

Analisis Kinerja Pemanas Air Tenaga Surya Dengan Reflector Linear Parabolic Concentrating

Safiatur Rahman ¹, Kahar ², Muhammad Rusdi ³

¹ Mahasiswa Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur Jl. Soekarno-Hatta (Sanggata) Kutai Timur No. 1, Kalimantan Timur, Kode Pos 75611
Email: rukiah99@yahoo.com

² Program Studi Teknik Pertanian, Sekolah Tinggi Pertanian Kutai Timur Jl. Soekarno-Hatta (Sanggata) Kutai Timur No. 1, Kalimantan Timur, Kode Pos 75611

ABSTRACT

This research aims to determine the useful energy from the collector, amount of the heat that is utilized in the tank, and knowing the magnitude of collector efficiency for utilizing solar energy. Reflector Linear Parabolic Concentrating is an instrument to collect and reflect solar energy focused on absorber. The data collection methods of this research are taken a data directly: intensity of solar radiation, temperature of fluid in tank, temperature of reflector, absorber temperature, wind speed and temperature of environment. Data processing result obtained magnitude of useful energy from parabolic reflector 474.65 W. Energy stored in tank maximum 440.87 W, efficiency moment of reflector linear parabolic concentrating was 16, 23% - 47, 01%.

Keywords: Solar energy, Reflector Linear Parabolic Concentrating, Efficiency

ABSTRAK

Penelitian bertujuan mengetahui energi berguna dari kolektor, besarnya kalor yang dimanfaatkan didalam tangki dan mengetahui besarnya efisiensi kolektor dalam memanfaatkan energi matahari. Reflector Linear Parabolic Concentrating merupakan alat untuk mengumpulkan dan memantulkan secara terfokus energi matahari pada absorber. Metode pengambilan data pada penelitian ini adalah mengambil data langsung: intensitas radiasi matahari, temperatur fluida dalam tangki, temperatur reflektor, temperatur absorber, kecepatan angin dan temperatur lingkungan. Hasil dari pengolahan data diperoleh besarnya energi berguna dari reflektor parabolik sebesar 474.65 W. Energi yang tersimpan di dalam tangki maksimum 440.87 W, Efisiensi sesaat reflektor linear parabolic Concentrating yaitu 16,23 % - 47,01 %.

Kata kunci : Energi surya, Reflector Linear Parabolic Concentrating, Efisiensi

1 Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Sejauh ini pengembangan energi yang ramah lingkungan mulai ditingkatkan, yakni energi yang tidak bersifat polusi, berkesinambungan, tidak dapat habis, seperti energi angin, energi pasang surut, energi gelombang, energi surya dan energi alternatif lainnya.

Di Indonesia pada saat sekarang ini, cadangan minyak bumi mulai berkurang, penghapusan subsidi bahan bakar minyak secara bertahap oleh pemerintah. Pada sisi

lain kebutuhan energi semakin meningkat sehingga perlu mencari sumber-sumber energi alternatif. Oleh sebab itu, teknologi rekayasa surya merupakan alternatif dalam memperoleh energi. Dalam usaha penghematan energi dan penyediaan energi yang ramah lingkungan, pemanfaatan energi surya perlu mendapat perhatian lebih serius. Ketersediaan energi surya di daerah tropis cukup melimpah termasuk di Indonesia.

Sampai saat ini banyak dikenal cara-cara pemanfaatan energi surya oleh manusia antara lain :

1. Pemanasan air.
2. Penyulingan air.
3. Pengeringan produksi pertanian, perikanan, kehutanan dan peternakan.

Pemanfaatan energi surya dengan menggunakan reflektor pemanas air adalah dimaksudkan untuk mendapatkan tingkat pemanfaatan energi radiasi matahari (*absorbs thermal*) dan meminimalkan besarnya energi termal yang terbuang (*energi losses*).

Pemanfaatan energi surya sebagai pemanas air telah banyak diuji dan diteliti, salah satu diantaranya adalah pemanasan air model silinder parabolik yang dengan menggunakan reflektor kaca cermin yang terdiri dari potongan-potongan kaca cermin yang tersusun secara melintang membentuk parabolik, ataupun dengan pemanas air model silinder parabolik dengan menggunakan reflektor stainless steel dan pipa penyimpan panas (*absorber*) jenis aluminium. Pemanfaatan tenaga surya pada reflektor parabola untuk pemanas air akan kami jadikan sebagai penelitian.

1.2 Rumusan Masalah

1. Mengetahui energi yang berguna dari reflektor parabolik.
2. Mengetahui besarnya kalor yang dimanfaatkan di dalam tangki.
3. Mengetahui besarnya efisiensi reflektor dan efisiensi sistem pada reflektor silinder parabolik dalam memanfaatkan energi matahari.

1.3 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah pada penelitian ini adalah pada Penggunaan reflektor dari stainless steel model silinder parabolik, penggunaan absorber jenis Aluminium, penyimpan air panas (*tangki air panas*) dengan sistem aliran alamiah (*natural convection*). Aliran dianggap *steady state*.

1.4 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui energi yang berguna dari reflektor parabolik.
2. Mengetahui besarnya kalor yang dimanfaatkan di dalam tangki.

3. Mengetahui besarnya efisiensi reflektor silinder parabolik dalam memanfaatkan energi matahari.

1.5 Manfaat Penelitian

Dengan penelitian ini, diharapkan dapat memberikan sumbangsih dan solusi kepada masyarakat tentang sumber energi alternative yang dapat dimanfaatkan dengan tidak menimbulkan polusi dan ramah lingkungan.

2 Metode

Penelitian ini dilakukan selama 3 hari pada bulan juli 2014, dari jam 10.00 sampai jam 16.00 Wita. Dengan hasil sebagai berikut :

Alat ukur yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

1. Pyranometer digunakan untuk mengukur radiasi global yang terjadi.
2. Thermokopel digunakan untuk mengukur temperatur pada setiap titik pada kolektor dan tangki.
3. Stopwatch, digunakan untuk mengukur range waktu selama pengambilan data.
4. Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan angin yang berhembus disekitar reflektor.

Alat uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

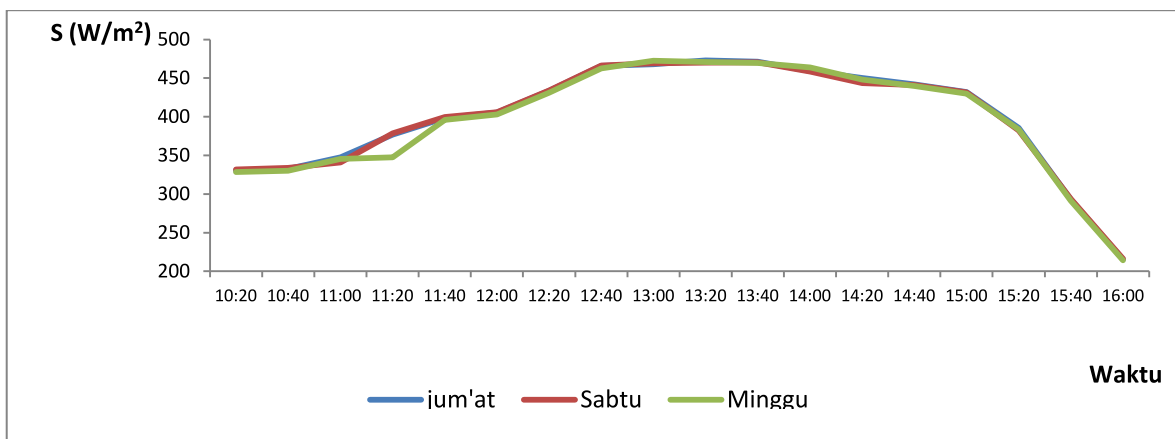
- a) Reflektor yang digunakan kolektor parabolik dengan lembaran stainless steel ukuran (1500 x 1300 x 0,5 mm)
- b) Tangki digunakan untuk menyimpan air panas dengan Kapasitas tangki berisi 40 liter air.
- c) Absorber digunakan untuk menyerap energi panas yang dipantulkan oleh reflektor parabola dengan spesifikasi Pipa Alumunium Ø 2,54 cm panjang 155 cm.

3 Hasil Dan Pembahasan

3.1 Energi yang Diserap kolektor (S)

Sinar matahari yang terkonsentrasi akibat sifat reflektor yang mengumpulkan sinar matahari secara terfokus untuk memanaskan fluida yaitu air yang mengalir didalam absorber. Besarnya energi yang diserap oleh absorber dipengaruhi oleh besarnya radiasi matahari yang tiba pada permukaan bumi dan telah mengalami pengurangan yang disebabkan oleh pemantulan dan penyebaran di atmosfer sebelum mencapai bumi seperti pada radiasi sorot dan radiasi difusi.

Berdasarkan grafik besarnya energi yang diserap oleh absorber pada hari jumat, sabtu dan minggu stabil tertinggi dapat terlihat dari rentang waktu pukul 12.40 sampai 14.00 dan kembali menurun setelah jam tersebut. hal ini disebabkan oleh radiasi sorot yang mengenai permukaan kolektor pada pagi hari dan sore hari relatif kecil dan relatif besar pada siang hari, Radiasi sorot yang mengenai permukaan kolektor ini dipengaruhi oleh sudut datang (*incident angle*), dimana pada pagi hari hingga siang hari sudut datang (θ) cenderung menurun dan kemudian naik kembali pada sore hari. Sudut datang yang semakin kecil menyebabkan radiasi sorot matahari yang mengenai permukaan permukaan kolektor menjadi lebih banyak diserap menjadi energi. Energi maksimum pada pukul 13.20 adalah sebagai berikut :



Gambar 1. Grafik Energi Yang Diserap Terhadap Waktu

Tabel 1. Energi yang diserap pada pukul 13.20

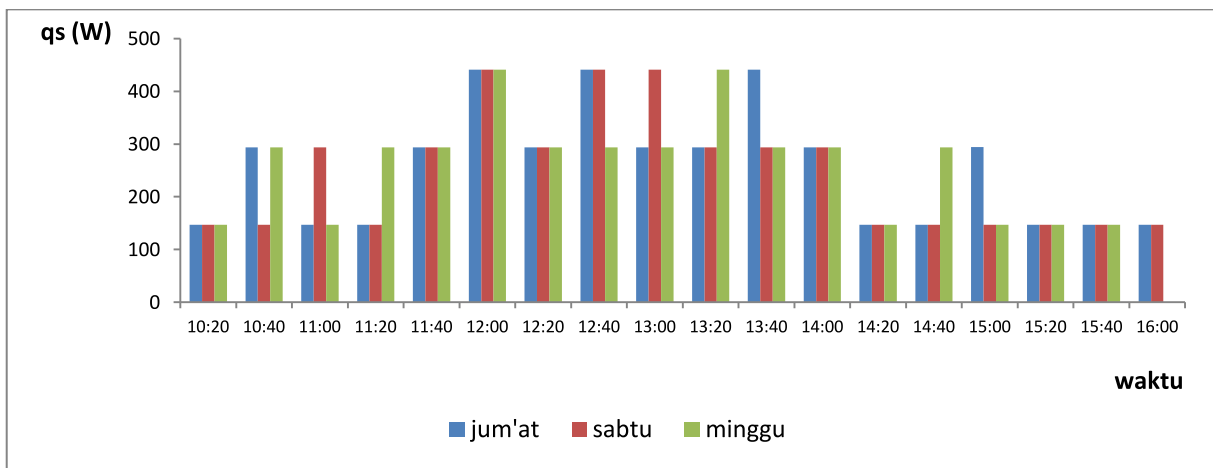
Hari	Tref (K)	Ib (W/m ²)	Θ (°)	S (W/m ²)
Jumat	317	785.8	38.77	473
Sabtu	317	780.6	38.74	469.9
Minggu	314	782.6	38.67	471.1

Berdasarkan tabel menunjukkan bahwa semakin besar temperatur permukaan sistem maka semakin besar energi yang diserap oleh absorber, sehingga energi kalor yang digunakan untuk menaikkan temperatur air semakin besar (Wirawan, 2011).

3.2 Energi Yang Tersimpan Dalam Tangki (qs)

Kehilangan panas total yang kecil akan menyebabkan energi yang masuk kedalam tangki akan meningkat akibat kurangnya kehilangan panas hal ini berdampak pada meningkatnya energi pemanasan fluida di dalam absorber.

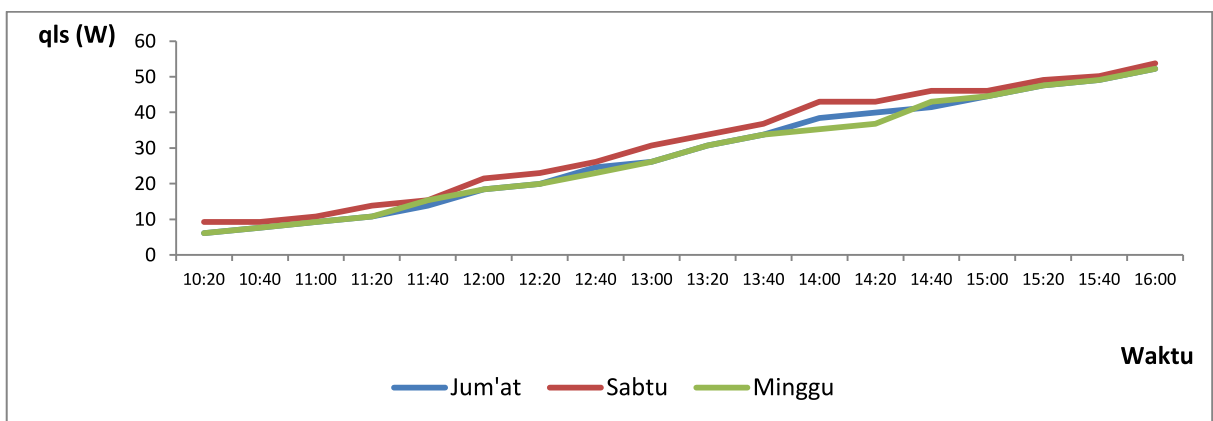
Berdasarkan diagram dapat terlihat bahwa Energi yang tersimpan dalam tangki meningkat dari pagi hari sampai siang hari dan kembali menurun pada sore hari. Energi yang tersimpan didalam tangki maksimum pada pukul 12.00 sampai pukul 14.00. Hal ini terjadi karena meningkatnya energi yang diserap oleh absorber sehingga menghasilkan temperatur air yang melewati absorber menjadi semakin besar.



Gambar 2. Diagram Energi yang Tersimpan Terhadap Waktu

3.3 Energi Yang Hilang Pada Tangki (qls)

Energi yang tersimpan didalam tangki akan mengalami kehilangan secara konduksi ataupun secara konveksi dengan udara luar, untuk itu diperlukan bahan dengan konduktifitas termal yang rendah seperti serbuk gergaji sebesar 0,059 untuk mengisolasi energi yang ada dalam tangki.



Gambar 3. Grafik Energi yang Hilang Terhadap Waktu

Berdasarkan grafik energi yang hilang dari pagi hari hingga siang hari cenderung meningkat, maksimumnya terjadi pada pukul 16.00. Hal ini dikarenakan temperatur di dalam tangki yang tinggi menyebabkan selisih antara temperatur di

dalam tangki (T_w) dengan temperatur lingkungan (T_a) menjadi besar. Semakin tingginya temperatur didalam tangki diakibatkan oleh temperature fluida yang masuk ke dalam tangki semakin besar kemudian di dalam tangki di isolasi oleh serbuk gergaji dengan tebal 0,1 m.

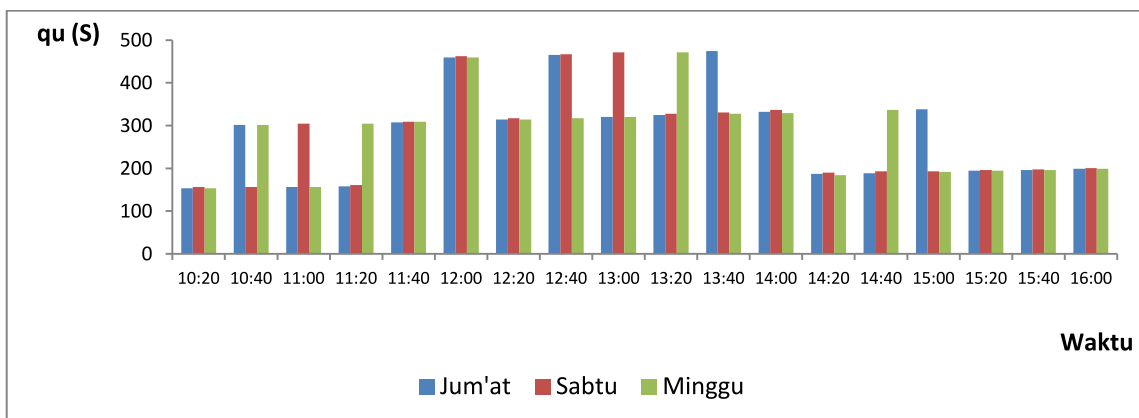
Tingginya energi yang hilang pada pukul 16.00 karena energi yang berguna dihasilkan berkaitan dengan besarnya temperatur air . dengan semakin besar, temperatur air yang dihasilkan maka semakin besar energi berguna (mahendra dan ichani). sehingga menyebabkan selisih temperatur akan semakin besar.

Tabel 2. Energi yang hilang pada pukul 16.00

Hari	T_w (K)	q_{ls} (W)	Q_u (W)
Jumat	337	52.206	199.26
Sabtu	338	53.741	200.82
Minggu	336	52.21	199.23

3.4 Energi Yang Berguna (q_u)

Kinerja reflektor dapat dijelaskan sebagai sebuah keseimbangan energi yang menandakan distribusi energi yang masuk menjadi energi yang berguna setelah dikurangi dengan kehilangan-kehilangan yang di akibatkan oleh konveksi dan radiasi antara absorber dan reflektor. Besarnya energi berguna adalah jumlah antara energi yang tersimpan (q_s) dengan energi yang hilang pada tangki hal ini sesuai dengan rumus $q_u = q_s + q_{ls}$.



Gambar 4. Diagram Energi Berguna Dari Reflektor Terhadap Waktu

Dari diagram terlihat bahwa pengamatan yang dilakukan dari jumat, sabtu dan minggu didapatkan energi berguna tertinggi pada rentang waktu pukul 12.00 sampai 13.40. Harga q_u maksimum dicapai pada priode pengukuran yang memiliki penyinaran matahari maksimum, karena besar energi panas yang dapat dimanfaatkan bertambah,

maka energi yang berguna akan semakin tinggi (wirawan 2011). puncak dari besarnya energi yang berguna yaitu pada pukul 13.40 dapat terlihat sebagai berikut :

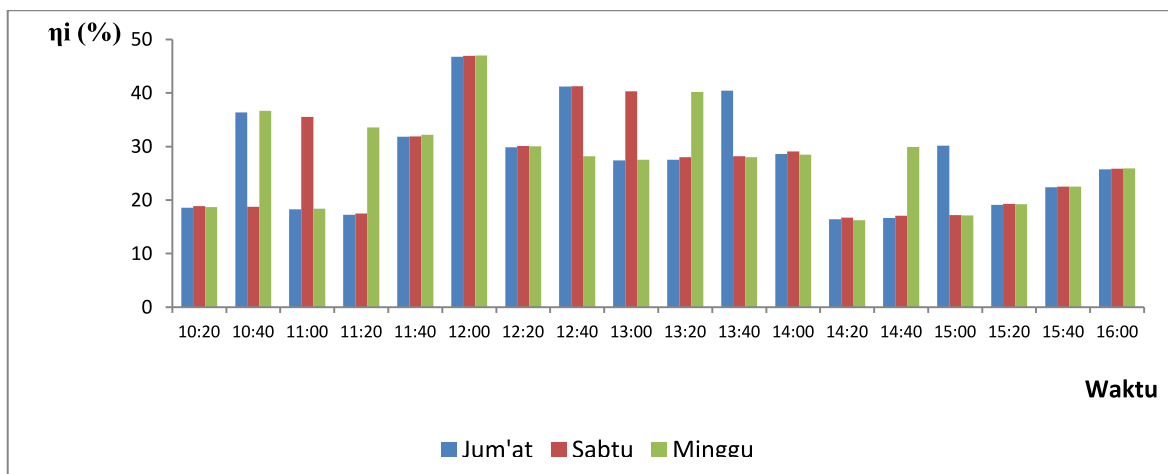
Tabel 3. Energi berguna pada pukul 13.40

Hari	I_b (W/m ²)	S (W/m ²)	q_s (W)	q_{ls} (W)	q_u (W)
Jumat	783.1	471.36	440.87	33.78	474.65
Sabtu	781.9	470.64	293.91	36.51	330.76
Minggu	779.9	469.44	293.91	33.78	327.69

Tabel 3 memperlihatkan bahwa radiasi yang besar akan menghasilkan energi yang diserap menjajadi besar pula, sehingga harga energi berguna didapat pada saat itu.

3.5 Efisiensi Sesaat (η_i)

Efisiensi sesaat dinyatakan sebagai perbandingan antara energi yang bermanfaat (q_u) yang merupakan keluaran (output) terhadap energi yang masuk (input) terhadap luasan kolektor.



Gambar 5. Diagram Efisiensi Sesaat Terhadap Waktu

Dari Diagram efisiensi sesaat kolektor disiang hari lebih besar dari pagi hari dan sore hari dimana radiasi sorot matahari yang mengenai permukaan kolektor maksimum pada saat itu. Dari tabel pengukuran pada hari jumat, sabtu, dan minggu didapatkan bahwa efisiensi terbesar terdapat pada pukul 12.00 hal ini terjadi karena pengaruh waktu pengukuran terhadap efisiensi seperti dapat dilihat bahwa sudut datang (θ) yang kecil menyebabkan radiasi sorot matahari yang mengenai permukaan kolektor dapat lebih banyak diserap menjadi energi (S) akan lebih besar pula. Energi dari absorber dipindahkan ke fluida yang mengalir dalam pipa, kemudian masuk

menjadi energi berguna (q_u) sebagai hasil dari pemanas air yang lebih besar dengan demikian meningkatkan efisiensi sesaat (η_i).

Tabel 4. Pengaruh waktu pengukuran terhadap efisiensi sesaat pukul 12.00

Hari	I_b (W/m^2)	θ ($^\circ$)	S (W/m^2)	Q_s (W)	q_{ls} (W)	Q_u (W)	η_i (%)
Jumat	655.2	33.78	405.34	440.87	18.426	459.29	46.73
Sabtu	656,4	33.90	406.08	440.87	21.496	462.37	46.96
Minggu	651,4	33.67	402.98	440.87	18.426	459.29	47.01

4 Penutup

4.1 Kesimpulan

Dari hasil analisis kinerja pemanas air surya silinder parabolik linear konsentrating, dapat di tarik kesimpulan sebagai berikut :

- Energi berguna dari reflektor parabolik maksimum 474.65 W , energi berguna dipengaruhi oleh radiasi matahari.
- Besarnya kalor yang dimanfaatkan dari dalam tangki maksimumnya 440.87 W
- Efisiensi sesaat dari reflektor parabolik hari jum'at, sabtu dan minggu terbesar pada pukul 12.00, efisiensi minimum 16,23 % dan maksimum 47,01 %.

4.2 Saran

- Pada reflektor perlu dikombinasikan dengan tracker matahari otomatis untuk lebih menghemat tenaga dan waktu.
- Pada tangki diperlukan adanya modifikasi agar panas yang tersimpan didalam tangki tidak mudah hilang.
- Diperlukan penelitian lanjutan untuk aplikasi dari kegunaan energi yang dihasilkan oleh pemanas air reflektor parabolik.

Daftar Pustaka

- Duffie, John. A, William A. Beckman. *Solar Engineering of Thermal Processes*. New York: John Wiley & Sons. 1980.
- Himran, Syukri. *Diktat Kuliah Energi Terbarukan*. Makassar: Jurusan Teknik Mesin Unhas. 1995.
- Holman, J. P, *Perpindahan Kalor*. Terj. E. Jasjfi. Jakarta: Erlangga. 1988.
- Jansen, Ted. J, *Teknologi Rekayasa Surya*. Terj. Wiranto Arismunandar. Jakarta: PT Pradnya Paramita. 1995.

Kreith, Frank, *Prinsip-prinsip Perpindahan Panas*. Terj. Arko Prijono M. Sc. Jakarta: Erlangga. 1997.

Marbun M, *rancang bangun sebuah pemanas air tenaga surya dengan menggunakan kolektor surya plat datar*, Universitas Sumatra Utara. Medan. 2009.

Ozisik, M. Necati. *Heat Transfer A Basic Approach*. New York: Mc Graw Hill. 1985.

Reddy, T. A, Ph. Bouix. *Solar Thermal Component And System Testing*. Bangkok, Thailand: Asian Institute of Technology. 1986.

Wirawan, Made. *Analisa Laju Perpindahan Panas Pada Kolektor Surya Tipe Pelat Datar Dengan Absorber Pasir*, Universitas Mataram. NTB. 2011