

STUDY OF THE POTENTIAL USE OF PARABOLA SOLAR TYPE STORES TESTED IN 500 GRAM WATER TO SUPPORT ENERGY RESILIENCE

Benedictus Mardwianta¹, Abdul Haris Subarjo^{*2}, Anugrah Budi Wicaksono³

^{1,2,3}Teknik Mesin, Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto, Jl. Janti Blok R-Lanud Adisucipto
Yogyakarta

ab.haris.79@gmail.com*

Abstract

Solar energy is a huge and infinite source of energy so that solar energy can support energy resilience. Parabolic solar cell reflectors use mirrors. The purpose of this research is to determine the thermal collector's power and thermal efficiency on solar stoves. This research methodology is by taking data with time parameters that have been determined according to environmental conditions. The subjects of this study were parabolic solar cookers with a diameter of 84 cm to 500 gram water. The results of the average stove power obtained by 141.71 Watt and the thermal efficiency of the stove by 5.45%. The power of the stove is affected by the difference in temperature of the water after it has been heated by the temperature of the water before it is heated. The greater the temperature of the water after heating it will increase the power of the stove. The greater the overall heat transfer Q_m and the smaller the intensity of solar radiation on the reflector using a mirror, the greater the thermal efficiency.

Keyword: Energy Resilience, Solar energy, Parabolic solar cell, thermal efficiency

Abstrak

Energi surya adalah sumber energi yang sangat besar dan tak terhingga sehingga energi surya dapat mendukung ketahanan energi. Reflektor parabolic solar sel menggunakan cermin. 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. Subyek penelitian ini adalah parabolic solar cooker dengan diameter 84 cm terhadap air 500 gram. Hasil daya kompor rata-rata yang diperoleh sebesar 141.71 Watt dan efisiensi termal kompor sebesar 5.45 %. 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 Q_m dan semakin kecil intensitas radiasi matahari pada reflector yang menggunakan cermin maka efisiensi termal semakin besar.

Kata kunci: Ketahanan energi, energi surya, parabolic solar sel, efisiensi termal

1. Latar Belakang Masalah

Pengelolaan energi baru dan energi terbarukan harus senantiasa berdasarkan pada asas-asas dalam melakukan pengusahaan dan pengelolaan energi, yaitu : Asas Kemanfaatan; Asas Efisiensi Berkeadilan; Asas Peningkatan Nilai Tambah; Asas Keberlanjutan; Asas Kesejahteraan Masyarakat; Asas Pelestarian Fungsi Lingkungan; Asas Ketahanan Nasional; Asas Keterpaduan [1]. Ketahanan Energi merupakan salah satu komponen Ketahanan Nasional. Dalam rangka mendukung Ketahanan Energi perlu memanfaatkan sumber energi alternatif, salah satunya tenaga matahari.

Pengumpul energi surya yang mampu mencapai suhu tinggi hanya dengan menggunakan *kolektor* surya *parabola* [2]. Pemanas air menggunakan teknologi sederhana, pemanas air tenaga surya mengalami kenaikan suhu maksimum sebesar 56°C pada jam 12.00-13.00 WIB, laju konveksinya $285,70\text{ W}$ [3]. Penelitian lain dengan spesifikasi rangka panjangnya 193 cm, lebar 150 cm, tinggi 150 cm dan *reflektor* berdiameter 191 cm, alat mampu memanaskan air 4lt dan mendidih 1 jam pada cuaca cerah [4]. Penelitian lain kompor energi surya tipe kolektor parabola berdiameter 166 cm, aluminium foil sebagai bahan reflektornya, memanaskan air 2,5 liter, radiasi termal matahari 00 W/m^2 sampai dengan 900 W/m^2 selama 3 jam. Efisiensi maksimum kompor surya 12 % [5].

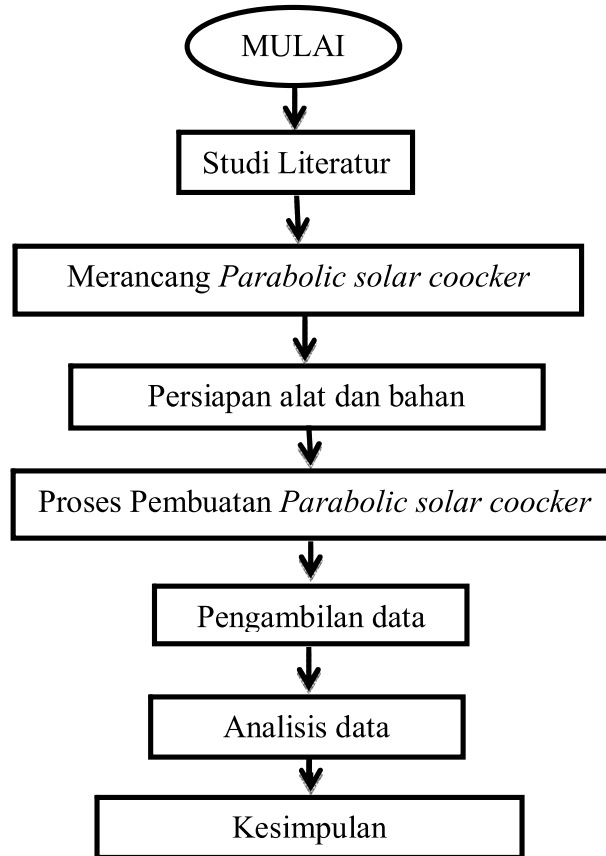
Penelitian lain desain kompor *portabel* tipe *parabola* kipas berbahan plat *Stainless Steel Mirror* 304, dengan standarisasi *American Society of Agricultural Engineers Standard* (ASAE) S580. Daya Masak Terstandarisasi *temperatur* tertinggi 84°C , *Temperatur stagnasi* Terstandarisasi 84°C , Waktu Pemanasan *Sensibel* Terstandarisasi 69 menit, waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi 171,30 menit, luas tangkapan sinar matahari 1 m^2 , didapatkan dimensi kompor energi matahari diameter *reflektor* 117 cm, fokus 13 cm, berat 20 kg. Nilai efisiensi dari kompor energi matahari yang didefinisikan dengan perbandingan daya insolasi rata-rata $561,48\text{ W}$ dengan daya masak rata-rata $24,86\text{ W}$ menghasilkan nilai efisiensi sebesar 4,42%. [6]. Penelitian lain Oven surya desain kombinasi *parabola* setengah silinder, permukaan sinar masuk ke oven surya berbentuk oval. Oven surya memiliki luas permukaan sinar matahari masuk 1.3 m^2 , *reflektor* dilapisi potongan cermin, fokus sinar pada kedalaman 36 cm dari permukaan atas, di bagian atas parabola diberi penutup dari plastik transparan, hasilnya semakin bertambah volume air, maka membutuhkan energi panas lebih banyak, nilai *cooking power* tertinggi 646 watt hasil pengujian volume air 2 liter, *efisiensi* oven surya tertinggi 0,72. Oven surya dapat memanggang roti dengan berat adonan sebesar 1 kg, selama 55 menit [7]. Tiga jenis kompor surya - box, *panel* dan *parabola*, Hasil penelitian dibandingkan dengan *microwave*, bisa mengurangi tahunan biaya siklus hidup hingga 40%. [8].

Perbedaan penelitian yang kami lakukan terletak pada hasil proses produksi kompor tenaga surya keseluruhan 160 cm dari bawah sampai dudukan alat masak, dan kaki kerangka dibuat dengan besi hollow tipe b 2x2 cm, *reflektor* menggunakan antena *parabola* diameter 74 cm, kedalaman 7 cm serta cermin ukuran 2x2 cm. Gantungan *reflektor* Dibuat dengan besi plat tebal 3 mm, panjang 49 cm dikaitkan dari rangka ke *reflektor*, Dudukan alat masak dengan besi siku kotak tinggi 49 cm dari *reflektor* dan tebal 3 cm, sebagai obyek *heat transfer* adalah air 500 gram. Kelebihan penelitian kami terletak pada penggunaan bahan baku penelitian, yaitu kami menggunakan pecahan cermin bekas yang disusun sebagai *refrektor*. Serta diameter *parabola* dengan ukuran 74 cm sehingga diharapkan lebih efisien tempat. Matahari/surya adalah bola gas yang sangat panas dengan diameter $1,3 \times 10^9\text{ m}$. Matahari/surya pada prinsipnya adalah *reaktor* yang mencampur unsur-unsur gas dengan terus – menerus [9]. *Radiasi* surya (*solar radiation*) merupakan suatu bentuk *radiasi termal* yang mempunyai distribusi panjang gelombang yang khusus. [10]. Cahaya pun dapat dianggap sebagai gelombang elektromagnetik [11]. Kompor surya *parabola* adalah kompor tenaga matahari yang memanfaatkan pantulan dari *radiasi* matahari yang langsung di konsentrasikan ke panci. [12].

2. Metodologi Penelitian

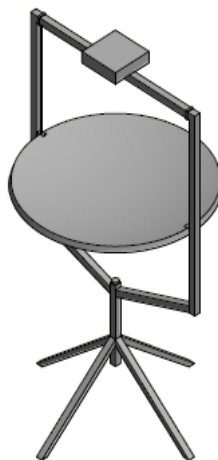
Pengambilan data dengan pengujian parameter waktu yang sudah ditentukan, dan kondisi cuaca lingkungan sekitar. Subyek penelitian *parabolic solar cooker*, obyek *heat transfer* air 500 gram, kompor tenaga surya adalah keseluruhan 160 cm dari bawah sampai dudukan alat masak, dan kaki kerangka dengan besi hollow tipe b 2x2 cm, *Reflektor* antena *parabola* diameter 74 cm, kedalaman 7 cm serta cermin ukuran 2x2 cm mempunyai luasan

parabola sebesar $0,43 \text{ m}^2$. Gantungan *reflektor* dengan besi plat tebal 3 mm, panjang 49 cm dikaitkan dari rangka ke reflektor, Dudukan alat masak dengan besi siku kotak tinggi 49 cm dari *reflektor* dan tebal 3 cm. Model *struktur* kompor tenaga surya dibuat menggunakan *software CATIA* dan juga *Inventor*. Langkah penelitian *parabolic solar cooker* adalah sebagai berikut:



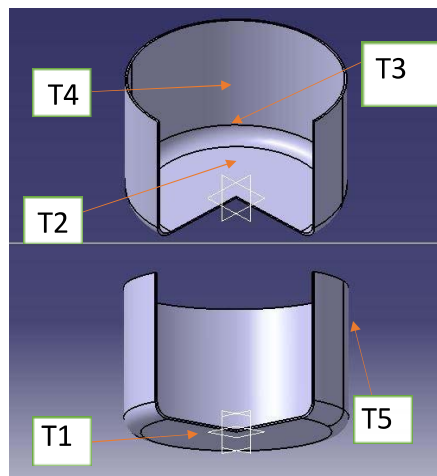
Gambar 1 Diagram Alir Penelitian

Penulis menggunakan *software Inventor* untuk memudahkan perancangan kompor tenaga surya.



Gambar 2 Kompor Tenaga Surya Parabola 3D

Menggunakan *software parabola calculator 2.0* untuk memudahkan menentukan titik fokus penulis. Titik fokus diperoleh dengan cara memasukan diameter dan kedalaman *parabola* atau *reflector*



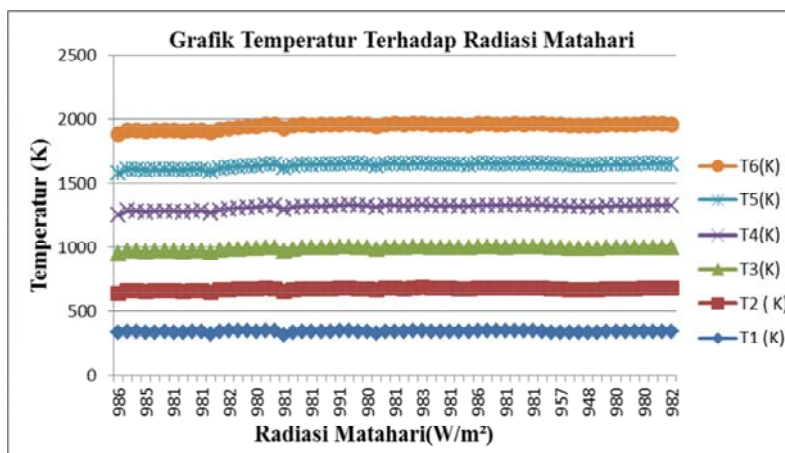
Gambar 3. Letak Posisi Kabel *Termokopel*

- T1 = temperatur titik fokus pada permukaan bagian bawah dinding panci (K)
- T2 = temperatur permukaan pada bagian dalam dinding panci (K)
- T3 = temperatur air didalam panci (K)
- T4 = temperatur lingkungan uap air dalam panci (K)
- T5 = temperatur lingkungan *surrounding* luar panci (K)

Alat yang diperlukan untuk penelitian diantaranya: *Solar power meter*, *termokopel*, meter ukur (meteran), palu, panci Aluminium, lakban, kunci pas, mesin las, gerinda, bor listrik. Sedangkan bahan yang diperlukan dalam penelitian diantaranya: Cermin, besi *hollow*, antena *parabola*, pipa besi, baut dan mur. Penelitian dan pengambilan data dilakukan pada tanggal 20 september-20 November 2019, di Desa, Batu Retno Kec. Banguntapan, Kabupaten Bantul, DIY.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 . *Temperatur Terhadap Radiasi Matahari*



Grafik 1 *Temperatur Terhadap Radiasi Matahari*

Dari gambar grafik diatas dapat dilihat bahwa hubungan antara *Temperatur* terhadap *radiasi* matahari relatif *stabil* dan juga *konstan* kenaikannya, ada *faktor* lain yang mempengaruhi *temperatur* salah satunya kecepatan angin pada lingkungan pengujian kompor ini yang kecepatannya berubah-ubah tiap detiknya dan *shadow effect*.

Keterangan:

T1 = *temperatur* titik fokus pada permukaan bagian bawah dinding panci (K)

T2 = *temperatur* permukaan pada bagian dalam dinding panci (K)

T3 = *temperatur* air didalam panci (K)

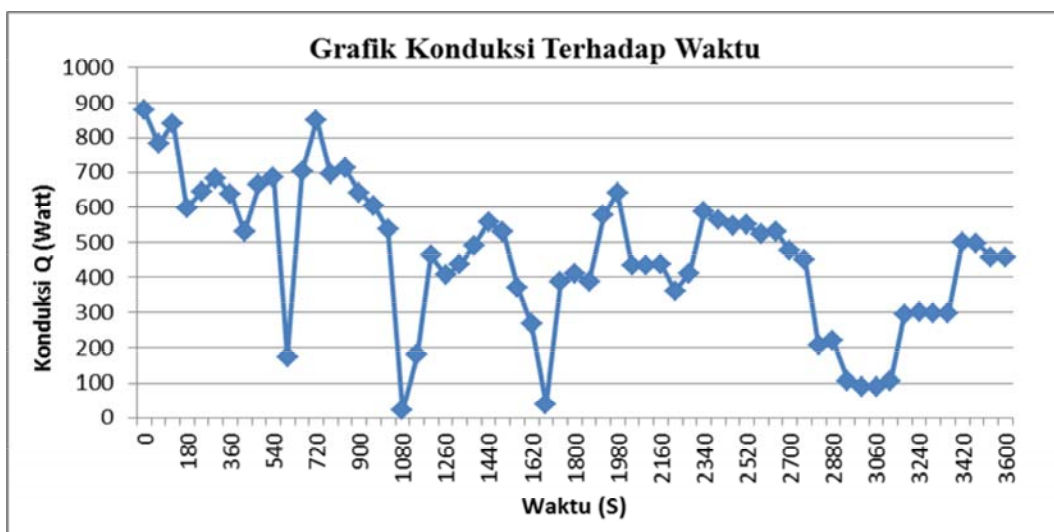
T4 = *temperatur* lingkungan uap air dalam panci (K)

T5 = *temperature reflector parabola* (K)

T6 = *temperatur* lingkungan *surrounding* luar panci (K)

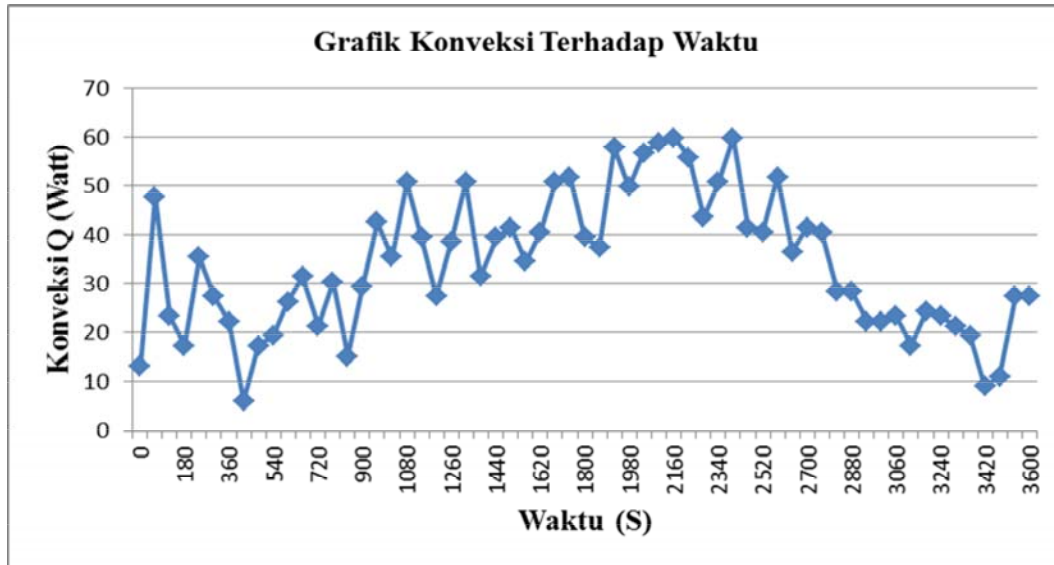
3.2 Konduksi

Dari grafik 2, dapat dilihat bahwa laju perpindahan *kalor konduksi* dapat berubah – ubah, hal ini dipengaruhi oleh perubahan waktu yang membuat *temperatur* juga ikut berubah, semakin besar perbedaan *temperatur* maka semakin besar laju perpindahan *kalor*. Terdapat nilai minus yang muncul adalah akibat perbedaan *temperatur* dimana *temperatur* dinding bawah panci atau titik fokus lebih rendah dibandingkan dengan *temperatur* permukaan dinding dalam pada panci. dalam hal ini *temperatur* permukaan dinding dalam pada panci berpindah ke sisi luar panci dimana sisi luar panci memiliki *temperatur* yang lebih rendah. Karena adanya perubahan waktu yang sehingga adanya kenaikan intensitas *radiasi* matahari/surya namun sempat ada penurunan dikarenakan *faktor* lingkungan seperti kecepatan angin, dan juga awan.



Grafik 2 Pengaruh Waktu Terhadap Perpindahan *Kalor* Konduksi

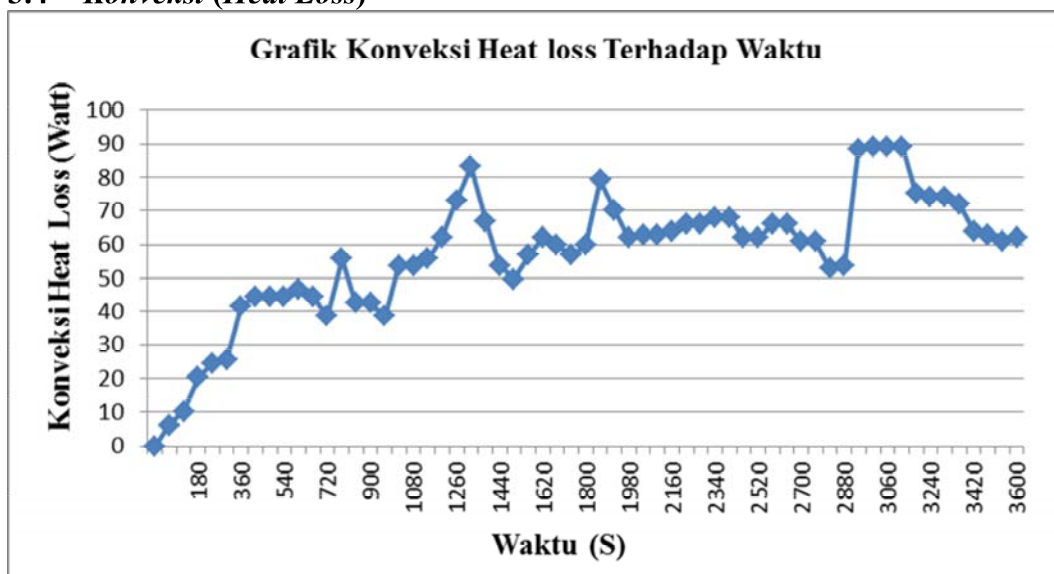
3.3 Konveksi



Grafik 3 Pengaruh Waktu Terhadap Perpindahan Kalor Konveksi

Dari grafik 3 dapat dilihat bahwa laju perpindahan *kalor konveksi* dihubungkan dengan beda suhu menyeluruh antara dinding dan *fluida*, dan luas permukaan. Perbedaan suhu karena adanya perubahan waktu yang mengakibatkan laju perpindahan *kalor* berubah – ubah setiap satu menit dikarenakan *intensitas radiasi* matahari meningkat setiap menitnya.

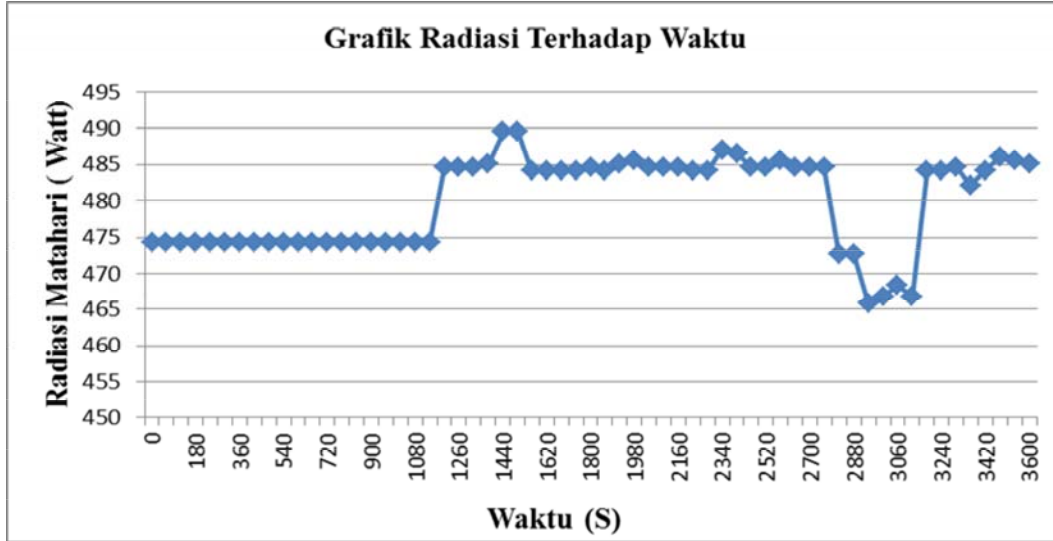
3.4 Konveksi (Heat Loss)



Grafik 4 Heat Loss Konveksi Terhadap Waktu

Dari grafik 4 dapat kita lihat banyaknya jumlah *kalor* yang terbuang, hal ini di akibatkan karena pada saat pengambilan data panci dibiarkan terbuka sehingga banyak *kalor* yang terbuang. Pengaruh dari lingkungan sekitar sangat mempengaruhi *kalor* yang terbuang dikarenakan *kalor* bergerak dari *temperatur* tinggi ke *temperatur* yang lebih rendah.

3.5 Radiasi



Grafik 5 Intensitas Radiasi Mathari Pada Reflektor Terhadap Waktu

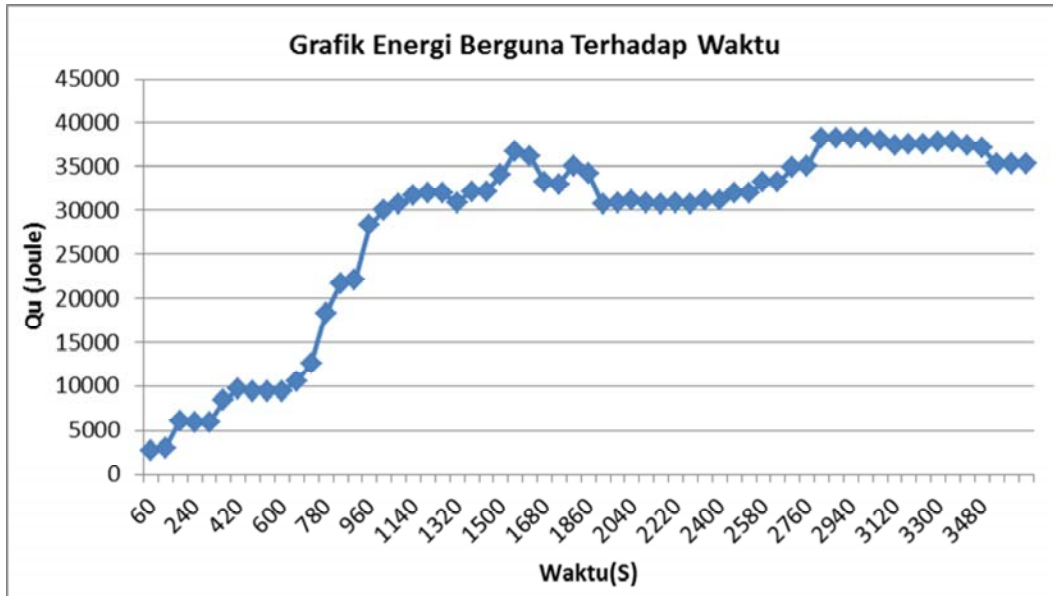
3.6 Efisiensi Energi

$$\eta E = \frac{26.3908}{483.5045} = 5.45823 \%$$

3.7 Energi berguna (Qu)

$$Q_u = 1\text{kg} \cdot 4.200 \text{ J/kg.K} (300.3 \text{ K} - 299 \text{ K})$$

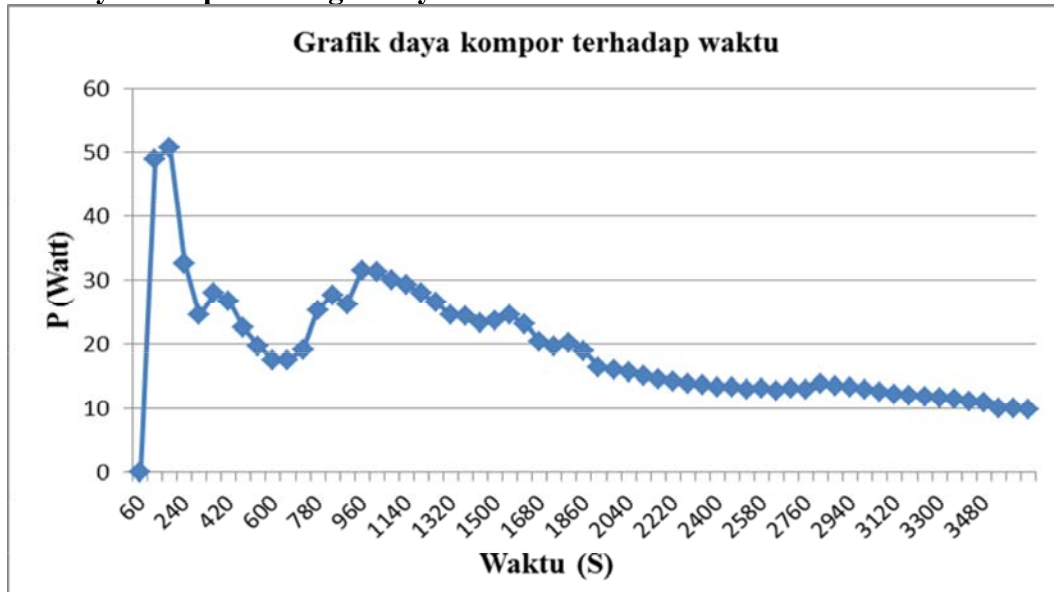
$$= 5460 \text{ Joule}$$



Grafik 6 Energi Berguna Terhadap Waktu

Dari grafik 6 dapat dilihat bahwa energi berguna kompor tertinggi adalah 116760 Joule dan daya berguna terendah adalah 5460 Joule dan energi berguna rata-rata adalah 81727 Joule.

3.8 Daya Kompor Tenaga Surya



Grafik 7 Daya Kompor Terhadap Waktu

Dari grafik 7 dapat dilihat bahwa nilai tertinggi daya kompor adalah 5460 Watt, daya kompor terendah adalah 29.2069 Watt dan daya kompor rata-rata adalah 141.7116 Watt.

4. Kesimpulan

Pada penelitian kompor tenaga surya tipe parabola berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap “Rancang Bangun dan Unjuk Kerja Kompor Tenaga Surya dari Antena Parabola”, menggunakan *reflektor* antena parabola diameter 74 cm dan luasan 0,43 m² dengan potongan cermin sebagai bahan reflektornya membutuhkan waktu 1 jam untuk memanaskan air 55,4 °C menghasilkan efisiensi energi adalah 5.45823 %. Penelitian lain desain kompor portabel tipe parabola kipas berbahan plat Stainlees Steel Mirror 304, dengan standarisasi American Society of Agricultural Engineers Standard (ASAE) S580. Waktu Pemanasan Sensibel Terstandarisasi 69 menit, waktu Masak Tanpa Diawasi Terstandarisasi 171,30 menit, diameter reflektor 117 cm menghasilkan nilai efisiensi sebesar 4,42%. Berdasarkan penelitian diatas maka bahan reflector dari potongan cermin akan menghasilkan efisiensi lebih besar yaitu 5,45% daripada bahan reflector plat Stainlees Steel Mirror 304 yaitu 4,42%.

5. Ucapan Terima Kasih

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga peneliti dapat menyelesaikan tugas penelitian dengan baik tanpa suatu halangan yang berarti. Penyelesaian penelitian ini tentu tidaklah lepas dari bantuan, bimbingan, dukungan serta semangat dari berbagai pihak. Oleh karena itu, pada kesempatan ini peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Tuhan YME yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya sehingga penelitian ini dapat terselesaikan. Ketua STTA yang telah membantu pendanaan penelitian. Kepala P3M STTA yang telah memberikan dukungan dana penelitian. Kepala Departemen Teknik Mesin STTA yang telah membantu fasilitas di STTA. Seluruh dosen Teknik Mesin STTA yang luar biasa dan semua pihak yang terkait dalam pembuatan penelitian ini. Peneliti menyadari bahwa dalam penulisan penelitian ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu diharapkan kritik dan saran yang membangun dari berbagai pihak untuk menyempurnakannya. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi kita. Terima kasih.

Daftar Pustaka

- [1] Muhamad Azhar dan Dendy Adam Satriawan. (2018). Implementasi Kebijakan Energi Baru dan Energi Terbarukan Dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Administrative Law & Governance Journal*. Vol. 1 Edisi 4 November 2018
- [2] Bahariawan, A. (2014). Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Kolektor Parabola Terkontrol. *Jurnal Ilmiah Inovasi*; Vol 14, No 2, 204
- [3] Jacky Frans Frengky, Silvia Rita, M.Sc, Sohibun, M.Pd. (2016). Pembuatan Alat Pemanas Air Tenaga Surya Sederhana Untuk Mengetahui Laju Konveksi. *Jurnal Penelitian Program Studi Fisika*. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Pasir Pengaraian.
- [4] Masyudi, Basori, & Asmawi. (2013). Rancang Bangun Kompor Tenaga Surya Berdiamter 191 Cm. *Jurnal Ilmiah GIGA*. Volume 16 (1) Juni 2013.
- [5] Marwani. (2011). Potensi Penggunaan Kompor Energi Surya Untuk Kebutuhan Rumah Tangga. *Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3*, Palembang.
- [6] Dwicaksono, M.B., Rangkuti, C. (2017). Perancangan, Pembuatan Dan Pengujian Kompor Energi Matahari Portable Tipe Parabola Kipas. *Prosiding Seminar Nasional Cendekiawan 3 Buku 3 P*. 41,44.
- [7] Azmain Noor Hatuwe, Abdul Hadi Wusurwut, Kelian M.A.S. (2017). Studi Eksperimen Kinerja Oven Surya Berpermukaan Bentuk Oval. *Jurnal Simetrik* Vol.7, No.1, Juni 2017.
- [8] Joan Manuel F. Mendoza., Alejandro Gallego-Schmid, Ximena C. Schmidt Rivera Joan Rieradevall , Adisa Azapagic. (2019). Sustainability assessment of home-made solar cookers for use in developed countries. *Journal Elsevier Science of the Total Environment*. Volume 648, 15 January 2019, Pages 184-196.
- [9] Duffie, J.A., and Beckman, W, A. (2006). *Solar Engineering of Thermal Processes*. Second edition. John Willey & Sons, Inc. New York.
- [10] Holman, J.P., Alih Bahasa Jasjfi, E. (1997). *Perpindahan Kalor Edisi Keenam*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- [11] Giancoli, D.C. (2014). *Fisika: Prinsip & Aplikasi*, jilid.1, edisi 7, PT.Penerbit.Erlangga, Jakarta.
- [12] Bergler, H., Biermann, E., Grupp, M., Owen-Jones, M., and Palmer, R. (1999). *Moving Ahead with Solar Cookers*. Deutsche Gesellschaft for Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany.