutu PATS diberikan pada Gambar 1. Kemiringan kolektor 15° agar radiasi tegak lurus bidang kolektor, sedangkan variabel yang diukur dalam pengujian ini diberikan dalam Tabel 1. Sensor *flow* terdiri dari dua unit dengan rentang berbeda. Peralatan ini sudah terpasang dan mampu mendukung pengujian dengan kapasitas sampel uji yang lebih besar. *Thermo-switch* digunakan untuk mengalirkan sebagian fluida ke *heat-sink*, berfungsi untuk membuang sebagian panas sehingga temperatur fluida yang masuk ke kolektor dapat diatur relatif konstan

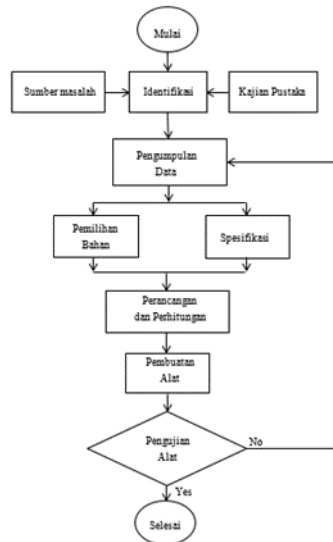
Tabel 1. Parameter yang diukur

No.	Variabel Ukur	Deskripsi	Satuan
2	$T_{coll-in}$	Temperatur air masuk kolektor	40°C,45°C,dan 50°C
3	$T_{coll-out}$	Temperatur air keluar kolektor	Temperatur Tentatif serta fluktuatif tergantung kondisi cuaca (°C)
6	T_{abs}	Temperatur permukaan absorber kolektor	Temperatur Tentatif serta fluktuatif tergantung kondisi cuaca (°C)
6	T_{abs}	Temperatur permukaan absorber kolektor	Temperatur Tentatif serta fluktuatif tergantung kondisi cuaca (°C)
7	T_{amb}	Temperatur udara lingkungan	Temperatur Tentatif serta fluktuatif tergantung kondisi cuaca (°C)
8	I_o	Radiasi matahari tegaklurus bidang kolektor	630 W/m ²

Parameter yang digunakan diukur dalam hitungan hari, dimulai dari hari Selasa sampai Hari Jum'at pukul 10.00 WIB sampai 17.30 WIB. Kajian Pustaka didapatkan dengan mencari referensi tinjauan pustaka melalui Jurnal Ilmiah Teknologi Energi, Vol.1, No.1, Agustus 2005 [1], dan data di internet berupa kerapatan daya rata-rata energi surya yang memasuki atmosfer bumi, banyaknya daya energi surya yang diserap oleh permukaan bumi dan banyaknya daya dari energi surya yang dapat dibangkitkan atau dimanfaatkan di dataran Indonesia [2]. Terakhir, data penelitian yang diperoleh berasal dari Solar Water Heater atau Pemanas Air Tenaga Surya (PATS) yang dimodifikasi jarak antara Absorber dengan kaca bagian dalamnya menjadi 40 mm untuk mengetahui kemampuan peforma PATS dalam menyerap panas dari kalor matahari.

3. ANALISIS PENGUJIAN KOLEKTOR SURYA

Analisis yang dilakukan terfokus terhadap peforma dari kolektor surya yang di dalamnya terdapat pipa absorber yang terbuat dari tembaga. Kolektor surya yang diteliti sesuai dengan variasi jarak antara absorber dengan kaca bagian dalam serta peforma dari kolektor surya standar Pabrik Pemanas Air Tenaga Surya (PATS), Cileungsi.



Gambar 2. Diagram Alir metode pengujian peforma PATS

Metode Pegujian

1. Waktu Pengujian selam 4 hari dari Hari Selasa sampai Jum'at dari Pukul 10.00 WIB sampai 17.30 WIB dengan kondisi cuaca cerah dan mendung.
2. Alat Ukur menggunakan Thermocouple sensor yang terhubung dengan software perekam data di Personal Computer.

Alat Ukur

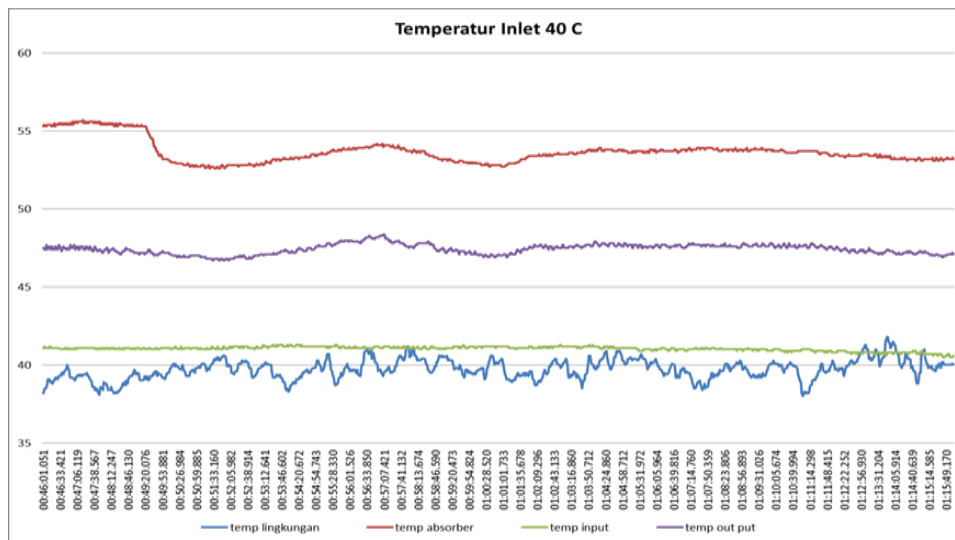
Alat Ukur menggunakan Thermocouple sensor yang terhubung dengan software perekam data di Personal Computer. Berdasarkan gambar 1 berikut metode yang digunakan dalam pengujian peforma dari Pemanas Air Tenaga Surya (PATS) yang telah dimodifikasi dengan menaikkan jarak absorber ke kaca sebesar 4 mm. Berdasarkan sumber masalah dan kajian pustaka, maka identifikasi masalah pada pengujian uji peforma kolektor PATS adalah untuk mengetahui nilai efisiesi pada PATS dalam meyerap energi panas atau kalor yang dapat diserap oleh PATS untuk memanaskan air di pipa tembaga absorber. Sumber masalah diperoleh melalui observasi produk PATS di pabrik PT Wijaya Karya Industri Energi, berupa proses pengerjaan modifikasi komponen-komponen PATS seperti, memodifikasi *stopper*, *klem*, dan *Polyurethane* (insulin/isolator) sebagai komponen-komponen penunjang PATS , sehingga jarak antara absorber dan kaca dapat dinaikkan sebesar 4 mm sesuai kebutuhan penelitian. Kajian pustaka diperoleh dengan mencari tinjauan pustaka melalui *Jurnal Ilmiah Energi, Vol.1, No1, Agustus 2005* yang merupakan jurnal yang diterbitkan oleh BPPT sebagai standar acuan untuk uji peformas PATS (1). Selanjutnya dilakukan pengumpulan data. Pengumpulan data didapat berupa nilai Perbedaan suhu (dT), nilai Efisiensi sesaat kolektor, nilai Efisiensi

harian, nilai Energi guna yang dikumpulkan kolektor (Watt) dan akumulasinya Q (dalam satuan Joule) , Laju massa (kg/det), densitas fluida air (kg/m³), nilai faktor rugi-rugi termal, nilai radiasi surya (Watt/m²), Luas kolektor, efisiensi pada absorber serta kapasitas fluida (J/kg°C) , nilai-nilai tersebut diperoleh dari T_{in} dan T_{out} yang didapat dari hasil pengujian kolektor PATS dengan cara mengalirkan air yang temperaturnya sudah terkontrol di Water Heat Pump, yaitu temperatur 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, dan 60°C yang merupakan daerah temperatur stasioner, dengan suplai air dari Water Heat Pump yang masuk dari lubang Tin dan Tout absorber PATS adalah laju aliran air turbulen, untuk kasus PATS ini direkomendasikan sekitar 2 – 2.5 liter/menit (minimal 0.0136kg/(det.m²)). Disepakati

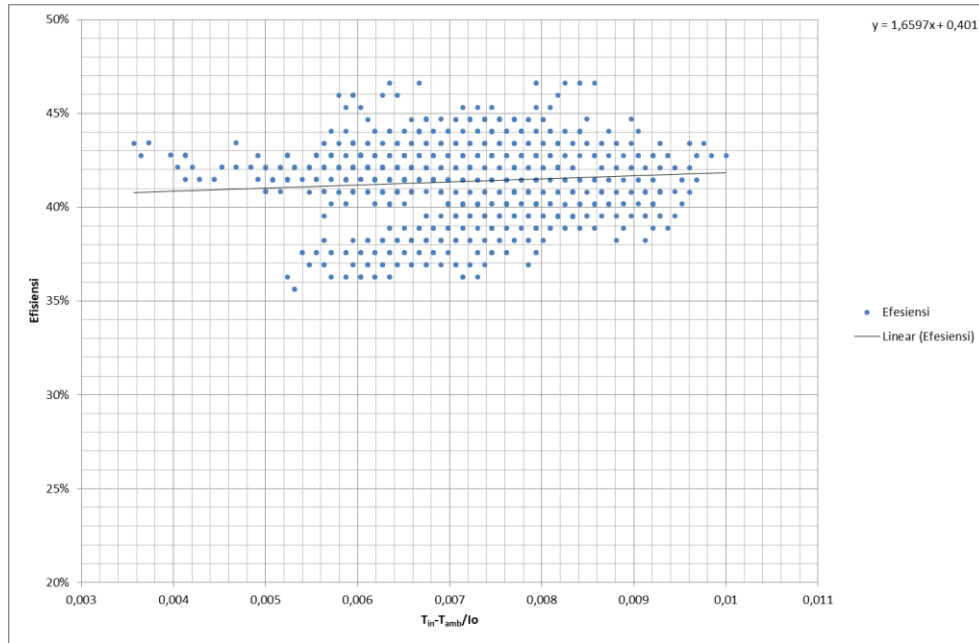
Disepakati bahwa untuk mengetahui hubungan nilai rugi-rugi termal kolektor terhadap efisiensi absorber ($U_{ic}F_p$) dapat ditentukan dengan membuat grafik hubungan antara Efisiensi sesaat (disumbu y) terhadap (T_{avg} Kolektor- $T_{Lingkungan}/I_o$) untuk tiap sample berbentuk linier, persamaan $y = a - bx$, dimana b adalah $U_{ic}F_p$. Dalam uji peforma ini, spesifikasi panel yang diuji adalah panel tipe LXC 150 (Panel A SC 200 LA) . Terakhir adalah proses perakitan (assembly) dan pengujian alat. Perakitan alat yang telah dimodifikasi dan pengujian dilakukan di pabrik Industri pembuatan PATS. Untuk mendapatkan data temperatur stasioner sebesar 40°C, 45°C, 50°C, 55°C, 60°C, data ini diambil setiap 10 menit sekali untuk satu data pengujian per detik,

Data Pengujian

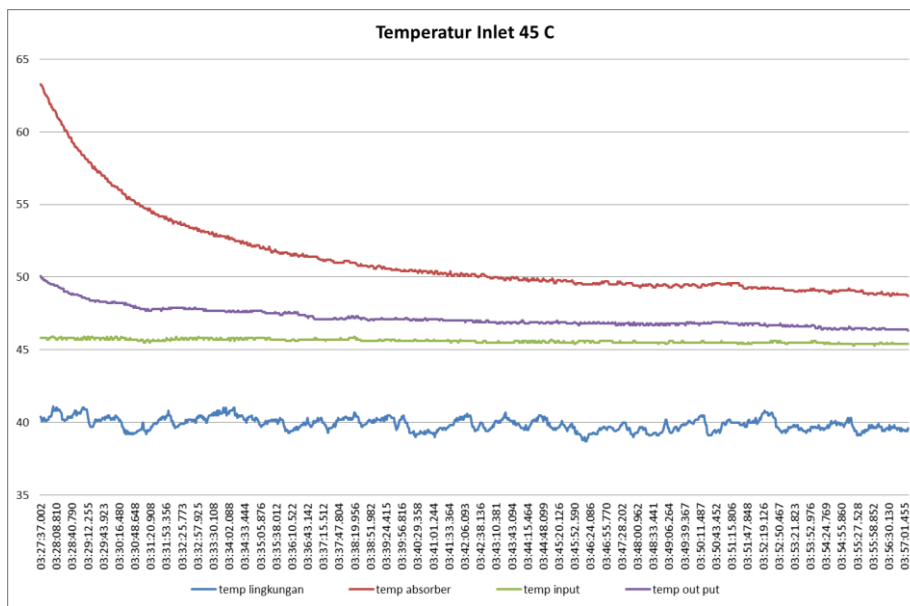
Data pengujian didapatkan dari Temperatur 40°C dan 50°C yang merupakan temperatur stasioner. Data pengujian ini memiliki kurang lebih 1000 data pada masing-masing Temperatur yang direkam setiap detik melalui Software di Personal Computer selama 10 menit, untuk mengetahui satu data Temperatur penelitian, data-data temperatur tersebut diolah dengan Microsoft Excell sesuai dengan Formula yang digunakan untuk pengolahan data yang terdiri dari 5.000 data, maka dari itu hasil perhitungan ditampilkan dengan grafik Temperatur dan Efisiensi. Hasil data ini di formulasikan dengan menghitung Efisiensi sesaat kolektor, faktor transmisi kaca pada kolektor, luas kolektor (A_c), Efisiensi Absorber (F_p), radiasi surya dalam Watt/m² (I_o), faktor rugi-rugi termal kolektor dalam W/m²K (U_{ic}), Efisiensi harian, Watt (W_u) energi guna yang dikumpulkan kolektor dan akumulasinya Q_u (dalam satuan Joule), Laju massa (kg/det), laju aliran (liter/menit), data-data temperatur ini disajikan dengan menggunakan gambar grafik Temperatur dan Efisiensi untuk menunjukkan hasil pengolahan data dari Microsoft Excel



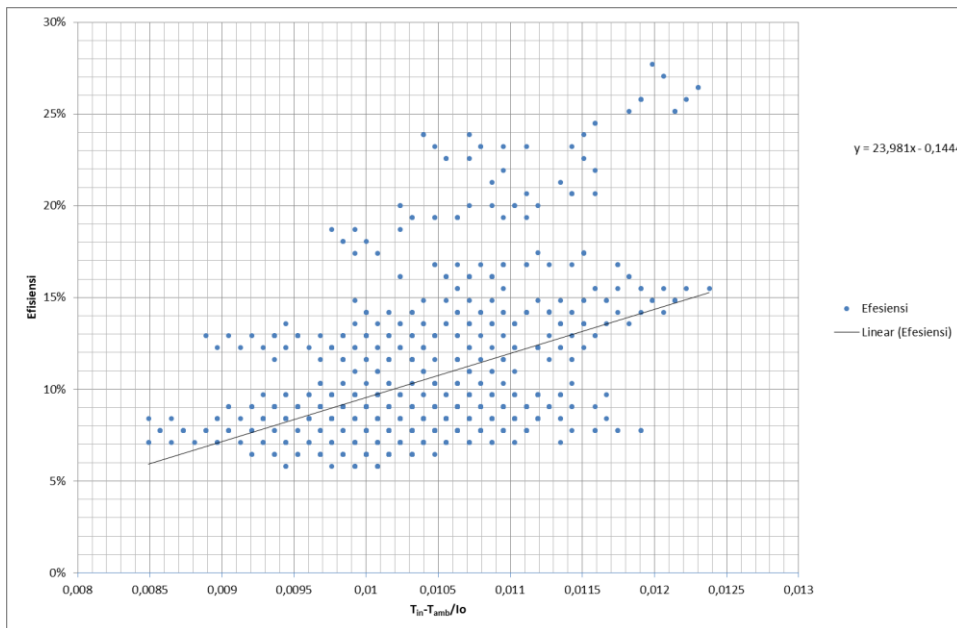
Gambar 3. Grafik Temperatur 40°C



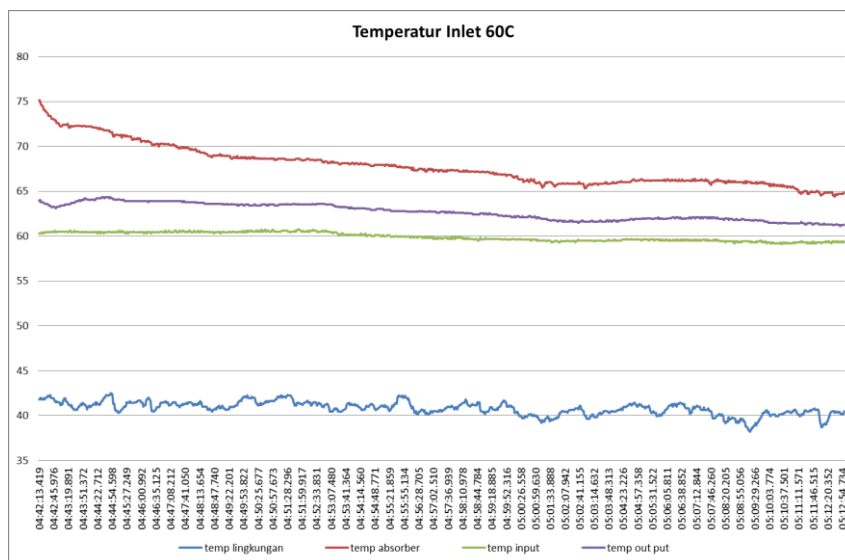
Gambar 4. Grafik Efisiensi Temperatur 40°C



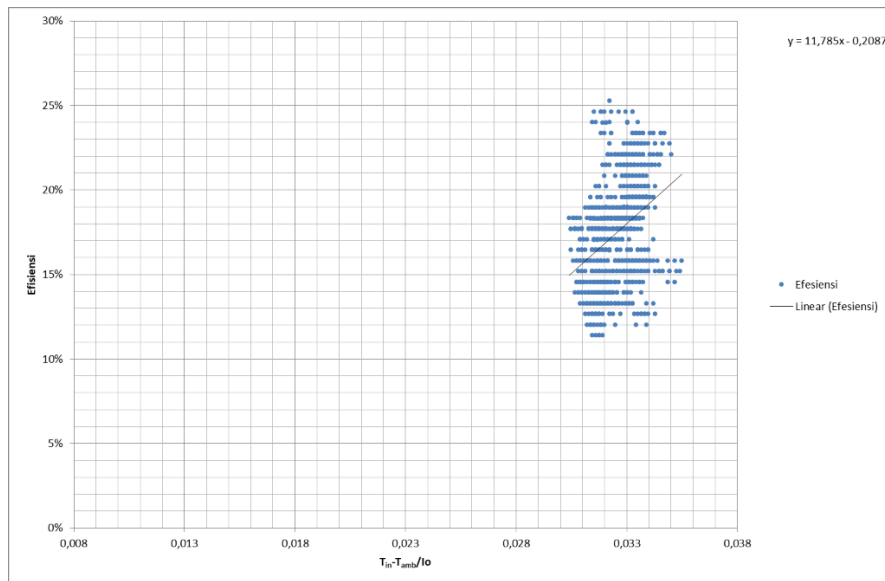
Gambar 5. Grafik Temperatur 45°C



Gambar 6. Grafik Efisiensi 45°C



Gambar 7. Temperatur 60°C



Gambar 8. Efisiensi 60°C

4. KESIMPULAN

Efisiensi kolektor surya merupakan satu bagian penting dalam sistem PATS, karena menentukan perolehan kalor yang mempengaruhi kinerja sistem keseluruhan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Wijaya Karya Industri Energi atas dukungannya pada penelitian ini.

REFERENSI

1. Wirawan, Made., dan Rudy Sutanto. 2011. Analisa Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Dengan Absorber Pasir. Vol. 1(2).
2. Sudrajat SE., dan Irfan Santosa. 2014. Perancangan Solar Water Heater Jenis Plat Datar Temperatur Medium Untuk Aplikasi Penghangat Air Mandi. *Jurnal Ilmiah Teknologi Energi*. 1(1): 34-45.
3. Fachrizal, Noor., dan Rivai Mustafa. 2005. Pengujian Kapasitas Tangki Penyimpanan Kalor dan Efisiensi Kolektor Pada Pemanas Air Tenaga Surya. *Jurnal Teknologi*. 7(2): 118-127.
4. Sutrisno., dan Mustafa. 2014. Analisis Kolektor Sederhana Bergelombang Dengan Penambahan Reflektor Terhadap Kinerja Solar Water Heater. *Agri-tek*. 15(2): 86-93.