

ANALISIS PERBANDINGAN UNJUK KERJA PEMANAS AIR TENAGA SURYA TIPE PLAT DATAR DENGAN SISTEM *SINGLE* DAN *DOUBLE CUTOFF*

Ivan Budiman, I Made Kartika dan Abrar Riza

Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Tarumanagara, Jakarta, 2016

e-mail: Budimanivan15@gmail.com

Abstract: Warm water is needed by human being to take a bath, wash their clothes, their dishes etc. By the photothermal conversion, the solar energy can be used to heat the water. Flat solar collector is a tool which is used to capture energy of the sun radiation then convert it into heat to heat up water in collector's pipes. The number of glass cover used effects the performance and efficiency of the collector. From this research, it is found that the efficiency of the collector is better when the cover used are two glasses than one glasses. The temperature difference of incoming and outgoing water in the collector using two glasses 15°C higher than that of one glass.

Keywords: renewable energy, sun collector, photothermal conversion, water

Abstrak: Air panas dibutuhkan manusia untuk berbagai keperluan seperti untuk mandi, mencuci baju, piring dan lain sebagainya. Dengan konversi fotothermal, maka energi panas matahari dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air. Sebuah kolektor surya plat datar digunakan untuk memerangkap energi panas matahari dan panasnya diteruskan ke pipa-pipa yang berisi air sehingga terjadi peningkatan suhu dari air yang berada di dalam pipa tersebut. Jumlah kaca penutup dari kolektor mempengaruhi unjuk kerja dari kolektor. Secara umum diperoleh hasil bahwa dengan menggunakan dua buah kaca penutup diperoleh efisiensi yang lebih baik dibandingkan hanya menggunakan satu kaca. Perbedaan suhu antara air keluar kolektor dan yang masuk ke kolektor dengan dua kaca penutup bisa lebih tinggi hingga sekitar 15°C dibandingkan kolektor dengan satu kaca penutup.

Kata Kunci: energi tak habis pakai, kolektor panas matahari, konversi photothermal, pemanas air.

PENDAHULUAN

Pada zaman ini air panas dibutuhkan oleh masyarakat luas, misalnya untuk mandi ataupun mencuci barang yang berlemak akan lebih mudah melarutkannya dalam sabun dengan menggunakan air hangat dibandingkan dengan air dingin. Pada umumnya air panas diperoleh dengan cara memasak air dengan menggunakan bahan bakar. Perlu diketahui penggunaan bahan bakar, yang umumnya adalah bahan bakar fosil akan menimbulkan polusi udara, yaitu terbentuknya CO, NO_x SO₃ dan lain-lain. Selain itu bahan bakar jenis ini merupakan sumber energi yang tak dapat diperbarui sehingga suatu saat akan habis sehingga perlu dicari sumber energi alternatif.

Untuk menghindari terbentuknya lebih banyak polutan, sejalan dengan penerapan ISO 9000 yang sejak tahun 1994 muncul dengan standarisasi di bidang lingkungan hidup, EMAS (Eco-Management and Audit Scheme) di Uni Eropa serta padanannya ISO 14000, maka salah satu solusinya adalah penggunaan peralatan penyerap energi matahari untuk memanaskan air. Indonesia yang terletak di daerah tropis ini sebenarnya memiliki suatu keuntungan cukup besar yaitu menerima sinar matahari yang berkesinambungan sepanjang tahun. Sayangnya energi tersebut kelihatannya dibiarkan terbuang percuma untuk keperluan alamiah saja. Tidak seperti halnya negara maju, yang giat meneliti pemanfaatan energi tersebut untuk kepentingan manusia, misalnya pemakaian sel fotovoltaik yang nantinya energi listrik yang diperoleh dapat digunakan untuk penggerak mobil, satelit, hubungan komunikasi ataupun disimpan di dalam sel-sel penyimpan.

Bagi negara berkembang, perlu diakui bahwa keterbatasan dana memang merupakan hambatan yang cukup penting. Untuk itu maka pemanfaatan energi matahari ini dapat dimulai dari yang sederhana yaitu menangkap energi yang berupa gelombang elektromagnetik itu dengan plat datar yang kemudian diteruskan ke pipa-pipa yang berisi air. Akibat thermosiphon circulation atau sirkulasi gravitasi maka air yang telah panas akan terdorong naik ke drum penyimpanan dan tempatnya terisi oleh air yang masih relatif lebih dingin.

ALAT-ALAT PENELITIAN

Pemanas Air Tenaga Surya



Gambar 1. Skema Pemanas Air Tenaga Surya

Pada sistem pemanas air tenaga surya ini dapat dibagi menjadi tiga unit fungsional, yaitu :

- Kolektor surya
- Reservoir air panas
- Pipa-pipa sirkulasi

Kolektor surya berfungsi untuk mengumpulkan radiasi matahari dan mengubahnya menjadi energi panas yang kemudian diteruskan ke fluida yang berada di dalam pipa-pipa kolektor. Pada kolektor surya ini diletakkan 22 buah pipa pada jarak yang sama, yaitu: 4 cm, dimana pipa-pipa itu berhubungan dengan penyimpan air melalui selang. Plat penyerap radiasi matahari tersebut terbuat dari plat tembaga dengan ukuran 1,1m x 1m dan tebal 5mm. Sedangkan pipa-pipa tempat mengalir air yang akan dipanaskan terbuat dari bahan tembaga dengan diameter 0,5 inch dan panjangnya masing-masing 90cm x 90cm. Jarak antar pipa 40 mm.

Penghubung antara pemanas air tenaga surya dengan *torrent* (penampungan air) menggunakan selang berserat yang tahan terhadap air panas dengan diameter 0,5 inch. Sebagai kaca penutup (*cutoff*) dipilih jenis kaca plat polos dengan tebal 5mm. Untuk mencegah kerugian aliran panas di dalam kolektor maka digunakan insulator dengan panjang 1,1m, lebar 1m, dan tebal 1,5 cm.

Thermometer Suhu

Digunakan untuk mengukur suhu udara sekitar kolektor (suhu *ambient*).

Thermocouple

Merupakan alat yang digunakan untuk mengukur temperatur air pada *torrent* bagian atas (*output*) sebagai air keluar dari kolektor ke *torrent* dan bawah (*input*) sebagai air masuk ke kolektor dari *torrent*, serta pada empat titik yang berbeda pada kolektor. Jenis yang digunakan adalah tipe K yang berkemampuan mengukur suhu dari 0 - 400°C.

Thermocontrol

Merupakan pasangan dari *thermocouple* yang berfungsi untuk mengkonversikan tegangan yang dihasilkan *thermocouple* setelah dipanaskan hingga suhu tertentu menjadi angka, sehingga terlihatlah angka yang menunjukkan temperatur hasil pengukuran. Merek yang digunakan adalah *FORT FT-C400* yang mampu membaca suhu dari 0 - 400°C.

Thermometer Suhu Tembak

Alat ini digunakan untuk mengukur suhu pada benda dengan jarak tertentu. Dilengkapi dengan inframerah maka dapat dilihat titik mana yang diukur dengan menggunakan alat ini. Merek alat yang digunakan adalah tipe DT-8500H yang dapat mengukur suhu dari 0 - 550°C.

TEORI DASAR

Energi panas yang dipancarkan oleh matahari dapat dimanfaatkan untuk memanaskan air dengan bantuan sebuah kolektor pemanas. Dengan didasari oleh teori efek rumah kaca (*greenhouse effect*), maka efektifitas pengumpulan panas dapat ditingkatkan. Sedangkan untuk memanaskan air dalam tangki penyimpanan (*torrent*) dapat memanfaatkan efek termosiphon.

Prinsip dasar untuk menghitung efisiensi kolektor ini adalah dengan membandingkan besar kenaikan temperatur fluida yang mengalir dalam kolektor dengan intensitas cahaya matahari yang diterima kolektor. Laju perpindahan panas konduksi dapat dinyatakan dengan:

$$q = -K A \left(\frac{dT}{dx} \right)$$

Dimana

- q : Laju perpindahan panas (watt)
- K : Konduktifitas Termal (W/m.K)
- A : Luas Penampang yang terletak pada aliran panas (m²)
- dT/dx : Gradien Temperatur dalam arah aliran panas (-k/m)

Laju perpindahan panas dapat dinyatakan dengan hukum persamaan pendinginan:

$$q = h A (T_w - T)$$

Dimana

- h : Koefisien konveksi (w/m².K)
- A : Luas permukaan kolektor surya (m²)
- T_w : Temperatur dinding (K)
- T : Temperatur Fluida (K)
- q : Laju perpindahan panas (watt)

Kapasitas kalor diartikan sebagai banyaknya kalor yang diserap oleh suatu benda bermassa tertentu untuk menaikkan suhu sebesar 1^oC. Satuan kapasitas kalor dalam sistem Internasional yaitu J/K. Untuk mengetahui banyaknya kalor yang dilepas atau diterima oleh suatu zat digunakan persamaan:

$$Q = m . C_p . dT$$

Dimana

- Q : Kalor (Joule)
- m : massa (Kg)
- C_p : Kalor spesifik (J/kg.K)
- dT : Perbedaan suhu (K)

PROSEDUR PENGUJIAN

Pengujian dilakukan di halaman depan rumah mulai tanggal 1 Juni 2016 sampai dengan 5 Juni 2016. Separuh waktu yang pertama digunakan untuk melakukan pengujian dengan kolektor yang hanya menggunakan satu kaca penutup dan pada paruh waktu yang kedua digunakan untuk melakukan percobaan dengan dua buah kaca penutup.

Adapun prosedur percobaan, baik dengan penutup satu ataupun dua buah kaca penutup adalah sebagai berikut :

- Pemanas air tenaga surya diletakan dengan kemiringan 15 derajat terhadap bidang horizontal dan menghadap ke Tenggara.
- Waktu pengukuran dimulai pukul 09.00 hingga 15.00 WIB
- Selang waktu pengukuran 60 menit.
- Untuk mengetahui kenaikan suhu pada alat pemanas air, maka ditempatkan thermocouple di beberapa titik pada alat pemanas air.
- Percobaan dilakukan selama 5 hari, hari pertama dilakukan percobaan alat guna untuk memperbaiki sistem dari alat jika ada yang tidak berjalan dengan sempurna (*trial & error*). Dua hari setelahnya dilakukan percobaan untuk satu kaca penutup dan dua hari terakhir dilakukan percobaan untuk dua kaca penutup.

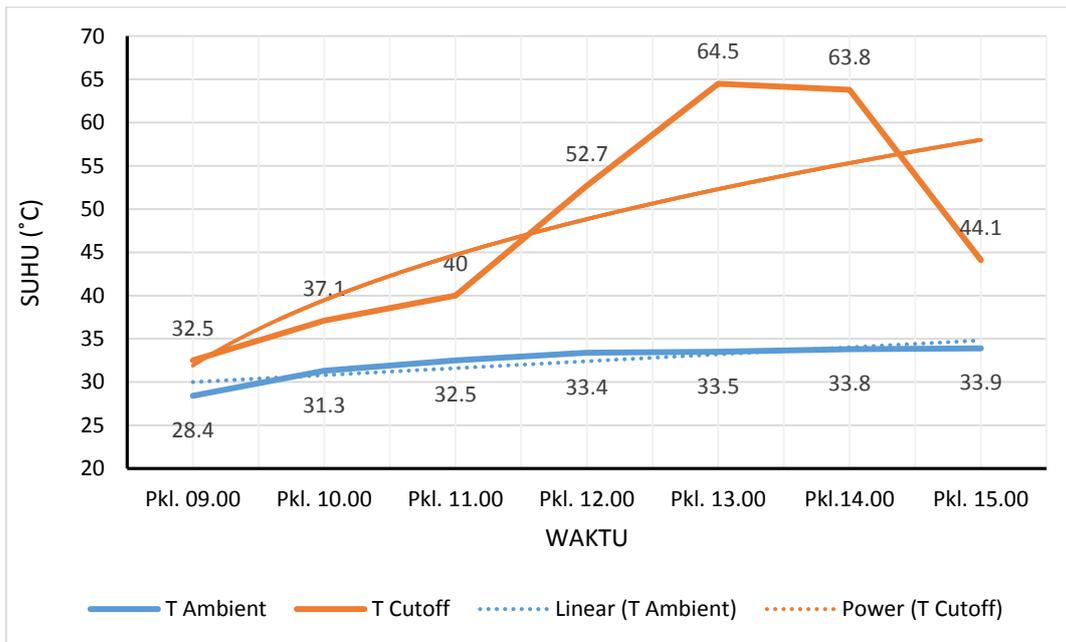
HASIL PERCOBAAN DAN ANALISIS

Pada tanggal 1 Juni dilakukan percobaan dengan menggunakan satu kaca penutup guna untuk mengetahui kekurangan dan kegagalan pada sistem (*trial & error*). Setelah semua sistem telah berjalan sesuai dengan seharusnya, pada tanggal 2 Juni hingga 3 Juni, dilakukan percobaan menggunakan satu kaca penutup, kemudian pada tanggal 4 Juni hingga 5 Juni dilakukan percobaan dengan dua kaca penutup kolektor. Dengan demikian data yang bertuliskan tanggal 2 hingga 3 Juni merupakan data kolektor dengan menggunakan satu kaca penutup dan yang bertuliskan 4 hingga 5 Juni merupakan data kolektor dengan menggunakan dua kaca.

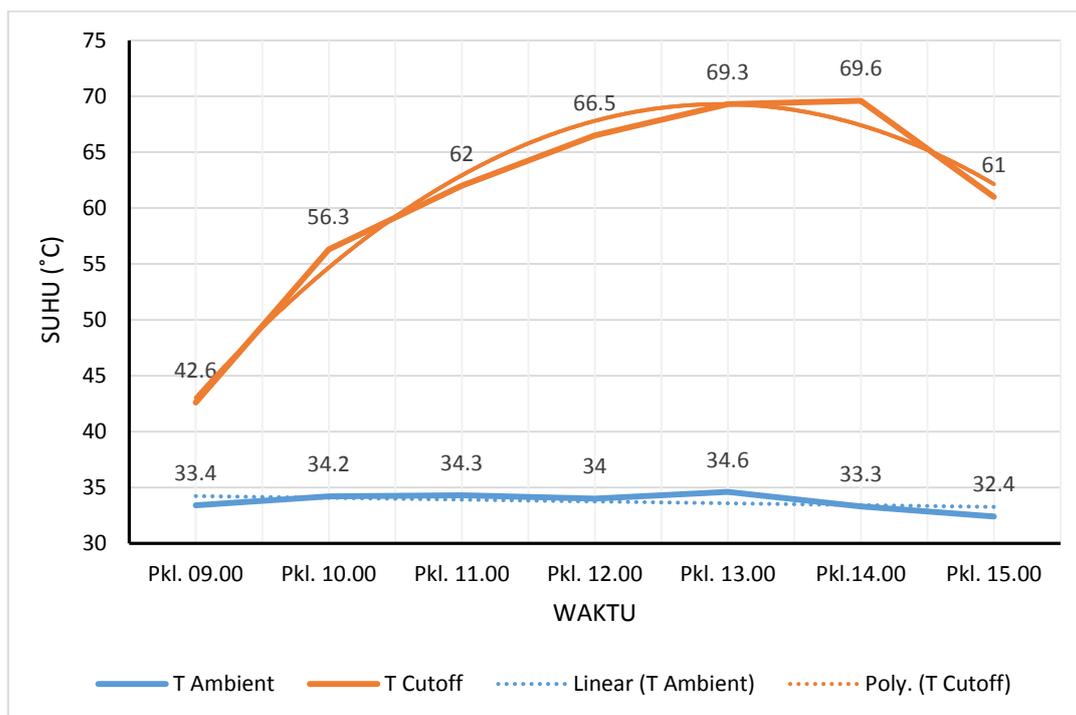
Pada umumnya, pada saat awal mula, suhu air lebih rendah dari pada suhu udara di sekelilingnya. Kemudian setelah matahari bersinar maka suhu air akan meningkat perlahan-lahan. Data yang diambil mulai dari jam 09.00 WIB sebagai data awal acuan.

Penggunaan kaca pada kolektor surya sangat berpengaruh dalam peningkatan suhu dari suhu udara sekitar. Pada percobaan tanggal 3 Juni 2016 dengan menggunakan satu kaca penutup terlihat bahwa perbedaan peningkatan suhu pada ruang kaca dengan suhu udara sekitar (*ambient*) mencapai 4,1°C pada pukul 09.00 WIB kemudian terus meningkat hingga mencapai 31°C pada pukul 13.00 WIB dan turun hingga mencapai 10,2°C pada pukul 15.00 WIB. Penggunaan dua kaca penutup mendapatkan kenaikan suhu lebih tinggi dibandingkan dengan satu kaca penutup. Pada percobaan tanggal 4 Juni 2016 terlihat perbedaan suhu yang cukup tinggi mencapai 9,2°C pada pukul 09.00 WIB kemudian terus meningkat hingga mencapai 36,3°C pada pukul 14.00 WIB dan akhirnya turun hingga mencapai 28,6°C pada pukul 15.00 WIB.

Perbedaan penggunaan kaca penutup tersebut mempengaruhi suhu air yang keluar dari kolektor pemanas air. Untuk melihat perbedaan ujuk kerja dari kedua jenis kolektor ini maka dapat dilihat pada tanggal 3 Juni 2016 (satu kaca) dan 4 Juni 2016 (dua kaca) yang menampilkan perbedaan suhu air keluar dari kolektor. Perbedaan selisih temperatur dari penggunaan satu kaca dan dua kaca pada pukul 10.00 WIB masih sekitar 5°C saja kemudian naik menjadi 10°C pada pukul 11.00 WIB dengan selang waktu pengambilan data selama 60 menit dan terus naik hingga perbedaan suhu mencapai 13°C pada pukul 12.00 WIB. Sesudah itu perbedaan suhu antar dua kolektor terus menurun dari 11,9°C pada pukul 13.00 WIB, kemudian kembali lagi menjadi 5°C pada pukul 14.00 WIB sampai akhirnya hanya berbeda 3,5°C pada pukul 15.00 WIB.



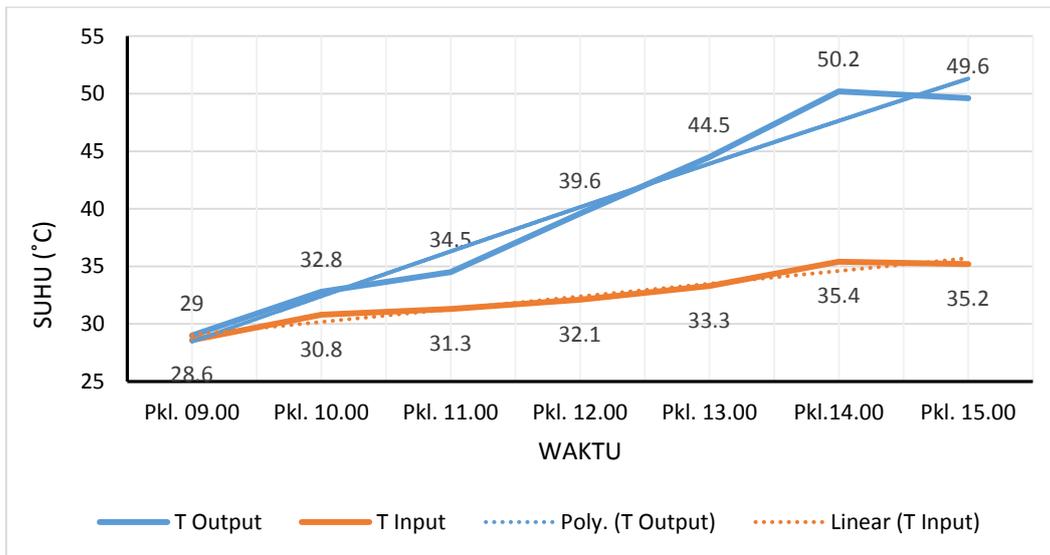
Gambar 2. Perbandingan suhu *ambient* dengan *cutoff* Jumat, 3 Juni 2016



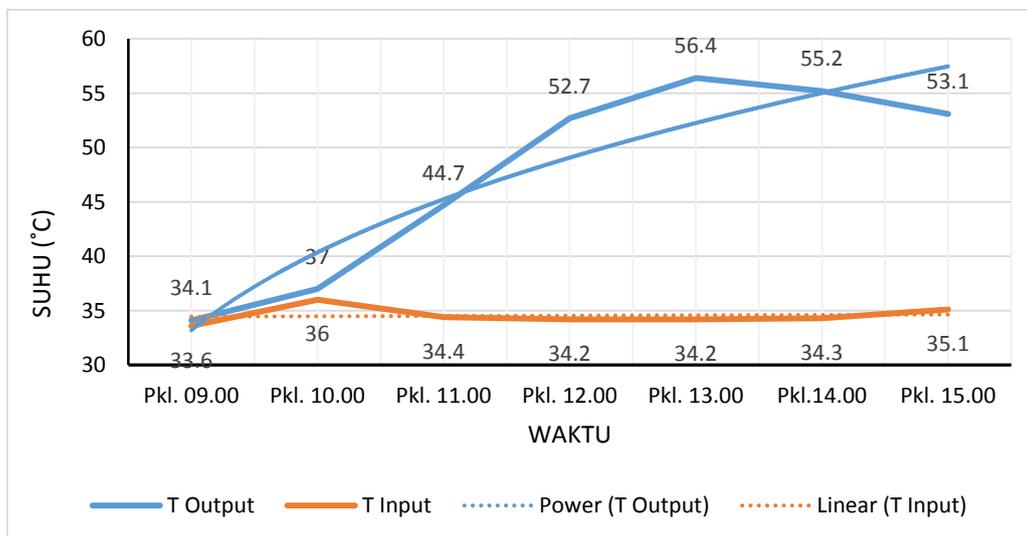
Gambar 3. Perbandingan suhu *ambient* dengan *cutoff* Sabtu, 4 Juni 2016

Yang cukup menarik dari hasil percobaan ini adalah suhu air keluar kolektor yang menggunakan dengan dua buah kaca penutup cepat meningkat dan mengungguli suhu keluar dari kolektor dengan sebuah kaca penutup. Tetapi suhu keluar ini kemudian mengecil mulai dari jam 14.00 WIB seiring dengan mulai menurunnya cahaya matahari.

Perbandingan kenaikan suhu air *torrent* terlihat tidak jauh berbeda, paling tinggi untuk kolektor dengan satu kaca penutup terjadi pada hari kamis, 2 Juni 2016 pada pukul 12.00 WIB yaitu 20.9°C dan untuk dua kaca penutup hanya berselisih 1,3°C, terjadi pada hari Jumat, 3 Juni 2016 pada pukul 13.00 WIB yaitu : 22,2°C.

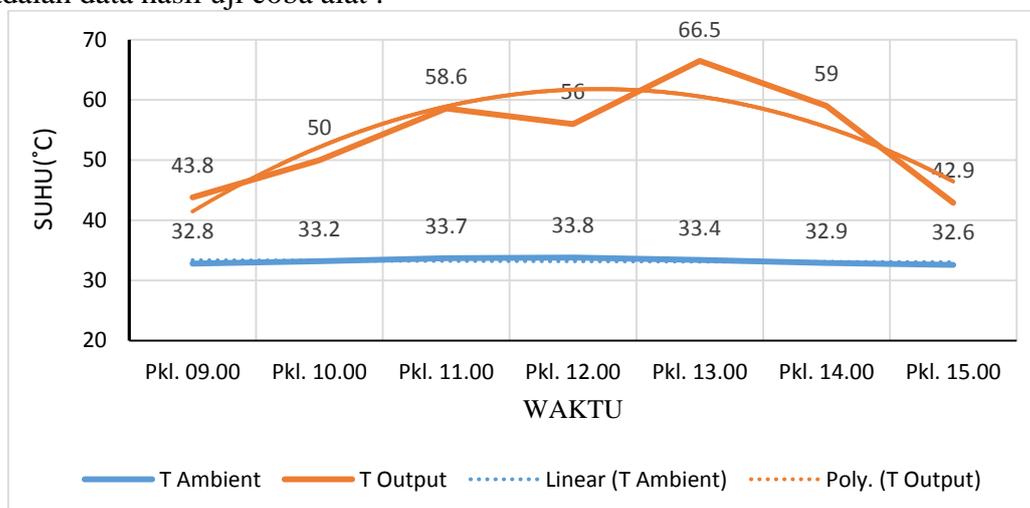


Gambar 4. Perbandingan suhu input dengan *output* Jumat, 3 Juni 2016

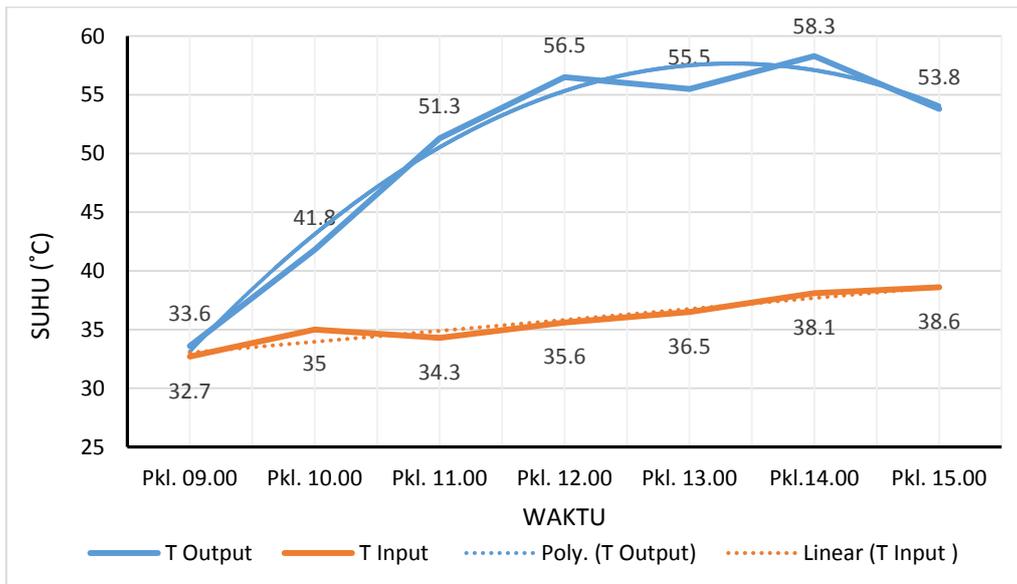


Gambar 5. Perbandingan suhu *input* dengan *output* Sabtu, 4 Juni 2016

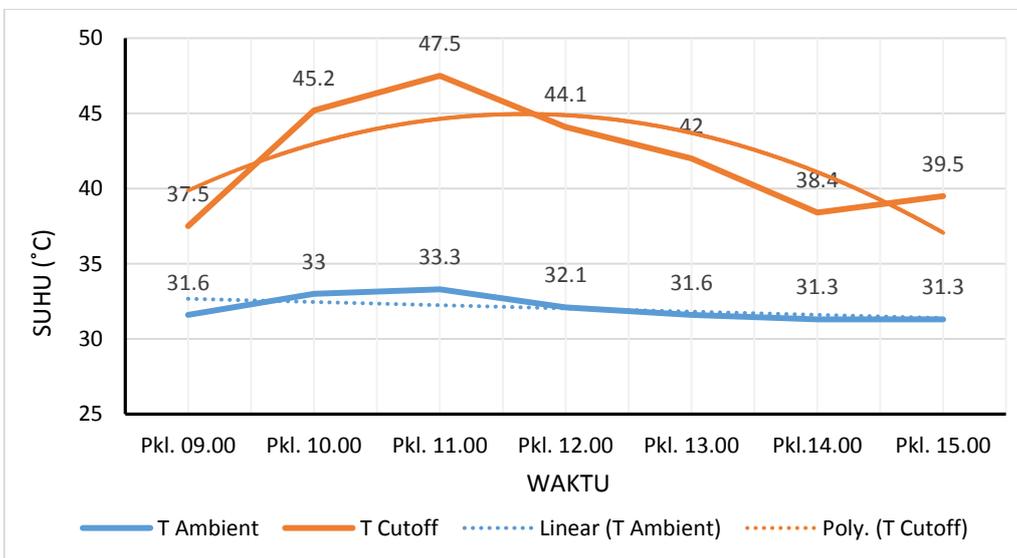
Berikut adalah data hasil uji coba alat :



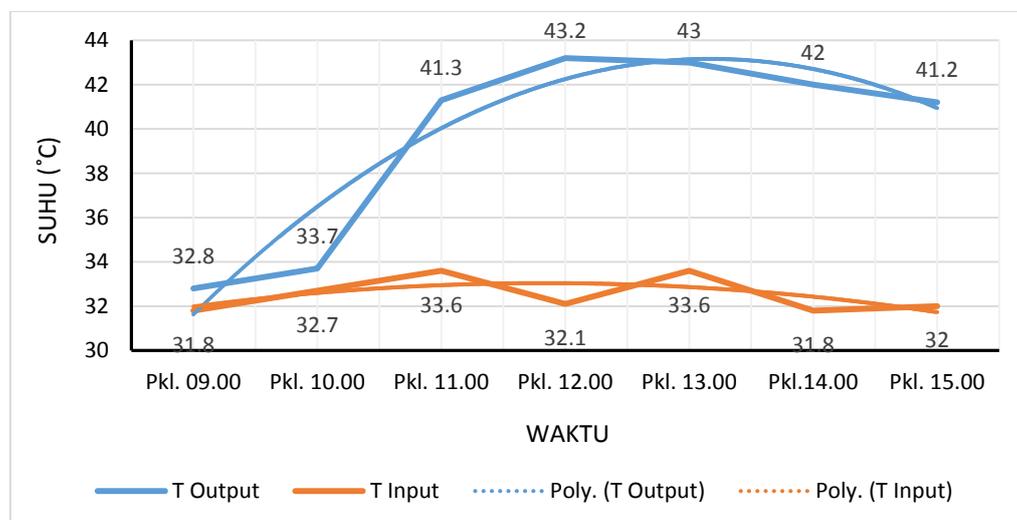
Gambar 6. Perbandingan suhu *ambient* dengan *cutoff* Kamis, 2 Juni 2016



Gambar 7. Perbandingan suhu *input* dengan *output* Kamis, 2 Juni 2016

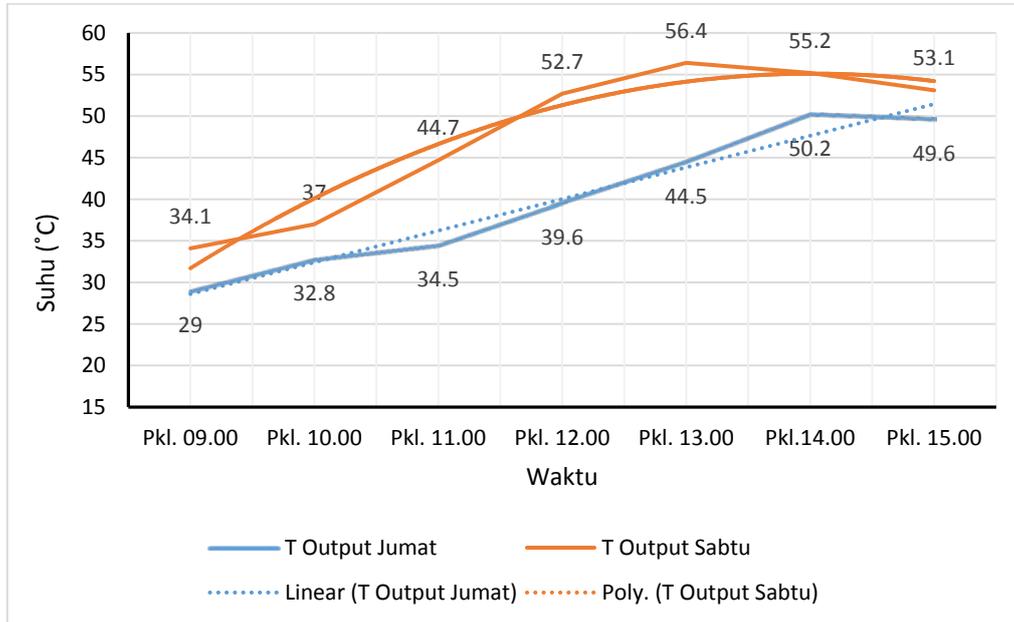


Gambar 8. Perbandingan suhu *ambient* dengan *cutoff* Minggu, 5 Juni 2016

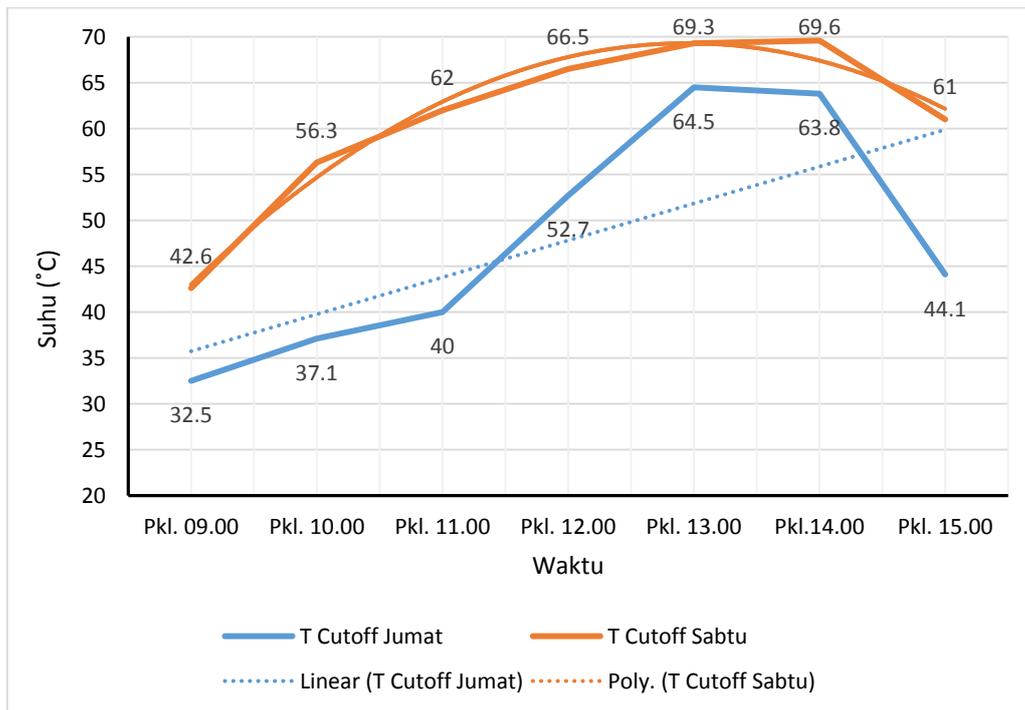


Gambar 9. Perbandingan suhu *input* dengan *output* Minggu, 5 Juni 2016.

Kolektor dengan menggunakan dua kaca penutup menghasilkan suhu keluaran dan suhu antar kaca yang lebih tinggi dibandingkan dengan satu kaca penutup. Hal ini dapat dilihat pada grafik perbandingan suhu keluaran hasil uji coba hari Jumat dan Sabtu.



Gambar 10. Perbandingan suhu *Output* Jumat dan Sabtu



Gambar 11. Perbandingan suhu *cutoff* Jumat dan Sabtu

Percobaan yang dilakukan dalam penelitian ini, yaitu kolektor dengan satu kaca penutup dan kolektor dengan dua kaca penutup menunjukkan hasil yang sesuai dengan teori dan hasil-hasil percobaan yang terdahulu. Dapat disimpulkan bahwa alat peraga kolektor surya yang dibuat dapat berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk keperluan sehari-hari.

KESIMPULAN DAN SARAN

Setelah melakukan percobaan, perhitungan dan analisis mengenai perbandingan pemanas air tenaga surya tipe plat datar dengan sistem *single* dan *double cutoff* dapat disimpulkan bahwa :

1. Pemanas air tenaga surya tipe plat datar berhasil dan dapat memanaskan air hingga mencapai suhu mendekati 60°C. Dengan suhu maksimal mencapai 58,5°C sudah memenuhi suhu air panas rata-rata untuk mandi sehari-hari yaitu 45°C – 50°C .
2. Pemanas air tenaga surya plat datar yang dibuat menghasilkan kenaikan maksimum suhu air *torrent* hingga sebesar 22,2°C, ini membuktikan bahwa penambahan kaca penutup berhasil meningkatkan kenaikan maksimum suhu air *torrent*.
3. Pemanasan yang paling baik terjadi mulai pukul 11.00 WIB – 13.00 WIB. Dengan hanya menggunakan sinar matahari langsung dan tidak menggunakan listrik untuk pengoperasian alat membuat alat ini hemat energi dan juga menghasilkan efisiensi sebesar 65%.

Untuk kedepannya disarankan jika ingin melakukan pengujian atau membuat kolektor surya plat datar lebih baik menggunakan pompa air yang dapat mendorong air keluar dari kolektor menuju *torrent*. Perbanyak alat pengukuran untuk mengukur variabel-variabel yang dibutuhkan agar dapat dilakukan perhitungan secara mendetail.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Agung, Firdaus,. drr. (2009), Menyiasati Perubahan Iklim Di Wilayah Pesisir Dan Pulau-Pulau Kecil, Sarana Komunikasi Utama, Bogor.
- [2]. Duffie, John and Beckman, William. 2006. Solar Engineering of Thermal Processes. New Jersey: Wiley
- [3]. Holman, J.P. 1995. Perpindahan Kalor. Erlangga; Jakarta.
- [4]. Lura, A. Eggers. 1979. Solar Energy in Developing Countries, Denmark : Pergamon Press.
- [5]. Sidopekso, Satwiko. 2011. Studi Pemanfaatan Energi Matahari Sebagai Pemanas Air. Berkala Fisika 14 (1) 23-26.
- [6]. Tim Contained Energy Indonesia. Buku Panduan Energi yang Terbarukan : PNPM Mandiri
- [7]. Tirtoadmojo, Rahardjo. Jurnal Teknik Mesin Vol.1 No 2. Oktober 1999 : 115 – 121
- [8]. Tripler. 1991. Fisika Dasar Jilid II. Erlangga. Jakarta: Erlangga.