

KAJI EKSPERIMENTAL SISTEM PEMANASAN PENAMPUNG AIR MENGGUNAKAN CERMIN DATAR SEBAGAI REFLEKTOR ENERGI MATAHARI

Opalsam^[1], Abdul Muin^[2]

Abstrak : Kebutuhan akan air panas dalam kehidupan sehari-hari saat ini sangat diperlukan, banyak cara untuk memperoleh air panas, baik mempergunakan bahan bakar, energi listrik, ataupun dari bahan bakar kayu. Tapi sekarang ini masalahnya adalah bagaimana cara mendapatkan air yang mudah dan efisien lebih ekonomis sekaligus ramah lingkungan. Oleh karena itu disini akan dikaji suatu sistem pemanas air dengan energi surya dengan menggunakan cermin datar sebagai reflektor.

Pada penelitian ini dilakukan dengan membuat sebuah kontainer penampung air yang terbuat dari bahan aluminium dengan volume air 30 Liter, dengan ukuran panjang (30 cm) x lebar (20 cm) x tinggi (50 cm). Dan pada setiap sisi kotak kontainer dipasang cermin datar untuk menangkap radiasi energi matahari. Cermin datar dipasang berdiri sejajar dengan membentuk sudut terhadap dinding kontainer.

Dari hasil pengujian diperoleh bahwa temperatur air di dalam kontainer tanpa menggunakan cermin dari suhu awal 27.3 °C mampu meningkat menjadi 37.8 °C pada puncak kenaikan, dan secara rata-rata kenaikan yaitu menjadi 35.8 °C. Sedangkan pada pengujian dengan menggunakan cermin suhu puncak mencapai 41.6 °C, sedangkan rata-ratanya menjadi 40.3 °C.

Dari hasil pengujian tersebut, dapat diberikan kesimpulan bahwa cermin datar dapat dipergunakan sebagai reflektor radiasi energi matahari untuk pemanas air buat keperluan air panas buat keperluan rumah tangga, karena di dalam pengujian diperoleh kenaikan suhu pada pengujian dengan dan tanpa cermin datar sebesar 11.59%.

Kata Kunci : Reflektor, cermin datar dan System Pemanas Air

***Abstract :** The need of hot water in every day is very necessary, many ways to obtain the hot water either using fuel, electrical energy or woods. But the problems now is how to get easier and more economiccally, efficient and do not damage the invironment. Therefore here wiil be assessed a water haeting system with solar energy by using a flat mirror as a reflector.*

In this experiment, the study done by creating a water reservoir container made of alluminium, with of volum 30 liter, lenth of container 30 cm, width 20 cm, and height 50 cm, and on each side of the container box mounted flat

1) Alumni Fak. Teknik Program Studi Teknik Mesin Universitas Tridianti Palembang

2) Dosen Program Studi Fak. Teknik Universitas Tridianti Palembang

mirrors to capture the sun's energy radiation. Flat mirrors mounted stand in line with on angle to the container wall.

From the test results obtained that temperature of the water in the container without using a mirror peak temperature reached 41.6 °C, while the average be 40.3 °C.

Conclusion can be given that the flat mirror can be used as a reflector radiation of solar energy for heating water system for domestic use. As obtained in the test temperature increase on testing with and without the flat mirror of 11.59 %.

Keywords : *Reflector, flat mirror and Heating System*

I. PENDAHULUAN

Beragam macam sistem pemanas air tenaga surya telah dikembangkan, baik untuk kebutuhan rumah tangga maupun industri. Besar dan kecilnya temperatur air panas yang diperoleh dari pemanasan energi matahari dapat beragam tergantung dari sistem yang dipergunakan. Air air panas yang diperoleh dari sebuah sistem pemanas untuk keperluan mandi, mencuci, ataupun untuk membersihkan kotoran-kotoran yang mengandung lemak. Sistem pemanas air dipasaran dapat dikategorikan ke dalam sistem pemanas air secara elektrical, sistem pemanas dengan menggunakan bahan bakar dan dengan menggunakan energi surya. Sistem pemanas air secara konvensional dapat dibuat dengan menggunakan energi listrik (*elektrical*), menggunakan energi bahan bakar (*fuel*) dan lain sebagainya, namun dibandingkan dengan sistem pemanas air dengan menggunakan energi surya, sistem konvensional tersebut memiliki kelemahan, sebut saja sistem pemanas air dengan menggunakan bahan bakar dampak negatifnya mengeluarkan emisi gas carbon dioxide (CO₂) yang dianggap sebagai gas rumah kaca.

Sistem pemanas air surya dapat dibagi dalam dua bagian yaitu : Sistem pemanas air type konsentratif (*concentrating type*) dan type sistem pemanas air non konsentratif (*non-*

concentrating type). Type *non konsentratif* paling banyak dipergunakan dalam sistem pemanas air tenaga surya, type ini meliputi sistem pemanas plat datar sebagai kolektor energi surya, sedangkan type konsentratif yaitu sistem pemanas air tenaga surya yang menggunakan parabola sebagai konsentrator yang fokusnya diarahkan pada permukaan bidang yang dipanaskan.

Berdasarkan hal yang diuraikan diatas, disini penulis ingin menguji satu sistem pemanas air tenaga surya type konsentrator, hanya saja disini penulis tidak menggunakan parabola sebagai konsentrator akan tetapi menggunakan cermin datar sebagai reflektor energi surya, karena sesungguhnya sifat cermin maupun parabola sama saja yaitu dapat memantulkan cahaya, yang berbeda adalah pada sifat pantulan. Pada parabola pantulan cahaya matahari mengarah ke satu titik yaitu titik pusat, sedangkan pada cermin datar sinar matahari yang datang dipantulkan tegak lurus atau sesuai dengan besar sudut sinar datang tersebut pada permukaan cermin.

Dengan sifat cermin yang demikian, penulis ingin mengkaji suatu sistem pemanas air menggunakan energi matahari dengan judul "Pengkajian Unjuk Kerja Sistem Penampung Air Panas Dengan Menggunakan Cermin Datar Sebagai Reflektor Pemanas"

Prinsip pengujian disini dengan membuat kontainer penampung air yang tertutup persegi empat terbuat dari plat aluminium, dinding bagian luar di cat hitam sedangkan bagian dalam dibiarkan sebagaimana aslinya, kemudian disetiap sisi kontainer dipasang cermin datar masing-masing menghadap ke kontainer. Pemanasan yang diharapkan terjadi yaitu sinar matahari yang jatuh dipermukaan cermin datar akan terus dipantulkan (*reflector*) ke kontainer, dan selama proses ini terjadi diharapkan transfer energi berupa panas akan terjadi secara alamiah.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Radiasi Cahaya Matahari

Radiasi cahaya matahari yang jatuh langsung pada permukaan bumi secara baik dapat terjadi pada daerah-daerah dekat khatulistiwa, seperti halnya Negara Indonesia dapat dikatakan penyinaran matahari dapat berlangsung sepanjang tahun sehingga sering disebut penyinaran matahari maksimum. Energi radiasi matahari yang tiba di permukaan atmosfer dapat mencapai nilai intensitas radiasi sebesar 1350 W/m^2 , namun di dalam atmosfer sebelum tiba di permukaan bumi intensitas radiasi ini mengalami gangguan berupa penyerapan, pembiasan dan pemantulan sehingga hanya sebagian saja dari radiasi yang sampai di permukaan bumi.

Besarnya gangguan yang dialami oleh radiasi matahari di dalam atmosfer sangat dipengaruhi oleh keadaan atmosfer. Jika langit terjadi mendung maka akan semakin banyak radiasi yang terserap dan dipantulkan, sehingga akan semakin sedikit radiasi yang akan sampai dipermukaan bumi. Secara umum besarnya energi yang sampai di permukaan bumi hanya tinggal 1000 W/m^2 dan ini hanya terjadi bila kondisi langit cerah (*Clear*).

2.2. Sistem Pemanas Air Energi Surya.

System pemanasan air tenaga selalu mengalami perkembangan, dilakukan inovasi dan perubahan teknologi. Dalam sebuah sistem pemanas surya ada komponen primer atau komponen utama. Komponen-komponen utama yang menunjang kinerja dari sistem tersebut yaitu :

- Kolektor penyerap panas adalah jumlah luas area yang tersedia untuk menyerap energi radiasi matahari.
- Tangki penampung merupakan tempat penyimpanan air dari kolektor penyerap panas.

Dalam hal ini Sistem pemanasan air tenaga surya dikategorikan menjadi dua yaitu sistem energi aktif dan energi pasif. energi aktif dan pasif meliputi :

1. Sistem aktif (Menggunakan pompa). Pemanasan air tenaga surya sistem aktif merupakan suatu sistem pemanas air dimana memerlukan energi tambahan dari pompa dalam proses pendistribusian air. Sistem ini lebih efisien karena output yang dihasilkan lebih stabil baik air panas maupun air dinginya.
2. Sistem pasif (Tidak menggunakan pompa) Pemanas air tenaga matahari sistem pasif tidak menggunakan energi tambahan dari pompa, melainkan bergantung pada proses alam untuk mengalirkan air, sistem ini dapat diandalkan, tahan lama dan tergolong lebih murah, sistem pemanasan air matahari pasif cukup baik dalam proses menyediakan air panas dengan sinar matahari salah satu contoh sistem pemanasan energi pasif pada *thermosyphon*.

2.1.1 Jenis Pemanas Air.

Pada awalnya, pemanasan air (*water heater*) lebih banyak digunakan pada Negara yang beriklim dingin. Namun kini dinegara yang beriklim tropis seperti Indonesia sudah mulai banyak juga digunakan.

Ada berbagai jenis dari pemanasan air berikut diantaranya :

- a. Pemanasan air gas.

Pemanasan air seperti ini yang ciri-cirinya terdapatnya lubang silinder yang berada diatas pemanas air yang berfungsi untuk membuang asap dari proses pembakaran.

- b. Pemanasan air listrik.

Sesuai dengan namanya pemanasan air seperti ini bekerja menggunakan listrik. Dibagi menjadi dua jenis, pertama pemanasan air listrik dengan tangki dan tanpa adanya tangki pemanas.

- c. Pemasn air tenaga surya.

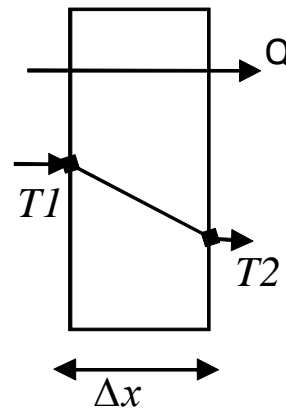
Pemanasan air seperti ini mengandalkan sinar panas matahari untuk memanaskan air, cara kerja type ini adalah menggunakan prinsip penyerapan tenaga matahari.

2.2 Perpindahan Kalor

Kalor berpindah dari satu tempat atau benda ketempat lain atau material lain dengan tiga cara, yaitu konduksi (hantaran), konveksi (aliran), dan radiasi (pancaran).

2.2.1. Perpindahan Panas Konduksi

Berdasarkan eksperimen, menunjukkan panas tetap pada sebidang dinding datar besar tampak pada gambar 2.2.1 dengan ketebalan $\Delta x = L$ dan bidang perpindahan panas A. selisih suhu meliwati dinding adalah $\Delta T = T_1 - T_2$



Gambar 2.2.1 Konduksi Hantaran kalor meliwati sebidang dinding datar

$$Q_{con} = - k \cdot A \cdot \partial T / \partial x$$

Dimana :

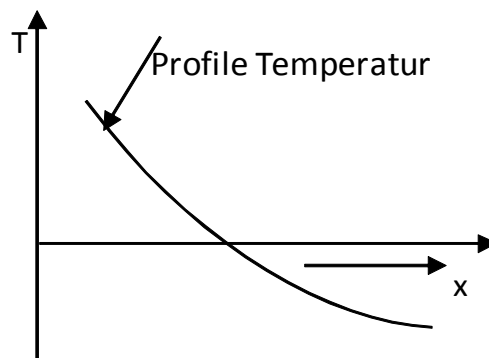
Q = Laju perpindahan Kalor (Watt).

k = Konstanta pembanding/ konduktivitas termal zat (watt/ m°C).

A = Luas bidang perpindahan kalor.

$\partial T / \partial X$ = Gradien suhu pada arah aliran kalor (°C).

Tanda negatif pada persamaan diatas diberikan supaya memenuhi hukum termodinamika, yaitu kalor harus mengalir ke suhu yang lebih rendah seperti ditunjukkan pada gambar.



Gambar 2.2.1 diagram arah aliran panas konduksi

2.2.2 Perpindahan Panas Konveksi

Merupakan suatu bentuk perpindahan suatu energi antara suatu permukaan padat dan cair dan gas yang bersinggungan dalam pergerakannya, dan melibatkan pengaruh gabungan dari konduksi dan gerak fluida. Semakin cepat gerakan fluida semakin besar perpindahan panasnya. konveksi dalam kehidupan sehari-hari dapat kita lihat pada peristiwa terjadinya angin darat dan angin laut. Pada siang hari daratan lebih cepat panas dari pada laut sehingga udara di atas daratan naik dan udara sejuk di atas laut bergerak ke daratan. Hal ini karena tekanan udara di atas permukaan laut lebih besar sehingga angin laut bertiup dari permukaan laut ke daratan. Sebaliknya, pada malam hari daratan lebih cepat dingin daripada laut, sehingga udara bergerak dari daratan ke laut disebut angin darat.

Bila di dalam proses perpindahan panas konveksi, T_w adalah suhu pada benda plat dan T_∞ adalah suhu fluida dan apabila kecepatan diatas plat adalah nol maka kalor hanya dapat berpindah dengan cara konduksi, akan tetapi apabila fluida diatas plat bergerak dengan kecepatan tertentu, maka kalor berpindah dengan cara konveksi yang mana gradien suhu bergantung dari laju fluida membawa kalor. Sedangkan laju perpindahan kalor dipengaruhi oleh luas permukaan perpindahan kalor (A) dan beda suhu menyeluruh antara permukaan bidang dengan fluida dapat dirumuskan :

$$q = h \cdot A \cdot (T_w - T_\infty) \dots\dots\dots(2)$$

Dimana :

- q = aliran kalor (watt)
- h = Koefisien konveksi (watt/m°C)
- A = luas bidang permukaan kalor
- ΔT = $(T_w - T_\infty)$ Perbedaan temperatur (°C)

Untuk menentukan koefisien perpindahan panas konveksi alami (h), yang dalam hal ini plat datar dapat ditentukan dengan

mencari angka *Rayleigh (Ra)* dan angka *Nusselt (Nu)*, terlebih dahulu dengan demikian nilai h dapat diketahui dengan persamaan :

$$h = \frac{k}{L} Nu \dots\dots\dots(3)$$

Untuk mengetahui sifat-sifat fisik udara dapat dilihat pada tabel A-15, dalam buku head transfer edisi kedua karangan Cengel A. Yunus.

Prinsip dasar konveksi, koefisien perpindahan panas konveksi, laju perpindahan panas konveksi dengan cara konveksi antara batas benda padat dengan fluida seperti pada persamaan 2 koefisien perpindahan panas konveksi sebenarnya merupakan fungsi yang rumit dari aliran fluidanya serta geometri sistemnya, sifat medium fluidanya dan geometri sistemnya. harga angka dari suatu permukaan tidak seragam bergantung pada lokasi tempat pengukuran suhu T_∞ .

Perpindahan panas benda padat dan fluida terjadi dengan adanya suatu gabungan dari konduksi dan angkutan (*transport*) masa. Bila suatu fluida mengalir sepanjang suatu permukaan yang bersuhu berlainan dari pada suhu fluida, maka perpindahan panas yang terjadi dengan cara konduksi molekul didalam fluida maupun bidang antara fluida dan permukaan gerakan fluida tersebut dapat disebabkan oleh dua proses, fluida dapat bergerak sebagai akibat dari perbedaan kerapatan yang disebabkan oleh perbedaan suhu di dalam fluida itu sendiri mekanisme ini sering disebut dengan konveksi bebas (*free conveksion*) atau konveksi alamiah (*natural conveksion*).

Perpindahan panas konveksi tergantung pada viskositas fluida, disamping ketergantungan sifat termal fluida seperti : konduktivitas termal, kalor spesifik dan densitas, hal ini disebabkan karena viskositas mempengaruhi laju perpindahan energi didaerah dinding.

$$Ra_L = \frac{g\beta(T-T_\infty)L^3}{\nu^2} Pr \dots\dots\dots (4)$$

Dimana :

- g = Percepatan Gravitasi m²/s
- β = koefisien ekspansi volume 1/k
- T_s = Suhu fluida diluar lapisan batas termal °C
- L = Panjang Geometri M
- T_w = Suhu dinding °C
- ν = viskositas kinematik.

2.2.3 Perpindahan Panas Radiasi

Radiasi pada dasarnya terdiri dari gelombang elektromagnetik. Radiasi dari Matahari terdiri dari cahaya tampak ditambah panjang gelombang lainnya yang tidak bisa dilihat oleh mata, termasuk radiasi inframerah yang berperan dalam menghangatkan Bumi.

Kecepatan atau laju radiasi kalor dari sebuah benda sebanding dengan pangkat empat suhu mutlak benda tersebut.

Kecepatan radiasi juga sebanding dengan luas A dari benda yang memancarkan kalor. Dengan demikian, kecepatan radiasi kalor meninggalkan sumber tiap selang waktu tertentu (Q/Δt) dirumuskan:

$$\frac{Q}{\Delta t} = e\sigma AT^4 .$$

Dimana σ = 5,67 x 10⁻⁸ W/m²K⁴).

Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa bahan penyerap kalor yang baik juga merupakan pemancar kalor yang baik. Kecepatan total pancaran kalor dari benda ke lingkungan dirumuskan menurut hukum Stefan-Boltzman :

$$Q_r = Fe.Fg A.\sigma.\Delta T^4 \dots\dots\dots (5)$$

Dimana :

- Q_r = laju perpindahan panas radiasi (watt)
- fe = Fungsi Emisitivitas bahan

- F_g = Fungsi geometri
- A = Luas permukaan bidang
- T = Suhu absolut benda (°k)
- = Konstanta Stefan-Boltzmanan (5,67 x 10⁻⁸W/m²K⁴).

2.2.4 Perpindahan Panas Gabungan

Pada dinding datar dimana pada satu sisinya terdapat fluida panas dianggap A. dan pada sisi lain terdapat fluida B. yang lebih dingin perpindahan kalor dinyatakan :

$$Q : \frac{T1 - T2}{\epsilon R_{tot}} \dots\dots\dots (6)$$

Proses perpindahan kalor dapat kita gambarkan dengan jaringan. Perpindahan kalor gabungan dihitung dengan jalan membagi beda suhu menyeluruh dengan jumlah tahanan termal:

$$R_{tot} = R_{conv,1} + R_1 + R_2 + R_{3conv 2} \dots\dots(7)$$

$$= \frac{1}{h1A} + \frac{L1}{K1A} + \frac{L2}{K1A} + \frac{L3}{K2A} + \frac{1}{h2A}$$

Dimana :

- A = Luas pada penampang
- L = Ketebalan lapisan pada plat
- K = Konduktivitas bahan

2.2.5 Konduktivitas termal

Konduktivitas termal (k) merupakan ukuran kemampuan suatu material atau benda untuk menghantarkan panas baik atau tidak tergantung dari materialnya itu sendiri,

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Tempat Penelitian

Penelitian atau pengujian dilakukan ditempat terbuka agar terkena radiasi matahari, Lokasi penelitian di Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Tridnanti Palembang.

3.2 Peralatan dan Alat Ukur

Dalam pengujian ini ada beberapa peralatan pengujian ini sebagai berikut :

Peralatan

1. Penampung air
2. Anemometer
3. Cermin
4. Termokopel

3.3. Persiapan Pengujian

Penampung air berupa kontainer yang berukuran 0,3 x 0,2 x 0,5 m terbuat dari plat aluminium diisi air sebanyak 30. Di setiap sisi kotak kontainer dipasang cermin yang mana permukaan cermin mengarah ke dinding kontainer.

3.4. Pengambilan Data.

Dalam pengujian ini ada beberapa hal yang perlu diperhatikan

1. Pengambilan data-data awal sebelum pengujian
2. Pengambilan data-data berikutnya secara berkala dengan kelang waktu 15 menit dari pukul 09.00 Wib sampai pukul 15.00 Wib.

IV. HASIL PENGUJIAN DAN ANALISA

4.1 Data Hasil Pengujian Perpindahan Panas

Data pengujian yang diambil adalah temperatur air, temperatur dinding dalam dan luar kontainer.

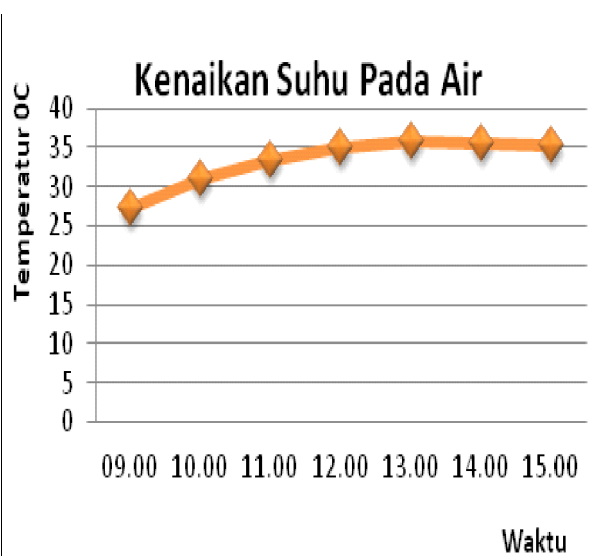
Tabel 4.1. pengujian Tanpa Cermin, pengujian dilakukan selama 6 jam, data pengujian diambil dengan jangka waktu 15 menit. Hasil pengujian dimasukan pada tabel sebagai berikut :

Tabel 4.1 Pengujian Tanpa Cermin

Waktu (wib)	I (W/m ²)	v (m/s)	T _∞ (°C)	T ₁ (°C)	T ₂ (°C)	T ₃ (°C)
9:00	375	0,74	34,5	30,3	27,3	27,3
10:00	426	1,24	36,6	31,9	31	30,9
11:00	477	1,14	35,4	34,7	33,5	33,3
12:00	434	1,12	35,6	35,4	35,2	34,9
13:00	453	1,17	35,8	36,3	35,9	35,8
14:00	450	1,12	36,6	36,5	36,4	35,5
15:00	395	1,18	36,1	35,9	35,6	35,2

Data tabel diatas menunjukkan pengujian pemanasan air dalam kontainer tanpa cermin, disini hanya memanfaatkan radiasi matahari saja, dari hasil pengujian diperoleh suhu tertinggi pada pukul 13:00 wib, dengan suhu maksimal pencapaian 35,8 °C dari suhu awal air 27,3 °C. Kenaikan suhu air lebih kurang sebesar 8.1 derajat

Hasil pengujian dapat ditunjukkan melalui grafik 4.1.



Gambar 4.1 grafik kenaikan suhu pada air dalam kontainer tanpa cermin.

Tabel 4.1 Pengujian Tanpa Cermin Kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan air dari suhu 27,3! menjadi 35,8 ! adalah 14,8 Watt

Setelah melakukan pengujian dengan nilai konduksi yang ada diperoleh dari hasil perhitungan harga koefisien konveksi bebas (h) yaitu sebesar $1.22 \text{ W/m}^2 \text{ }^\circ\text{C}$

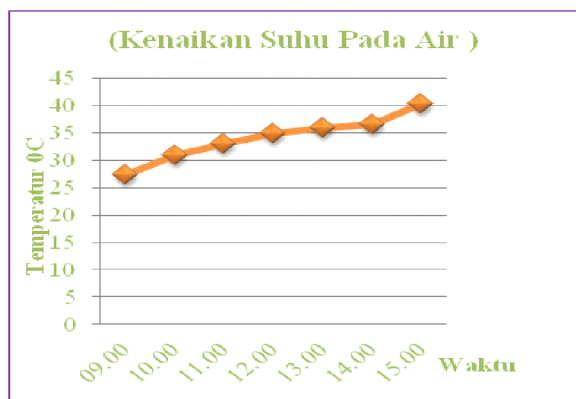
4.2. Tabel Data Hasil Pengujian Kontainer Menggunakan Cermin

Tabel 4.2 Data Pemanasan Air Menggunakan Cermin

Waktu (Wib)	I (W/m^2)	T_∞ ($^\circ\text{C}$)	T_1 ($^\circ\text{C}$)	T_2 ($^\circ\text{C}$)	T_3 ($^\circ\text{C}$)	T_4 ($^\circ\text{C}$)	T_5 ($^\circ\text{C}$)
09.00	575	36,5	27,9	27,3	27,3	30	30
10.00	610	35,5	31,6	31,1	30,8	35,1	35
11.00	531	35,3	34	33,2	33	36,6	37,5
12.00	601	36,9	35,1	34,9	34,9	38,2	38,5
13.00	612	37,2	35,8	36	35,9	38,5	38,6
14.00	596	37,5	37	36,9	36,6	39	38,4
15.00	570	34,4	40,8	40,6	40,3	37	36,8

Keterangan Tabel :

- I = Identitas Radiasi Matahari (W/m^2)
- T_∞ = Temperatur Sekitar ($^\circ\text{C}$)
- T_1 = Temperatur Dinding Luar ($^\circ\text{C}$)
- T_2 = Temperatur Dinding Dalam ($^\circ\text{C}$)
- T_3 = Temperatur Air ($^\circ\text{C}$)
- T_4 = Temperatur Cermin A ($^\circ\text{C}$)
- T_5 = Temperatur Cermin B ($^\circ\text{C}$)



Gambar 4.2 grafik kenaikan suhu air dalam kontainer pada pengujian dengan menggunakan cermin datar sebagai reflektor.

Dilihat dari grafik, data hasil pengujian proses pemanasan air menggunakan cermin datar sebagai reflektor pemanas, penguji mendapatkan hasil suhu maksimal pada jam 15,00 dengan temperatur $40,3 \text{ }^\circ\text{C}$ suhu awal $27,5 \text{ }^\circ\text{C}$.

Kalor yang dibutuhkan untuk memanaskan air dari suhu $27,3!$ menjadi $40,3!$ adalah sebesar $74,8 \text{ Watt}$.

Dari kedua pengujian yang dilakukan yaitu pemanasan air tanpa dan dengan menggunakan cermin sebagai reflektor, bahwa pengujian dengan menggunakan cermin mampu memberikan kenaikan temperatur air didalam kontainer dibandingkan dengan air dalam kontainer tanpa cermin yaitu peningkatan sebesar 11.59% .

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan perhitungan analisis pada data-data hasil pengujian, dapat disimpulkan dari hasil kedua pengujian bahwa :

1. Air panas yang diperoleh selama pengujian tanpa cermin temperatur yang diperoleh $37,8 \text{ }^\circ\text{C}$ dan pada suhu awal $27,3 \text{ }^\circ\text{C}$, ada kenaikan sebesar $9,5 \text{ }^\circ\text{C}$. Temperatur rata-ratanya mencapai $35,8 \text{ }^\circ\text{C}$.
2. Jika dibandingkan pengujian pemanasan menggunakan cermin datar temperatur air di dalam kontainer mampu mencapai $41,6 \text{ }^\circ\text{C}$ dan harga rata-ratanya adalah $40,3 \text{ }^\circ\text{C}$.
3. Bahwa pemakaian cermin datar dalam sistem pemanasan sebagai reflector, terutama untuk pemanasan air dapat dapat dipergunakan untuk capaian temperatur antara $25 \text{ }^\circ\text{C} - 60 \text{ }^\circ\text{C}$.

DAFTAR PUSTAKA

- Archie W. Culp, Jr., Ir. Darwin Sitompul
M.Eng, Prinsip Prinsip Konversi
Energi. 1991, Penerbit Erlangga.
- H.P. Garg, J. Prakash, Solar Energi
Fundamentals and Application. Tata
McGraw-Hill Publishing Company
Limited, 2000.
- Frank Kreith, Arko Prijono M.Sc. Prinsip-
Prinsip Perpindahan Panas, Edisi
ketiga. Penerbit Erlangga 1985.
- Yunus A Cancel, “ *Heat Transfer A Practical
Approach* “. Internal Edition, 2003
McGraw-Hill Companies, Inc, New
York.
- Frank P. Incroper, “ *Fundamental of Heat and
Mass Transfer* “, Fifth Edition. Jhon
Wiley & Sons. New York. 2002.
- N.V. Suryanarayana, “ *Design and Simulation
of Thermal Systems* “, Mc Graw Hill.
2003
- Prof. Ir. H. Samudro, Dr. Ir. Abdurrachim 1990.
Pengantar Konversi Energi.
Laboratorium Termodinamik PAU
ITB Bandung