

TEKNOLOGI PEMANAS AIR MENGGUNAKAN KOLEKTOR TIPE TRAPEZOIDAL BERPENUTUP DUA LAPIS

Ayu Wardana¹, Maksi Ginting², Sugianto²

¹**Mahasiswa Program S1 Fisika**

²**Dosen Bidang Energi Jurusan Fisika**

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Kampus Binawidya Pekanbaru, 28293, Indonesia

ayuwardana.aw@gmail.com

ABSTRACT

Research on “Technology of Solar Energy for Water Heater Using Double Layers Lid of Trapezoidal Collector” have been done. Trapezoidal collector was lied in the rech on of east-west with respect to sun path, so that sunlight directly come into collector. Observations were carried out for 6 hours and date were recorded every 15 minutes for 14 days. The highest intensity for 14 days research was 503.19 W/m^2 which was obtained at 13:00 pm and the lowest intensity accurate at 09:00 Am was 312.13 W/m^2 . The highest temperature of collector was $66.29 \text{ }^\circ\text{C}$ accurate at 12:00 pm and the lowest temperature was $33.39 \text{ }^\circ\text{C}$ accurate at 09:00 Am. The highest container temperature that starting to flow the water out was $84,00 \text{ }^\circ\text{C}$ which accurate at 10:00 Am and water temperature in container was $37,13 \text{ }^\circ\text{C}$ which occured at 15:00 pm. The amount of hot water produced using trapezoidal collector was 36,87L/day, while heat lost due to conduction process through the bottom was 2,348 J/s which occurred at 12:00 Am anf through other side was 489.08 J/s accurate at 12:00 Am.

Keywords : solar energy, trapezoidal collector, water heater

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian tentang “Teknologi Pemanas Air Menggunakan Kolektor Tipe Trapezoidal Berpenutup Dua lapis” dengan metode eksperimen. Kolektor trapezoidal diletakkan memanjang dari arah Barat ke Timur di tempat terbuka sehingga sinar matahari sepenuhnya mengenai kolektor. Pengamatan dilakukan selama 14 hari pengamatan untuk cuaca yang dianggap cukup cerah. Pengamatan dilakukan setiap 15 menit sekali mulai pukul 09.00 WIB sampai 15.00 WIB setiap pengamatan. Intensitas tertinggi rata-rata selama 14 hari diperoleh sebesar $503,19 \text{ W/m}^2$ pada pukul 13.00 WIB, dan intensitas terendah pada pukul 09.00 WIB sebesar $312,13 \text{ W/m}^2$. Temperatur rata-rata di dalam kolektor tertinggi pukul 12.00 WIB yaitu sebesar $66,29 \text{ }^\circ\text{C}$ dan terendah pukul 09.00 WIB yaitu sebesar $33,39 \text{ }^\circ\text{C}$. Air panas yang keluar dari kolektor temperature rata-ratanya $84,00^\circ\text{C}$ pada pukul 10.00 WIB dan suhu rata-rata pada bak penampungan $37,13^\circ\text{C}$ pada pukul 15.00 WIB. Air yang

dihasilkan dari penggunaan kolektor trapezoidal energi surya ini sebanyak 36,87 liter per hari. Kalor yang hilang dari kolektor secara konduksi lewat bawah terbesar pukul 12.00 WIB sebesar 2,348 J/s dan lewat samping sebesar 489,08 J/s pada pukul 12.00 WIB.

Kata kunci : *energi surya, kolektor trapezoidal, pemanas air*

PENDAHULUAN

Matahari merupakan sebuah bola besar yang terdiri dari bahan gas panas yang menjadi sumber energi yang sangat besar. Matahari memiliki diameter sekitar 1.392.684 km, dan bermassa 2×10^{30} kg mewakili kurang lebih 99,86 % massa total Tata Surya. Jarak matahari ke bumi berkisar $1,5 \times 10^8$ km yang memiliki temperatur di permukaan berkisar 5800 K, dan temperatur pada bagian dalam matahari lebih besar yaitu sekitar 8×10^6 K sampai dengan 40×10^6 K. Daya yang dihasilkan dari permukaan matahari sekitar $3,7 \times 10^{23}$ KW, dan sampai di permukaan bumi sekitar $1,7 \times 10^{14}$ KW (Duffie, 1980).

Ketersediaan air panas merupakan salah satu fasilitas yang harus dimiliki oleh sebuah hotel untuk dapat digolongkan ke dalam hotel berbintang. Manajemen hotel harus mengeluarkan biaya yang besar setiap bulannya untuk menyediakan air panas pada setiap kamar hotel. Hasil simulasi yang dilakukan terhadap beberapa hotel berbintang di Kotamadya Medan provinsi Sumatera Utara tentang biaya yang harus dikeluarkan jika menggunakan pemanas listrik sebagai penghasil air panas menunjukkan bahwa untuk menghasilkan air panas bersuhu 38°C untuk setiap hotel per

bulan harus mengeluarkan biaya listrik yang tergolong besar. Hotel dengan kamar 324 buah membutuhkan biaya listrik sampai dengan Rp.12.500.000,- perbulan. Pemborosan energi listrik terjadi hal ini tidak sesuai dengan kebijakan pemerintah yang sedang menggalakkan program penghematan energi nasional sehingga subsidi bahan bakar minyak (BBM) dan listrik dapat dikurangi (Jufrizal dkk, 2014).

Solusi bagi ketersediaan air panas adalah dengan memanfaatkan energi matahari sebagai sumber energi panas, yakni dengan membuat kolektor tipe trapezoidal berpenutup dua lapis kaca. Kolektor ini sangat ramah lingkungan serta pembuatan yang tidak menghabiskan biaya yang banyak, sangat efisien dalam penghematan.

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis harga indeks kecerahan dan laju kalor yang hilang secara konduksi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini telah dilaksanakan dari tanggal 18 Desember 2015 sampai tanggal 11 Januari 2016 di halaman Laboratorium Konversi Energi, Jurusan Fisika, FMIPA, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Simpang Baru Kecamatan Tampan Pekanbaru.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen yaitu membuat alat pemanas air dengan menggunakan kolektor Tipe Trapezoidal berpenutup dua lapis. Kolektor ini merupakan kolektor plat datar berbentuk trapesium dengan sudut 30° antara bagian samping dan penutupnya. Kolektor ini dibuat berbahan seng datar cap angsa dengan ketebalan 0,4 mm sebagai reflektor, kaca transparan berfungsi sebagai penutup dengan tebal 5 mm berjumlah dua buah disusun dengan jarak 5 cm satu dengan yang lainnya, pipa besi sebagai pipa penyerap panas dengan diameter 4 cm dan ketebalan 1 mm, busa kasur dengan tebal 15 cm sebagai isolator dan triplek dengan tebal 5 mm sebagai kotak pelindung.

Proses pemanasan air ini menggunakan energi surya sebagai energi alternatif. Air dari kran labor material mula-mula dialiri dengan selang sepanjang 30 meter menuju tangki penampungan air. Air yang berada dalam tangki dijaga agar selalu konstan.

Temperatur air di dalam tangki diukur sebelum kran dibuka, sehingga air mengalir ke kolektor. Air setelah satu jam berada di dalam kolektor maka kran dibuka dan dicatat temperatur sekitar, temperatur air di awal kolektor, temperatur air di tengah kolektor, temperatur air di ujung kolektor, dan temperatur di keempat sisi kolektor, temperatur air yang keluar kolektor, air panas didalam bak penampungan, mengukur volume air di bak tampung, dan pengukuran intensitas radiasi matahari dengan

menggunakan *Lux Meter*. Pengukuran dilakukan 15 menit sekali sampai dengan pukul 15.00 WIB.

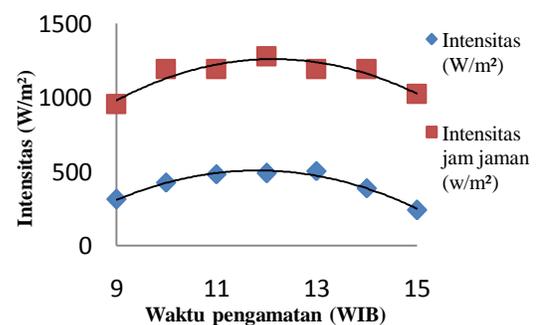
Laju kalor yang hilang secara konduksi kolektor tipe trapezoidal dua lapis lewat samping dan bawah kolektor dinyatakan dengan rumus sebagai berikut :

$$Q_k = \frac{T_1 - T_4}{\frac{X_a}{K_a} A + \frac{X_b}{K_b} A + \frac{X_n}{K_n} A}$$

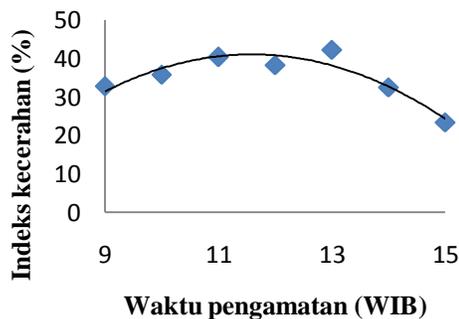
dimana Q_k adalah laju kalor hilang (j/s), T_1 adalah temperatur rata-rata kolektor ($^\circ\text{C}$), T_4 adalah temperatur sekitar ($^\circ\text{C}$), X_a adalah tebal isolator A (m), X_b adalah tebal isolator B (m), X_n adalah tebal isolator n (m), K_a adalah konduktivitas A (j/s m°C), K_b adalah konduktivitas B (j/s m°C), K_n adalah konduktivitas N (j/s m°C), A adalah luas permukaan (m^2).

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Intensitas Radiasi Matahari dan Indeks Kecerahan



Gambar 1. Grafik intensitas radiasi matahari



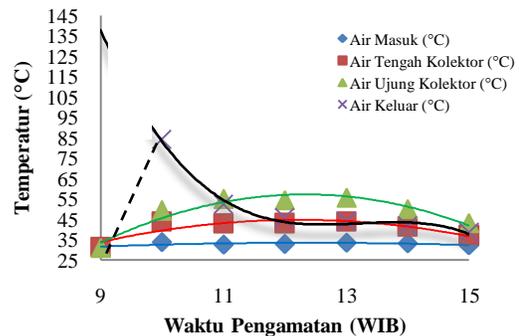
Gambar 2. Grafik indeks kecerahan.

Gambar 1 menunjukkan pengamatan hubungan antara intensitas radiasi matahari dengan waktu pengamatan rata-rata 14 hari. Gambar ini terdiri dari dua data yaitu intensitas radiasi matahari yang di peroleh dengan pengukuran menggunakan alat *Lux Meter* dan intensitas radiasi matahari jam-jaman yang di hitung menggunakan Persamaan 2.2. Intensitas radiasi global matahari dari 6 jam pengamatan diperoleh intensitas terendah pada pukul 9.00 WIB sebesar $312,13 \text{ W/m}^2$, sebab pagi hari sudut datang sinar matahari terhadap garis normal sangat besar sehingga intensitas matahari menjadi kecil, kemudian secara perlahan naik mencapai intensitas tertinggi pada pukul 12.00 WIB sebesar $507,96 \text{ W/m}^2$, sebab sudut sinar datang matahari sangat kecil bahkan berhimpit dengan garis normal yang menyebabkan intensitas bernilai maksimal. Energi matahari yang diterima bumi dipengaruhi oleh intensitas radiasi matahari tersebut. Intensitas semakin tinggi maka energi matahari juga semakin tinggi.

Gambar 2 merupakan pengamatan hubungan antara waktu pengamatan dengan indeks kecerahan yang diamati selama 14 hari. Indeks kecerahan dari grafik bernilai maksimum pada pukul 12.00 WIB dengan indeks kecerahan sebesar 40,78%. Indeks kecerahan berbeda-beda setiap jam tergantung pada cuaca, apabila cuaca semakin cerah maka indeks kecerahan akan semakin tinggi. Intensitas matahari tergantung pada indeks kecerahan, bila indeks kecerahan tinggi maka tinggi pula intensitas matahari dan sebaliknya.

b. Temperatur air di kolektor

Berdasarkan Gambar 3 grafik untuk temperatur air masuk ke kolektor, air di tengah kolektor serta air di ujung kolektor dan air keluar dari kolektor.

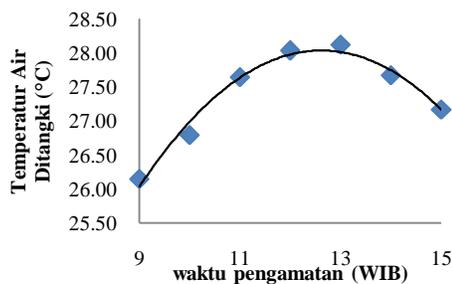


Gambar 3. Grafik temperatur air di kolektor

Air keluar dari hasil pemanasan di dalam kolektor tertinggi pada pukul 10.00 WIB yaitu mencapai $84,00^{\circ}\text{C}$, yang kemudian menurun untuk jam jam berikutnya. Temperatur air pada awal kolektor, tengah kolektor, dan

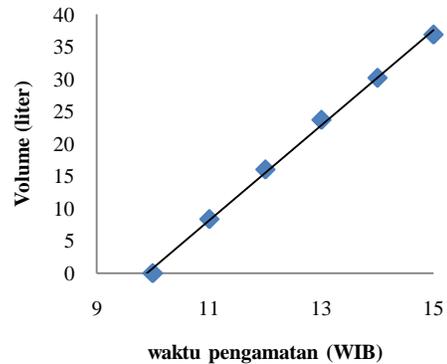
ujung kolektor dipengaruhi oleh temperatur sekitar dan intensitas radiasi matahari. Temperatur sekitar dan intensitas meningkat maka air di dalam kolektor juga demikian.

c. Pengamatan pada air



Gambar 4. Grafik temperatur air di bak tampung

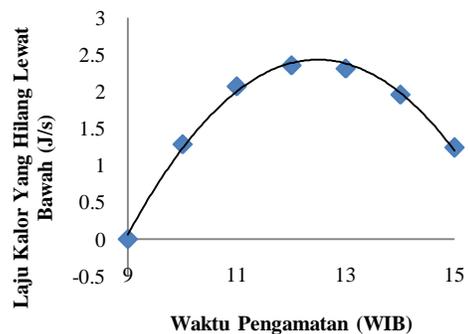
Berdasarkan Gambar 4 grafik temperatur air di bak tampung pada pukul 10.00 WIB temperatur air yang di ukur di bak tampung mencapai 60°C , kemudian secara perlahan menurun dijam berikutnya. Temperatur tertinggi ini terjadi akibat dari penutupan kran selama sejam pertama. Jam berikutnya air dibiarkan mengalir, sehingga panas yang diterima tidak sebanyak ketika kran ditutup. Temperatur air di bak tampung yang dihasilkan dalam rata-rata pengamatan pada pukul 15.00 WIB sebesar $37,13^{\circ}\text{C}$ merupakan suhu normal tubuh manusia, bisa dimanfaatkan sebagai air mandi. Khususnya untuk di hotel-hotel sebagai penghemat pengeluaran, sangat dianjurkan untuk alternatif penggunaan listrik yang tergolong mahal.



Gambar 5. Grafik volume air di bak tampung

Gambar 5 grafik volume air yang keluar hasil dari pemanasan tenaga surya menggunakan kolektor tipe trapezoidal berpenutup dua lapis, kran dibuka mulai pukul 10.00 WIB sehingga bak tampung mulai berisi pukul 10.00 WIB. Volume total air yang dipanaskan yang dihasilkan selama 14 hari pengamatan adalah sebanyak 36,14 liter.

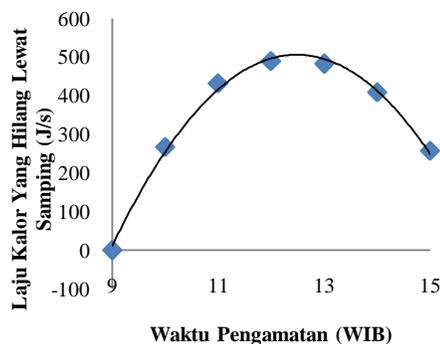
d. Laju kalor yang hilang secara konduksi



Gambar 6. Grafik laju kalor yang hilang secara konduksi lewat bawah

Berdasarkan Gambar 6, grafik laju kalor yang hilang secara konduksi lewat bawah kolektor terkecil pukul 10.00 WIB bernilai 1,283 J/s. Kalor hilang tertinggi pada pukul 12.00 WIB sebesar 2,348 J/s. Laju kalor yang hilang secara konduksi terjadi disebabkan karena pembuatan isolator dibagian bawah permukaan kolektor yang kurang padat dan jenis isolator yang digunakan kurang baik, selain itu ketebalan dari isolator, luas penampang dari isolator, nilai konduktivitas thermal dari isolator tersebut, serta pengaruh dari temperatur sekitar.

Gambar 7 merupakan grafik laju kalor yang hilang lewat samping kolektor. Laju kalor yang hilang dibagian samping jauh lebih tinggi dari kolektor bagian bawah, hal ini terjadi karena bagian samping dari kolektor tidak terdapat isolator sebagai penghambat panas yang hilang. Laju kalor yang hilang secara konduksi pada bagian samping kolektor terendah pukul 10.00 WIB bernilai 267,193J/s, Laju kalor yang hilang tertinggi pada pukul 12.00 WIB 489,080 J/s.



Gambar 7. Grafik laju kalor yang hilang secara konduksi lewat samping

KESIMPULAN

Intensitas radiasi matahari rata-rata terendah selama 14 hari pengamatan berada pada pukul 9.00 WIB sebesar 312,13 W/m² indeks kecerahan 32,76%, kemudian intensitas tertinggi diperoleh pukul 12.00 WIB sebesar 507,96 W/m² dengan indeks kecerahan 42,27%.

Temperatur air keluar dari kolektor hasil pemanasan tertinggi pada pukul 10.00 WIB sebesar 84,00°C sementara terendah pukul 15.00 WIB 38,50°C. Temperatur di bak tampung tertinggi sebesar 60,00°C pada pukul 10.00 WIB, dan terendah pukul 15.00 WIB sebesar 37,13°C.

Volume yang diukur pukul 11.00 WIB dengan rata-rata perjamnya bertambah ±8 liter dengan volume akhir yang diperoleh sebesar 36,87 liter.

Laju kehilangan kalor secara konduksi terendah terjadi pukul 10.00 WIB yaitu sebesar 1,283 J/s pada bagian bawah dan 267,193 J/s pada bagian samping. Laju kehilangan kalor secara konduksi tertinggi terjadi pukul 12.00 WIB yaitu sebesar 2,348 J/s pada bagian bawah dan 489,08 J/s pada bagian samping.

DAFTAR PUSTAKA

Duffie, J.A, dan Beckman, W.A., 1980, "Solar Engineering of Thermal Processes of Direct, Diffuse and Total Solar

Radiation,“ Solar Energi,
vol.23,no.6,pp.1-19, Jurnal.

Jufrizal, Napitupulu F.H, dan
Ambarita H. 2014, “*Studi
Eksperimental Performasi
Solar Water Heater Jenis
Kolektor Plat Datar Dengan
Penambahan Thermal Energy
Storage*” Jurnal Ilmiah Teknik
Mesin Cylinder, Vol.1,No27-
36,Jurnal.

