

PENERAPAN ISO 9806-1 DALAM PENGUJIAN UNJUK KERJA TERMAL KOLEKTOR SURYA PADA KAWASAN EKUATOR

AMRIZAL*, AMRUL

*Prodi Teknik Mesin,
Fakultas Teknik, Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Sumantri B. No.1, Bandar Lampung, 34155*

Abstrak. Unjuk kerja termal dari suatu kolektor surya dapat dikarakterisasi melalui standar pengujian ISO 9806-1. Cuaca cerah tanpa berawan (*clear day*) merupakan salah satu syarat mutlak yang harus dipenuhi oleh standar ini. Persyaratan yang ketat ini dapat menjadi kendala utama di berbagai belahan dunia termasuk Indonesia dengan tingkat awan yang tinggi. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana standar pengujian ISO 9806-1 dapat diterapkan di daerah ekuator khususnya di Indonesia. Selanjutnya pengambilan data dilakukan sedikitnya untuk empat (4) nilai temperatur fluida kerja masuk yang berbeda dimana masing-masingnya dapat dilakukan empat kali pengujian atau pengulangan. Data yang diperlukan adalah temperatur fluida masuk dan keluar, laju aliran fluida, intensitas radiasi matahari, temperatur dan kecepatan udara lingkungan serta data lainnya. Data tersebut diolah dengan *least square method* untuk mendapatkan parameter unjuk kerja kolektor surya. Karena kondisi cuaca yang cukup berfluktuasi di daerah ekuator maka hanya sekitar 5 % dari total data pengukuran yang dapat memenuhi persyaratan pengujian. Bahkan data tersebut tidak dapat diperoleh pada hari yang sama. Dengan demikian standar pengujian ISO 9806-1 sangat sulit diterapkannya di daerah ekuator dan membutuhkan usaha dan biaya yang lebih besar serta waktu yang lebih lama.

Kata kunci : kolektor surya, unjuk kerja termal, ISO 9806-1, ekuator

Abstract. The thermal performance of a solar collector can be characterized by using the ISO 9806-1. The clear day is one of the absolute requirement that must be met by this standard. The strict requirement can be a major constraint in many parts of the world, including Indonesia with high-level clouds. The aim of this study is to determine the probability of applying ISO 9806-1 in the equatorial climate zone, especially in Indonesia. In term of characterization process, a number of data was required at least four (4) different values of the inlet fluid temperature. The measured data were the inlet and outlet fluid temperature, mass flow rate, intensity of solar radiation and surrounding air temperature. The data were processed by the *least squares method* to obtain the parameters of solar collector performance. Due to high fluctuations of the weather conditions as well as high-level clouds, the number of data that can meet the testing requirements was about 5%. Consequently, the ISO 9806-1 is very difficult and much time consuming to be implemented in the equatorial region, including Indonesia.

Keywords : solar collector, thermal performance, ISO 9806-1, equator

* email : amrizal@eng.unila.ac.id

1. Pendahuluan

Matahari merupakan sumber energi terbarukan yang mempunyai beberapa keuntungan seperti mudah didapatkan, bebas polusi dan tersedia dalam jumlah yang cukup. Energi matahari dapat diubah menjadi energi panas melalui penggunaan kolektor surya. Fluida kerja yang telah mempunyai temperatur tinggi selanjutnya dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti kebutuhan terhadap fluida panas pada proses industri dan bidang kesehatan, kebutuhan rumah tangga serta untuk keperluan lainnya.

Kolektor surya yang menjadi kebutuhan manusia pada saat ini telah banyak dihasilkan oleh berbagai industri di dalam negeri. Sementara itu pengujian unjuk kerja termal kolektor surya sangat diperlukan untuk memberikan informasi sekaligus untuk memenuhi persyaratan sebelum proses pemasaran. Informasi dari hasil pengujian ini sangat dibutuhkan oleh konsumen untuk mengetahui unjuk kerja kolektor dan sekaligus untuk keperluan proses standar produk bagi industri.

Agar data unjuk kerja kolektor dapat dipercaya dan diterima oleh konsumen maka proses pengujian harus dilakukan dengan standar yang ada seperti ISO 9896-1. Standar ini telah digunakan di seluruh dunia untuk pengujian unjuk kerja termal kolektor surya pada kondisi *steady*. Akan tetapi pengujian dalam kondisi *steady* ini menghadapi beberapa kendala dalam proses pengambilan data. Hambatan tersebut diantaranya adalah ketatnya persyaratan seperti kondisi cuaca yang tidak berawan (*clear day*) pada saat pengambilan data [1,2,3]. Kondisi ini akan sangat sulit dicapai di berbagai belahan dunia termasuk di Indonesia yang berawan sehingga akan membutuhkan usaha yang lebih besar dan waktu pengujian yang lebih lama. Indonesia terletak antara 95⁰ Bujur Timur-141⁰ Bujur Timur 6⁰ Lintang Utara dan 11⁰ Lintang Selatan adalah merupakan negara khatulistiwa yang memiliki iklim tropis.

Untuk mengetahui sejauh mana keberlakuan standar ISO 9806-1 maka perlu dilakukan pengujian langsung untuk mendapatkan unjuk kerja termal kolektor surya di daerah ekuator khususnya untuk kawasan Indonesia.

2. Metode Penelitian

Pengujian unjuk kerja termal kolektor surya dengan standar ISO 9806-1 dapat dilakukan secara *indoor* maupun *outdoor*. Pengujian *indoor* menggunakan simulator surya yang dirancang, dibuat, dan diuji sebagai alat pembanding untuk suatu kondisi yang mendekati keadaan aslinya. Akan tetapi hasil pengujian *indoor* tidak menunjukkan kondisi yang sebenarnya jika dibandingkan dengan pengujian secara *outdoor* yang langsung menggunakan radiasi matahari. Hal ini disebabkan karena adanya perbedaan panjang gelombang radiasi dari lampu yang digunakan dibandingkan dengan panjang gelombang radiasi matahari. Dengan demikian perlu dilakukan pengujian secara *outdoor* agar mewakili kondisi yang sebenarnya.

Untuk pengujian *outdoor* dari standar ISO 9806-1 ini, kolektor harus diuji pada kondisi langit cerah (*clear day*) sekitar *solar noon*. Parameter unjuk kerja dapat dihitung melalui *curve fitting*, menggunakan *least square method* [4]. Sejumlah pengujian dilakukan setidaknya pada empat temperatur fluida masuk

yang berbeda, dua dalam waktu sebelum *solar noon* dan dua lagi untuk waktu sesudahnya. Terdapat dua perioda dalam prosedur pengujian yaitu perioda awal (*pre-conditioning period*) dan perioda pengukuran (*measurement period*). Lama waktu untuk perioda awal setidaknya adalah empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Sementara itu untuk perioda pengukuran dibutuhkan empat (4) kali *time constant* dari kolektor yang diuji (jika diketahui) atau tidak kurang 10 menit (jika *time constant* tidak diketahui). Pada prosedur pengujian ini, *time constant* adalah penting untuk menentukan lama perioda data yang didefinisikan sebagai perioda waktu dimana pengukuran harus dilakukan untuk menghitung unjuk kerja termal kolektor.

Pada proses pengambilan data, fluida kerja disirkulasikan dengan pompa dan laju aliran massa diatur menggunakan regulator. Temperatur fluida dapat divariasikan dengan menggunakan *heater* sebelum memasuki kolektor. Intensitas radiasi dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan solar power meter dan anemometer. Solar power meter harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar intensitas radiasi matahari yang diterima bernilai sama untuk kedua alat tersebut. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi inlet dan outlet dari fluida kerja dari kolektor surya

Model yang digunakan dalam pengujian ini adalah seperti yang ditunjukkan pada persamaan berikut[1]:

$$A [F'(\tau\alpha)_{en} G - F'U_L(T_i - T_a)] = \dot{m}_f c_f (T_i - T_0) \quad (1)$$

dimana \dot{m}_f adalah laju aliran massa fluida, c_f adalah panas spesifik dari fluida, $F'(\tau\alpha)_{en}$ adalah *zero loss efficiency* untuk radiasi global normal terhadap permukaan, G adalah intensitas radiasi matahari, F' adalah faktor efisiensi dari kolektor, U_L adalah koefisien rugi termal menyeluruh T_i dan T_0 adalah temperatur fluida di bagian masuk dan keluar dari kolektor, T_a adalah temperatur lingkungan dan A adalah luas kolektor.

Unjuk kerja kolektor yang diukur adalah efisiensi termal ($F'(\tau\alpha)_{en}$) dan koefisien rugi termal menyeluruh ($F'U_L$) seperti terlihat pada persamaan (1).

Prosedur pengujian *outdoor* dari ISO 9806-1 adalah sebagai berikut[1]:

1. Kolektor diletakkan menghadap ke matahari datang dengan kemiringan tertentu berdasarkan letak Lintang lokasi pengujian sehingga memungkinkan kolektor tegak lurus terhadap arah radiasi matahari.
2. Laju aliran massa air harus konstan selama pengujian dengan batasan 0.02 kg/s m² dan kecepatan udara lingkungan rata-rata harus berada dalam batas 2-4 m/s.
3. Pengaturan temperatur fluida masuk (*set-point*) untuk sedikitnya empat temperatur yang berbeda dan masing-masingnya harus dipertahankan konstan selama pengambilan data.
4. Data yang diukur adalah intensitas radiasi, temperatur lingkungan, temperatur fluida masuk dan keluar, serta laju aliran massa.

5. Periode pengambilan data dalam rentang 10 menit
6. Ulangi prosedur 1-5 hingga sedikitnya untuk 16 data pengukuran, minimal 4 titik untuk masing-masing temperatur fluida masuk yang berbeda.

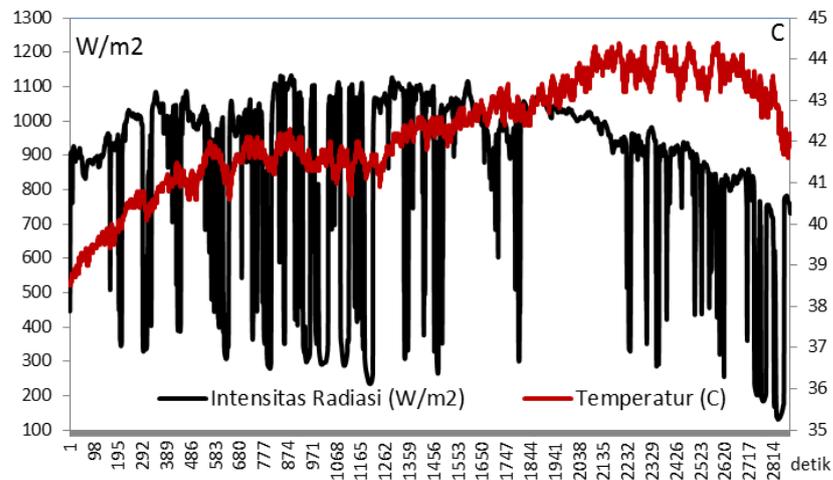
3. Hasil dan Pembahasan

Standar pengujian ISO 9806-1 telah diterapkan dengan melakukan pengujian terhadap sebuah kolektor surya pelat datar dari tanggal 28 Oktober sampai 7 November 2015. Luas permukaan kolektor adalah 0.8 m^2 dimana fluida kerja disirkulasikan dengan pompa secara konstan pada laju aliran massa fluida 0.016 kg/detik yang diatur dengan *voltage regulator*. Temperatur fluida kerja masuk kolektor divariasikan dengan *heater* pada beberapa temperatur yang berbeda. Intensitas radiasi dan kecepatan udara masing-masing diukur dengan menggunakan *solar power meter* dan *anemometer*. Solar power meter harus berada pada kemiringan yang sama dengan kemiringan kolektor agar intensitas radiasi matahari yang diterima kolektor bernilai sama. Penempatan sensor temperatur fluida kerja harus berada dekat dengan posisi inlet dan outlet dari kolektor surya.

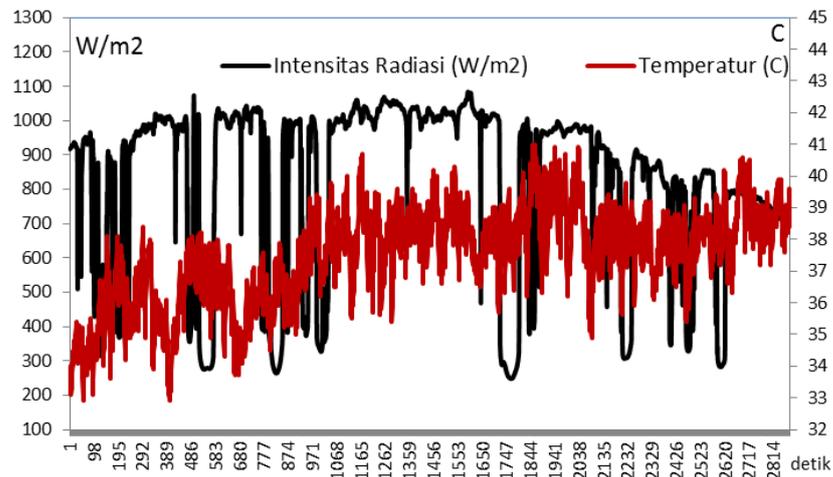
Beberapa contoh data yang diperoleh selama pengujian dapat dilihat pada Gambar (1-4). Dari data hasil pengukuran tersebut dapat diketahui bahwa hanya sebagian kecil data yang dapat digunakan untuk mengkarakterisasi unjuk kerja suatu kolektor surya seperti terlihat pada Gambar 2. Sedangkan data pada tanggal 28 Oktober 2015 tidak dapat digunakan sama sekali karena fluktuasi yang tinggi dari intensitas radiasi dan temperatur udara lingkungan. Kondisi data seperti ini tidak memenuhi persyaratan ISO 9806-1 dimana penyimpangan yang terjadi masing-masing melebihi $\pm 50 \text{ W/m}^2$ dan $\pm 1^\circ\text{C}$ untuk radiasi dan temperatur lingkungan, begitu juga untuk data yang terlihat pada tanggal 30 Oktober 2015. Selanjutnya sebagian besar data intensitas radiasi matahari pada Gambar 4 yang diukur pada tanggal 3 November 2015 dapat memenuhi persyaratan ISO 9806-1 akan tetapi fluktuasi temperatur udara lingkungan yang terjadi sangat tinggi sehingga data tersebut tidak dapat memenuhi persyaratan standar ISO 9806-1.

Dengan kata lain hanya sekitar 5% data yang dapat digunakan dari total data yang diukur selama sepuluh (10) hari. Hal ini menunjukkan bahwa untuk mengkarakterisasi kolektor surya berdasarkan standar ISO 9806-1 sangat sulit dilakukan khususnya di daerah ekuator termasuk Indonesia walaupun masih dalam kondisi cuaca musim kering. Dengan demikian dibutuhkan usaha yang lebih kuat, waktu yang lebih lama dan biaya yang cukup besar untuk mengkarakterisasi sebuah kolektor surya.

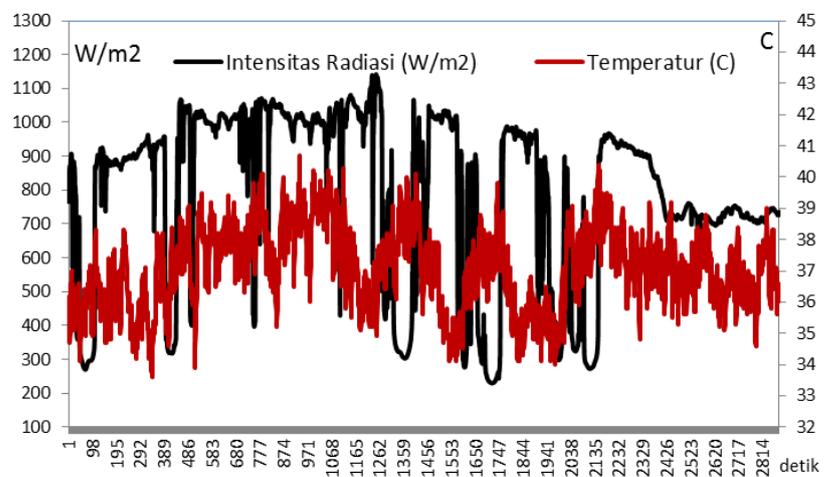
Sementara itu nilai parameter unjuk kerja kolektor surya hasil pengujian masing-masing adalah 0.17 dan $2.712 \text{ W/m}^2\text{C}$ untuk $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan $F'U_L$. Hasil ini menunjukkan nilai unjuk kerja yang rendah dari sebuah kolektor dimana hanya 17 % panas matahari yang dapat dimanfaatkan oleh kolektor. Hal ini dapat disebabkan oleh kualitas perakitan atau pembuatan kolektor yang tidak baik sehingga panas dari pelat penyerap tidak dapat ditransfer secara sempurna ke fluida kerja.



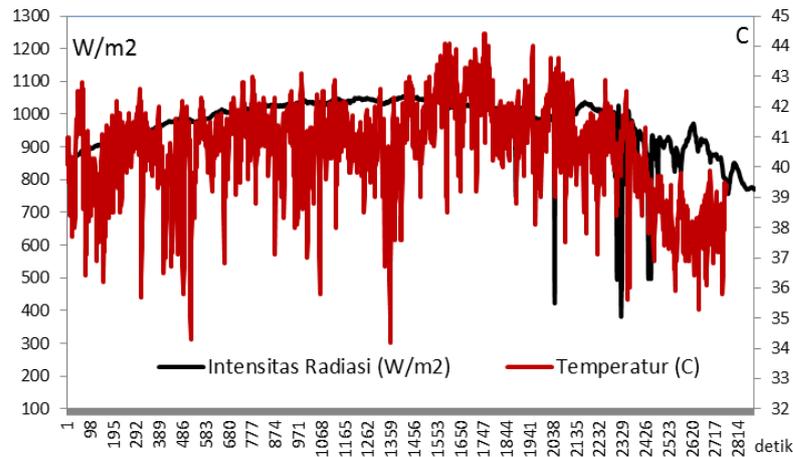
Gambar 1. Data pengujian pada tanggal 28 Oktober 2015



Gambar 2. Data pengujian pada tanggal 29 Oktober 2015



Gambar 3. Data pengujian pada tanggal 30 Oktober 2015



Gambar 4. Data pengujian pada tanggal 3 November 2015

4. Kesimpulan

Dari pengujian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa ISO 9806-1 sangat sulit diterapkan di kawasan ekuator seperti di daerah Indonesia. Hal ini dapat diketahui terutama terhadap intensitas radiasi matahari dengan tingkat fluktuasi yang tinggi. Sementara itu parameter hasil pengujian unjuk kerja termal kolektor surya masing-masing adalah 0.17 dan 2.712 $\text{W/m}^2\text{C}$ untuk parameter $F'(\tau\alpha)_{en}$ dan $F'U_L$. Dari 10 hari pengujian hanya sekitar 5% data yang dapat digunakan sesuai dengan persyaratan dari ISO 9806-1. Data yang memenuhi persyaratan ini bahkan tidak dapat diperoleh dalam satu hari yang sama. Dengan demikian kendala penerapan ISO 9806-1 di daerah ekuator termasuk Indonesia akan berimplikasi terhadap usaha yang lebih besar, biaya yang tinggi dan waktu yang lama. Dengan demikian perlu digunakan metode pengujian lain dengan kondisi dinamik.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Ristek dan Dikti melalui skim Penelitian Fundamental yang telah membantu pendanaan hingga kegiatan penelitian ini dapat diselesaikan.

DaftarPustaka

1. ISO 9806-1. Test methods for solar collectors. 1994. Part 1: Thermal performance of glazed liquid heating collectors including pressure drop.
2. ASHRAE 93 – 86. 1978. Method of testing to determine the thermal performance of solar collectors. *American Society of Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers*. 345 East 47th Street, New York.
3. European Standard EN 12975. 2006. CEN European Committee for standardisation.
4. Amrizal, D. Chemisana, and J. I. Rosell. 2010. The Use of Filtering for Dynamic Characterization of PV/T Flat-Plate Collectors, *Eurosun Congress*, Graz-Austria.