

## Efisiensi Kompor Surya Parabola Berreflektor Cermin Untuk Menunjang Ketahanan Energi

Abdul Haris Subarjo<sup>1</sup>, Benedictus Mardwianta<sup>2</sup>, Anugrah Budi Wicaksono<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

[ab.haris.79@gmail.com](mailto:ab.haris.79@gmail.com)<sup>1</sup>

Received 11 November 2019 | Revised 11 Januari 2020 | Accepted 17 Januari 2020

### ABSTRAK

Radiasi matahari menghasilkan kalor sebagai sumber energi yang dapat dikumpulkan menjadi satu titik sehingga mampu untuk memasak air menggunakan alat bernama Reflektor cermin parabolic. Untuk memperbesar perpindahan kalor menyeluruh (Qm) maka dipilih bahan reflector yang mudah memantulkan sinar matahari. Tujuan yang dilakukan pada penelitian ini adalah untuk mengetahui daya dan efisiensi termal kolektor pada kompor tenaga surya. Metodologi penelitian ini dengan cara pengambilan data dengan parameter waktu yang sudah ditentukan sesuai kondisi lingkungan untuk memanaskan air 1000 gram. Subyek penelitian ini adalah parabolic solar cooker dengan diameter 84 cm. Hasil daya kompor yang diperoleh sebesar 36,59 Watt dan efisiensi termal kompor sebesar 6,18 %. Daya kompor dipengaruhi oleh selisih temperatur air setelah dipanaskan dengan temperatur air sebelum dipanaskan. Semakin besar temperatur air setelah dipanaskan maka akan memperbesar daya kompor tersebut. Semakin besar perpindahan kalor menyeluruh Qm dan semakin kecil intensitas radiasi matahari pada reflector yang menggunakan cermin maka efisiensi termal semakin besar.

Kata kunci: Kompor Parabola Tenaga Surya, Daya Kompor, Efisiensi Termal

### ABSTRACT

*Solar radiation generates the heat as a source of energy that can be collected into a single point so that it is able to cook water using a tool named mirror parabolic reflector. To enlarge the whole heat transfer (QM) then selected reflector material that easily reflects the sunlight. The purpose of this study is to find out the power and efficiency of thermal collectors on solar power stoves. This research methodology by means of data retrieval with specified time parameters according to environmental conditions to heat water 1000 grams. The subject of this study is the parabolic solar cooker with a diameter of 84 cm. Results of stove Power obtained at 36.59 Watt and thermal efficiency of the stove amounted to 6.18%. The cooker's power is influenced by the water temperature difference after heated with water temperature before heated. The larger the water temperature after heated it will enlarge the stove's power. The larger the overall heat transfer of the Qm and the smaller the intensity of the solar radiation on the reflector using the mirror hence the greater the thermal efficiency.*

*Keywords: Solar Satellite Dish Stove, Stove Power, Thermal Efficiency*

## I. PENDAHULUAN

Tingkat konsumsi energi dunia rata-rata akan tumbuh 1.6% per tahun, bertambah hingga 36% pada tahun 2030 (Anonim, 2019). Pemerintah menetapkan ketahanan energi sebagai salah satu prioritas pembangunan nasional (Anonim, 2019). Ketahanan energi adalah suatu kondisi terjaminnya ketersediaan energi, akses masyarakat terhadap energi pada harga yang terjangkau dalam jangka panjang dan tidak terpengaruh oleh gejolak regional maupun internasional (Caraka, 2016). Ketahanan Energi Nasional mempunyai elemen: 1) terjaminnya ketersediaan energi (availability), 2) masyarakat mempunyai akses energi pada harga terjangkau (*accessibility and affordability*), 3) tersedia jangka panjang (*sustainability*), 4) perlindungan lingkungan hidup (Kurniawati, 2017). Kebutuhan kompor untuk memasak tidak terlepas dari penggunaan energi. Biasanya kompor menggunakan energy listrik dari kompor listrik dan gas pada kompor gas. Besarnya biaya untuk pembelian listrik dan harga gas semakin naik, naiknya harga listrik dan gas tersebut akan membebani masyarakat Indonesia. Dari sini muncul ide untuk menciptakan alat kompor murah, sederhana tetapi mempunyai fungsi pemasok energi pengganti listrik dan gas LPG. Kompor ini dinamakan kompor surya parabola. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya dan efisiensi termal yang dihasilkan kolektor pada kompor surya. Selain itu untuk mengetahui perpindahan kalor yang terjadi pada kompor *surya parabolic*. Penelitian ini dibatasi dengan kondisi sebagai berikut media dan bahan yang digunakan pada pengujian adalah air dan panci aluminium, kompor tenaga surya menggunakan empat cermin datar dengan ukuran 30x30 cm yang dipasang pada empat sisi parabola dan cermin datar di potong kecil yang ditempel pada permukaan dalam parabola untuk menghasilkan cermin cekung, pengujian dilakukan pada ruang terbuka dengan Intensitas radiasi Matahari berkisar antara 169.6 W/m<sup>2</sup> sampai dengan 974.4 W/m<sup>2</sup>, derajat

kemiringan pada *reflektor* mengikuti posisi *rotasi* Matahari. Untuk kecepatan angin dan faktor *eksternal* lainnya tidak termasuk dalam pembahasan kompor tenaga surya ini.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Penelitian Sebelumnya

Kompor energi matahari (*solar cooker*) merupakan alat memasak perancangan pemanfaatan panas surya mempergunakan kolektor surya parabola, panas di titik fokus kolektor ditangkap dengan memasang benda logam berbentuk bola atau tabung *silinder* yang berisi cairan. Cairan penangkap panas kemudian disirkulasikan melalui sebuah pipa ke penanak panas, agar suhu sesuai dengan yang diinginkan maka proses sirkulasi cairan penangkap panas dikontrol otomatis. Hasil penelitian: (a) *Kolektor* surya parabola diameter 250 cm, *reflector plat stainless* kilap 0,5 mm pada cuaca normal mampu membakar kertas Koran, (b) Sistem kontrol arah kolektor surya menggunakan *timer digital* memberikan perubahan arah 7,5 derajat setiap 30 menit, dengan nilai ketepatan sesuai dengan yang diprogram, (c) Sistem kontrol sirkulasi air panas menggunakan *Termo Kontrol Digital*, (d) Kondisi cuaca normal mampu memanaskan air sampai suhu 100°C, waktu 1 jam 30 menit (Bahariawan, 2014).

Dibandingkan dengan *microwave*, mereka bisa mengurangi tahunan biaya siklus hidup hingga 40% dan dampak lingkungan hingga 65%, termasuk emisi gas rumah kaca (Mendoza, 2019). Alat pemanas air untuk mengetahui laju konveksi, pembuatan alat pemanas air tenaga surya, uji alat pemanas air tenaga surya, uji kelayakan alat pemanas air tenaga surya. Hasil percobaan, air pada alat pemanas air tenaga surya mengalami kenaikan suhu maksimum sebesar 56°C, dipanaskan pada jam 12.00-13.00 WIB laju konveksinya 285,70 W (Frengky, 2016). Hasil rancang bangun memiliki spesifikasi rangka panjangnya 193 cm, lebar 150 cm, tinggi 150 cm dan untuk *reflektor* berdiameter sebesar 191 cm, kecil 28.6 cm, kelengkungan jari-jari 27.7 cm, titik fokus 55.5 cm. pada lengan beban terjadi gaya sebesar 23.25 kg dan  $\sigma = 10,475 \text{ KN/mm}^2$ , bahan plat baja St 37, beban pada pen 23.25 kg dan  $\sigma \tau = 9.25 \text{ N/mm}^2$ , bahan baut M12 dan beban pada tempat benda uji diasumsikan 10kg,  $\tau = 941 \text{ N/mm}^2$  bahan besi cor kelabu Fc 20. alat ini mampu memanaskan air 4 liter dan mendidih dalam waktu 1 jam pada cuaca cerah (Masyudi, 2013).

Penelitian/ pengujian kompor energi surya tipe kolektor parabola berdiameter 166 cm dan aluminium foil sebagai bahan reflektornya, dengan memanaskan air 2,5 liter. Disimpulkan kompor energi surya dapat berfungsi dengan baik jika radiasi termal matahari berkisar antara 500 W/m<sup>2</sup> sampai dengan 900 W/m<sup>2</sup> selama lebih kurang 3 jam. Efisiensi maksimum kompor surya 12 % (Marwani, 2011). Dengan mendesain kompor portabel parabola kipas berbahan plat *Stainlees Steel Mirror* 304, pengujian menggunakan standarisasi *American Society of Agricultural Engineers Standard* (ASAE) S580. Hasilnya purwa rupa kompor portabel, desain, pengujian berhasil mencapai suhu memuaskan, waktu tidak lama. Untuk daya masak terstandarisasi dengan temperatur tertinggi 84°C, temperatur stagnasi terstandarisasi 84°C, waktu pemanasan sensibel terstandarisasi 4148,86 detik atau 69 menit, waktu masak tanpa diawasi terstandarisasi 10277,65 detik. Untuk mendapatkan luas tangkapan sinar matahari seluas 1 m<sup>2</sup> maka dimensi kompor energi matahari dengan diameter reflektor 117 cm, fokus 13 cm, berat alat keseluruhan 20 kg (Dwicaksono, 2018).

Penelitian desain kombinasi parabola setengah silinder, sehingga permukaan sinar masuk ke dalam oven surya berbentuk oval, luas permukaan sinar matahari 1.3 m<sup>2</sup>, reflektor dilapisi potongan cermin, fokus sinar pada kedalaman 36 cm dari permukaan atas, bagian atas parabola diberi penutup plastik transparent, berfungsi melindungi absorber dari udara lingkungan. Pada fokus sinar pantul diletakkan kotak aluminium hitam, untuk absorber dan wadah pemanggangan roti, data digunakan untuk menentukan efisiensi dan *cooking power*. Hasil, memberikan informasi tentang kinerja oven surya, semakin bertambahnya volume air, maka membutuhkan energi panas lebih banyak, nilai *cooking power* tertinggi 646 watt diperoleh dari hasil pengujian volume air 2 liter, nilai efisiensi oven surya tertinggi 0,72 diperoleh dari hasil pengujian volume air 2 liter. Oven surya dapat memanggang roti berat adonan 1 kg, selama 55 menit (Hatuwe, 2018).

### B. Teori Dasar Termodinamika

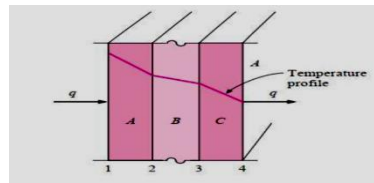
Proses perpindahan panas jika panas mengalir dari tempat yang suhunya tinggi ke tempat suhunya yang lebih rendah, dengan media penghantar panas tetap. Perpindahan kalor pada suatu zat tersebut tidak disertai dengan perpindahan partikel-partikel (Holman, 1997).

$$Q = -k A ((T_2 - T_1) / \Delta x) \quad (1)$$

Dengan:

Q	= aliran kalor (Watt)
k	= konduktivitas termal (W/m. K)
A	= luas permukaan (m <sup>2</sup> )
T1	= temperatur titik fokus pada bagian bawah panci (K)
T2	= temperatur permukaan pada bagian dalam panci (K)
$\Delta x$	= tebal dinding (m)

Tanda (-) digunakan untuk memenuhi hukum kedua Termodinamika yaitu “kalor mengalir ke tempat yang lebih rendah dalam skala temperature



Gambar 1. Perpindahan Kalor Melalui Dinding

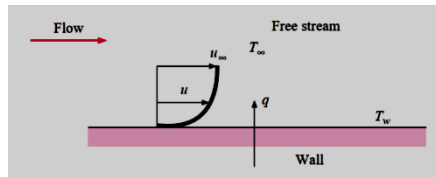
1. Konveksi

Perpindahan panas konveksi, dimana perpindahan panas terjadi di antara permukaan sebuah benda padat dengan fluida (cairan atau gas) yang mengalir atau menyentuh permukaan, dan zat perantaranya ikut berpindah. Dan perpindahan kalor secara konveksi bergantung kepada viskositas fluida disamping ketergantungannya kepada sifat-sifat termal fluida itu (konduktivitas termal, kalor spesifik, densitas). Hal ini harus dipahami karena viskositas suatu fluida mempengaruhi profil kecepatan, dan itu mempengaruhi laju perpindahan energi didaerah dinding (Holman, 1997)

$$Q = h A (T_2 - T_3) \tag{2}$$

Dengan:

- Q = aliran kalor (Watt)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>. K)
- A = luas permukaan (m<sup>2</sup>)
- T<sub>2</sub> = temperatur permukaan pada bagian dalam dinding panci (K)
- T<sub>3</sub> = temperatur fluida air (K)



Gambar 2. Perpindahan Kalor Konveksi Dari Suatu Plat

2. Radiasi

Radiasi merupakan perpindahan panas tanpa zat perantaranya. Perpindahan energi terjadi melalui bahan antara, kalor juga dapat berpindah melalui daerah-daerah hampa. Mekanismenya disini adalah sinaran atau radiasi elektromagnetik. Laju perpindahan panas radiasi dapat dinyatakan dengan Hukum Stefan-Boltzmann (Holman, 1997).

$$Q = \sigma A T^4 \tag{3}$$

Dengan:

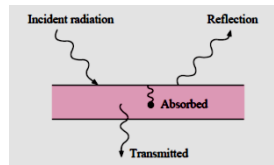
- Q = aliran kalor (Watt)
- Σ = konstanta Stefan-Boltzmann (5,669 x 10<sup>-8</sup> W/m<sup>2</sup>. K<sup>4</sup>)
- A = luas permukaan (m<sup>2</sup>)
- T<sup>4</sup> = temperatur permukaan (K)

Nilai radiasi juga dapat diperoleh dari alat ukur solar power meter untuk mengetahui intensitas radiasi Matahari saat pengujian sedang berlangsung dan dinyatakan dalam persamaan:

$$Q/A = 1 \text{ W/m}^2 = 0,317 \text{ Btu/h} \cdot \text{ft}^2 \tag{4}$$

Dimana:

Q/A= fluks kalor per luas satuan (W/m<sup>2</sup>)



Gambar 3. Pengaruh Radiasi Datang

### 3. Perpindahan kalor menyeluruh

Aliran *kalor* menyeluruh yang berpindah dari dinding panci dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: (Holman, 1997).

$$Q_m = U \cdot A \cdot (\Delta T_{\text{menyeluruh}}) \quad (5)$$

Dengan:

$Q_m$  = perpindahan kalor menyeluruh (Watt)

$A$  = luas permukaan sisi bawah panci ( $m^2$ )

$U$  = koefisien perpindahan-kalor menyeluruh ( $W/m^2 \cdot K$ )

$\Delta T$  = perbedaan temperatur  $T_1 - T_2$  (K)

Untuk menentukan nilai dari dari koefisien perpindahan-kalor menyeluruh dapat menggunakan persamaan sebagai berikut (Holman. 1997).

### 4. Koefisien perpindahan-kalor menyeluruh

$$U = 1 / (1/h_1 + \Delta x/k + 1/h_2) \quad (6)$$

Dengan:

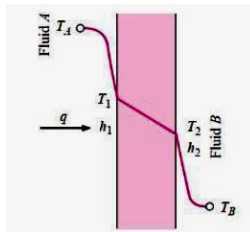
$U$  = koefisien perpindahan-kalor menyeluruh ( $W/m^2 \cdot K$ )

$k$  = nilai konduktivitas termal aluminium ( $W/m \cdot K$ )

$h_1$  = nilai koefisien perpindahan kalor konveksi gas ( $W/m^2 \cdot K$ )

$h_2$  = nilai koefisien perpindahan kalor konveksi air ( $W/m^2 \cdot K$ )

$\Delta x$  = tebal dinding (m)



Gambar 4. Perpindahan Kalor Menyeluruh Melalui Dinding Datar

### 5. Efisiensi Energi

Energi adalah kemampuan untuk melakukan usaha (misalnya untuk energi listrik dan mekanika); daya (kekuatan) yang dapat digunakan untuk melakukan berbagai proses kegiatan, misalnya dapat merupakan bagian suatu bahan atau tidak terikat pada bahan (seperti sinar matahari); tenaga. Energi juga tak dapat diciptakan atau dimusnahkan, namun dapat dirubah dari bentuk energi yang satu ke bentuk energi yang lain, hal ini dijelaskan dalam hukum kekal energi,

Efisiensi energi dari kompor tenaga surya dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$\eta_E = (Q_m) / (I) \quad (7)$$

Dengan:

$\eta_E$  = efisiensi energi (%)

$Q_m$  = rata-rata kalor berguna (Watt)

$I$  = rata-rata radiasi langsung matahari pada reflektor (Watt)

### 6. Energi berguna (Qu)

Energi berguna ( $Q_u$ ) dari luas kolektor dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: (Duffie, 2006)

$$Q_u = m \cdot c \cdot (T_{3\text{akhir}} - T_{3\text{awal}}) \quad (8)$$

Dengan:

$Q_u$  = energi berguna (Joule)

$m$  = massa air dalam panci (kg)

$c$  = kalor jenis air : 4,2 (kJ/kg.oC) atau 4.200 (J/kg.K)

$T_{3\text{akhir}}$  = temperatur akhir air (K)

T<sub>3awal</sub> = temperatur awal air (K)

### 7. Daya Kompor Tenaga Surya

Daya memasak pada kompor tenaga surya dapat dihitung dengan persamaan: (Duffie, 2006)

$$P = m.c.(T_{3akhir} - T_{3awal})/t \tag{9}$$

Dengan:

P = daya kompor tenaga surya (Watt)

T<sub>3akhir</sub> = temperatur akhir air (K)

T<sub>3awal</sub> = temperatur awal air (K)

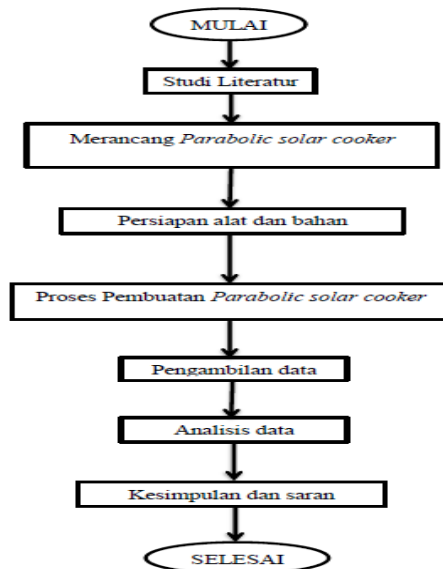
t = waktu (s)

m = massa air dalam panci (kg)

c = kalor jenis air : (4,2 kJ/kg.° C) atau (4200 J/kg.K)

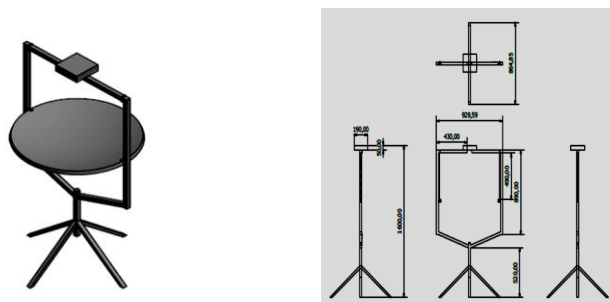
### III. METODE PENELITIAN

Pengujian dilakukan pada ruang terbuka dengan Intensitas radiasi Matahari berkisar antara 169.6 W/m<sup>2</sup> sampai dengan 974.4 W/m<sup>2</sup>, titik fokus dan derajat kemiringan pada reflektor mengikuti posisi rotasi Matahari, faktor lain dari lingkungan diabaikan, media dan bahan yang digunakan pada pengujian adalah air 1000 gram dan panci aluminium, kompor tenaga surya menggunakan cermin datar yang di potong kecil dan ditempel pada permukaan dalam parabola untuk menghasilkan cermin cekung, modifikasi pada bagian kaki-kaki untuk menempatkan parabola agar lebih tinggi dari permukaan tanah.



Gambar 5. Diagram Alir Penelitian

Proses pembuatan dan pengujian kompor tenaga surya dibutuhkan alat dan bahan  
Alat yang digunakan antara lain: Solar power meter, Termokopel, Pengaris (meteran), Palu, Panci Aluminium, Lakban, Kunci pas, Mesin las, Gerinda dan Bor listrik.  
Bahan yang digunakan antara lain: Cermin, Besi Pipa Stall, Antena parabola, Besi, Baut dan mur.

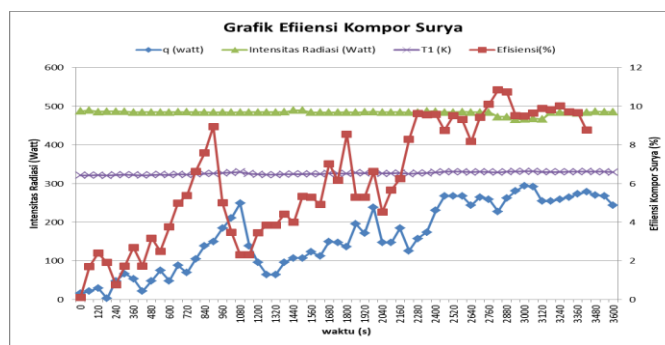


Gambar 6. Kompor Tenaga Surya

Kompur surya parabola adalah kompor tenaga matahari yang memanfaatkan pantulan dari radiasi matahari yang langsung di konsentrasikan ke panci. Kompur tenaga surya dengan memanfaatkan antena parabola yang telah dibuat menjadi reflektor (cermin cekung) yang berfungsi untuk mengumpulkan sinar atau radiasi dari matahari dan juga memantulkan sebagian sinar yang diterima. Tinggi titik fokus dapat diubah untuk memaksimalkan kalor yang diterima. dan posisi reflektor mengikuti arah matahari. Penurunan intensitas radiasi matahari yang terjadi saat pengujian tidak terlalu berpengaruh signifikan terhadap temperatur air dalam panci akan tetapi sangat berpengaruh pada temperatur dari titik fokus atau bagian bawah panci. Temperatur tertinggi pada air dan titik fokus kompor tenaga surya didapatkan pada kondisi siang hari antara jam 11.00-13.00 WIB, dikarenakan sinar matahari yang diterima optimal dan tegak lurus dengan parabola. Adapun ukuran dari alat diatas adalah diameter reflector parabola 80 cm, ukuran potongan-potongan cermin pada piringan parabola sebesar 2x2 cm, panjang kaki untuk menjaga ketinggian alat sebesar 34.5 cm dan tinggi dudukan alat masak untuk panci sebesar 66.5 cm.

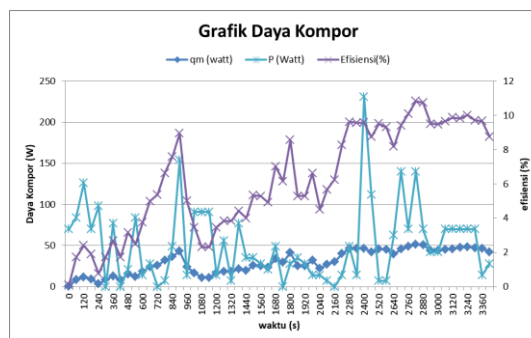
**IV. HASIL DAN PEMBAHASAN**

Kompur surya dan pemanas surya menyerap radiasi matahari dan mengubahnya menjadi panas. Panci dipanaskan oleh radiasi matahari yang melewati dinding panci bagian bawah setelah sinar matahari dipantulkan oleh reflektor parabola yang terbuat dari cermin.



**Gambar 7. Grafik Efisiensi Kompur Surya.**

Gambar 7. pelat panci membutuhkan waktu sekitar 1080 detik (18 menit) untuk mencapai suhu 329,7 K (56,5°C) dari temperatur awal panci 298 K (25°C). Suhu yang dicapai cocok dan setara dengan proses memasak dalam kisaran waktu yang dapat diterima untuk pemanasan air. Perpindahan kalor konduksi (Q) semakin meningkat dengan adanya intensitas cahaya matahari yang relative konstan. Temperatur air juga semakin meningkat dari temperatur 27°C menjadi 55°C pada 2460 detik (41 menit). Selama proses pemanasan air, panas ditransfer dari pelat logam ke massa air 1 kilogram. Hasil eksperimen menunjukkan bahwa kompor surya belum layak untuk memasak air jika dikonsumsi sebagai minuman karena belum mencapai temperatur 100° C. Pada penelitian ini diperoleh efisiensi kompor surya maksimal 10,84% dan rata-rata efisiensi kompor surya sebesar 6,18%. Besarnya efisiensi tergantung dari besarnya perpindahan kalor menyeluruh (Qm) dibagi dengan besarnya intensitas matahari (I).



**Gambar 8. Grafik Daya Kompur**

Daya kompor (P) seperti pada gambar 8, rata-rata menghasilkan sebesar 36,59 Watt karena dipengaruhi oleh temperatur akhir air dikurangi dengan temperatur awal air sebelum dilakukan pemanasan. Daya memasak pada kompor tenaga surya dapat dihitung dengan persamaan (9). Pada detik ke 900 menghasilkan daya kompor 154 Watt disebabkan oleh selisih temperatur dengan detik ke 840 sebesar 2,2°C.

Hal ini dipengaruhi oleh besarnya perpindahan kalor menyeluruh yang semakin meningkat dengan radiasi matahari  $981 \text{ Watt/m}^2$ . Pada detik ke 2400 menghasilkan daya kompor 231 Watt disebabkan oleh selisih temperatur dengan detik ke 2340 sebesar  $3,3^\circ\text{C}$ . Hal ini dipengaruhi oleh besarnya perpindahan kalor menyeluruh yang semakin meningkat dengan radiasi matahari  $985 \text{ Watt/m}^2$ . Intensitas radiasi matahari tergantung dari cuaca saat pengambilan data, dan jika sinar matahari tertutup awan maka akan menurunkan intensitas radiasinya. Kesimpulannya adalah semakin cepat waktu yang dibutuhkan air untuk mendidih maka akan semakin besar nilai daya kompor surya.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Hasil utama yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu pelat yang digunakan untuk memasak mencapai temperatur  $327,7 \text{ K}$  dalam waktu 1080 detik. Daya kompor rata-rata sebesar 36,59 Watt, nilai tersebut cukup untuk memasak air dalam waktu kurang dari 1 jam untuk air sebanyak 1000 gram. Efisiensi kompor surya maksimal 10,84% dan rata-rata efisiensi kompor surya sebesar 6,18%. Besarnya efisiensi tergantung dari besarnya perpindahan kalor menyeluruh ( $Q_m$ ) dibagi dengan besarnya intensitas matahari ( $I$ ).

### B. Saran

Setelah dilakukan penelitian, maka penulis memberikan saran untuk meningkatkan daya kompor dan efisiensi kompor sebagai berikut:

1. Sebaiknya pengujian dilakukan pada ruang terbuka yang sangat cerah dengan intensitas radiasi matahari berkisar antara  $900 \text{ W/m}^2$  sampai dengan  $1000 \text{ W/m}^2$
2. Titik fokus dan derajat kemiringan pada reflektor mengikuti posisi rotasi Matahari.
3. Kecepatan angin yang menabrak panci dan kompor surya parabola dibuat sekecil mungkin. Hal ini berguna untuk mengurangi jumlah kalor yang terbuang bersama angin.
4. Panci aluminium sebaiknya di cat warna hitam untuk memaksimalkan lagi penyerapan energi matahari.
5. Potongan datar untuk permukaan parabola sebaiknya berukuran lebih kecil untuk mempermudah dalam menyatukan titik focus dari bahan parabola.

## DAFTAR PUSTAKA

- Anonim (2019). *Sustainable Energy dan Upaya Ketahanan Energi Nasional*, diakses dari: [https://kemlu.go.id/portal/id/read/171/halaman\\_list\\_lainnya/sustainable-energy-dan-upaya-ketahanan-energi-nasional](https://kemlu.go.id/portal/id/read/171/halaman_list_lainnya/sustainable-energy-dan-upaya-ketahanan-energi-nasional), pada tanggal 11 november 2019 jam 07.00 wib.
- Bahariawan, A. (2014). Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Kolektor Parabola Terkontrol. *Jurnal Ilmiah Inovasi*, 14(2).
- Caraka, R. E. (2016). Simulasi Kalkulator Energi Baru Terbarukan (EBT) Guna Memenuhi Ketahanan Energi di Indonesia. *Statistika: Journal of Theoretical Statistics and Its Applications*, 16(2), 77-88.
- Duffie, J.A., and Beckman, W, A. (2006) *Solar Engineering of Thermal Processes*. Second edition. John Wiley & Sons, Inc. New York.
- Dwicaksono, M. B., & Rangkuti, C. (2018, February). Perancangan, Pembuatan, dan Pengujian Kompor Energi Matahari Portabel Tipe Parabola Kipas. *In Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan* (pp. 41-48).
- Frengky, J. F. (2016). Pembuatan Alat Pemanas Air Tenaga Surya Sederhana Untuk Mengetahui Laju Konveksi. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa FKIP Prodi FISIKA*, 1(2).
- Hatuwe, A. N., Wusurwut, A. H., & Kelian, M. A. S. (2018). Studi Eksperimen Kinerja Oven Surya Berpermukaan Bentuk Oval. *Jurnal Simetrik*, 7(1), 1-7.
- Holman, J.P., Alih Bahasa Jasjfi, E. (1997). *Perpindahan Kalor* Edisi Keenam. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Marwani (2011). Potensi Penggunaan Kompor Energi Surya Untuk Kebutuhan Rumah Tangga, *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*, Palembang.
- Masyudi, B. , & Asmawi, (2013). Rancang Bangun Kompor Tenaga Surya Berdiamter 191 Cm. *Jurnal Ilmiah GIGA* Volume 16 (1) Juni 2013.

Mendoza, J. M. F., Gallego-Schmid, A., Rivera, X. C. S., Rieradevall, J., & Azapagic, A. (2019). Sustainability assessment of home-made solar cookers for use in developed countries. *Science of the total environment*, 648, 184-196.

Kurniawati, L. (2017). Kebijakan Dana Ketahanan Energi Sebagai Upaya Mewujudkan Ketahanan Energi Sebagai Upaya Mewujudkan Ketahanan Energi Nasional: Konsep dan Tantangannya. *Jurnal Manajemen Keuangan Publik*, 1(1), 29-41.