

Kode Rumpun Ilmu : 0431/Teknik Mesin
Bidang Fokus : Konversi Energi

**LAPORAN
PENELITIAN MADYA**



**PENGOLAHAN LIMBAH CERMIN DATAR UNTUK MENINGKATKAN
EFISIENSI KOMPOR BERBENTUK PARABOLA UNTUK MENUNJANG
KETAHANAN ENERGI**

PENELITI

BENEDICTUS MARDWIANTA, S.T., M.T.

NIDN: 0521037604

ABDUL HARIS SUBARJO, S.Si., M.Sc.

NIDN: 0502107901

**Penelitian Internal STTA
Tahun Anggaran 2019/2020**

**SEKOLAH TINGGI TEKNOLOGI ADISUTJIPTO
YOGYAKARTA**

2020

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian	: Pengolahan Limbah Cermin Datar Untuk Meningkatkan Efisiensi Kompor Berbentuk Parabola Untuk Menunjang Ketahanan Energi.
Kode>Nama Rumpun Ilmu	: 0431/Teknik Mesin
Ketua Peneliti	
a. Nama	: Benedictus Mardwianta,S.T.,M.T.
b. NIDN	: 0521037604
c. Jabatan Fungsional	: Asisten Ahli (AA 150AK)
d. Program Studi	: Teknik Mesin
e. Nomor HP	: 085743751065
f. Alamat surel (e-mail)	: aries2144@yahoo.com
Anggota Peneliti (1)	
a. Nama	: Abdul Haris Subarjo, S.Si., Apt., M.Sc.
b. NIDN	: 0502107901
c. Perguruan Tinggi	: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto
Institusi Mitra (jika ada)	
Nama institusi mitra	: -
Alamat	: -
Penanggung Jawab	: -
Tahun Pelaksanaan	: Tahun 1 dari rencana 1 Tahun
Biaya Tahun Berjalan	: Rp.2.000.000
Biaya Keseluruhan	: Rp.2.000.000
Dibiayai oleh	: Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto

Mengetahui
Wakil Ketua I,

Dedet Hermawan S., S.T.,M.T.
NIDN: 0521047001

Yogyakarta, 16 Desember 2020
Peneliti,


Benedictus Mardwianta,S.T.,M.T.
NIDN: 0521037604

Menyetujui,
Kepala P3M Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto


Dr. Okto Dinaryanto, S.T, M.M, M.Eng.
NIDN: 0504107202

SURAT KETERANGAN PERPUSTAKAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Hero Wintolo, S.T.,M.Kom.

NIDN : 0504107301

Jabatan : Kepala Perpustakaan

Unit Kerja/PTS : Perpustakaan STTA

Menerangkan bahwa telah menerima hasil penelitian dari Benedictus Mardwianta, S.T.,M.T. dengan judul:

Pengolahan Limbah Cermin Datar Untuk Meningkatkan Efisiensi Kompor Berbentuk Parabola Untuk Menunjang Ketahanan Energi.

Dan digunakan sebagai Buku Pustaka dan Bahan Bacaan di Perpustakaan Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.

Demikian untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Yogyakarta, 18 Desember 2020

Kepala Perpustakaan STTA

Wintolo, S.T.,M.Kom.
NIDN: 0504107301

PRAKATA

Dengan memanjatkan puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia -NYA yang telah diberikan kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan laporan karya ilmiah ini dengan judul **“PENGOLAHAN LIMBAH CERMIN DATAR UNTUK MENINGKATKAN EFISIENSI KOMPOR BERBENTUK PARABOLA UNTUK MENUNJANG KETAHANAN ENERGI”**.

Dalam kesempatan ini perkenankanlah penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada yang terhormat :

1. Bapak Marsda (Purn) Dr.Ir. T.Ken Darmastono selaku Ketua Sekolah Tinggi Teknologi Adisutjipto Yogyakarta.
2. Bapak Fajar Nugroho, S.T.,M.Eng. selaku Ketua Departemen Teknik Mesin STT Adisutjipto.
3. Bapak Dedet Hermawan S, S.T.,M.T. selaku Waket I yang selalu memberikan masukan dan dukungan dalam penelitian ini.
4. Bapak Dr.Okto Dinaryanto,S.T.,M.M.,M.Eng. selaku ketua P3M STTA yang telah memberikan kesempatan untuk menyelesaikan penelitian ini.
5. Bapak Abdul Haris Subarjo, S.Si., M.Sc.sebagai anggota peneliti yang selalu ada untuk berbagi pendapat dan bantuannya.
6. Tim Dosen T.Mesin yang selalu ada untuk membantu menyelesaikan penelitian.

Hasil dari penelitian ini sebagai langkah awal agar dapat dikembangkan lagi supaya lebih sempurna. Ada Peribahasa seperti Tak ada Gading yang Tak Retak, penulis menyadari bahwa penelitian ini masih banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh sebab itu penulis sangat mengharapkan kritik dan saran demi mencapai kesempurnaan penelitian ini.

Yogyakarta, 15 Desember 2020

Peneliti

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
SURAT KETERANGAN PERPUSTAKAAN	iii
PRAKATA	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
ABSTRAK	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	4
BAB III. METODOLOGI PENELITIAN	9
BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	25
BAB V. KESIMPULAN DAN SARAN	21
DAFTAR PUSTAKA	22

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Data Pengujian Dengan Tambahan Empat Cermin Datar	14
---	----

DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian	9
Gambar 3.2 Solar Power Meter	10
Gambar 3.3 Termokopel	10
Gambar 3.4 Kompor Surya Parabolik dengan tambahan 4 cermin	11
Gambar 3.5 Desain Rangka Kompor Tenaga Surya	12
Gambar 3.6. Display Perhitungan titik fokus <i>software</i> Parabola Calculator 2.0.	12
Gambar 3.7 Letak Posisi Kabel Termokopel	13
Gambar 4.1. Grafik Konduksi Dengan Tambahan Empat Cermin	15
Gambar 4.2. Grafik Konveksi Dengan Tambahan Empat Cermin Datar	16
Gambar 4.3 Grafik Konveksi (<i>Heat Loss</i>) Dengan Tambahan Empat Cermin Datar	17
Gambar 4.4 Grafik Radiasi Pada <i>Reflector</i> Dengan Tambahan Empat Cermin Datar..	18
Gambar 4.5 Grafik Kalor Menyeluruh Dengan Tambahan Dua Cermin Datar..	19

ABSTRAK

Matahari merupakan salah satu energi alternatif yang menunjang ketahanan energi sangat layak dimanfaatkan menggunakan cermin parabola terutama di daerah sekitar khatulistiwa seperti Indonesia, mengingat daerah ini memperoleh pancaran energi matahari sepanjang tahun. Salah satu alternatif pemanfaatan energi matahari adalah kompor energi matahari. Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui efisiensi yang dihasilkan kolektor kompor surya berbentuk parabola dengan tambahan empat cermin datar. Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan cara pembuatan alat, melakukan pengujian serta pengumpulan data terhadap kompor tenaga surya. Dari hasil perhitungan efisiensi dapat dilihat bahwa efisiensi kompor surya sebesar 4,9%, hal ini disebabkan oleh semakin besar luasan *reflector* maka efisiensi pada kompor tenaga surya juga akan meningkat, ini akan berpengaruh pada seberapa banyak intensitas radiasi matahari yang tertangkap pada *reflector*.

Kata kunci : *energi alternatif, empat cermin datar, kolektor kompor parabola, ketahanan energy.*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Sekitar 17.000 pulau-pulau di Indonesia yang terbentang disepanjang garis khatulistiwa yang menggambarkan lintasan semu matahari pada permukaan bumi. Matahari bergerak mengikuti khatulistiwa dan memancarkan sinar foton ke permukaan bumi yang jaraknya 150 km memancarkan energi sampai di permukaan bumi adalah sekitar $10,8 \times 10^{10}$ MW.

Indonesia termasuk negara dengan iklim tropis dengan temperatur udara antara 16°C hingga 38°C. Pada daerah yang temperatur hariannya relatif rendah seperti pegunungan disebabkan oleh ketinggian tempat yang lebih tinggi dari permukaan air laut. Setiap kenaikan ketinggian tempat 20 meter akan mengurangi temperatur udara 1°C. Pada dasarnya untuk menghasilkan air panas dari intensitas radiasi matahari, sumber energi yang umum digunakan adalah listrik dan bahan bakar minyak. (M. Syahril Gultom, 2013). Kemajuan teknologi yang menyertai perkembangan peradaban manusia mengakibatkan peningkatan penggunaan energi dalam memenuhi kebutuhan manusia dewasa ini. Bahan bakar fosil merupakan sumber energi utama yang dipergunakan sampai saat ini. Adanya keterbatasan cadangan energi fosil mengakibatkan krisis energi mulai melanda dunia. Upaya dalam mencari sumber energi alternatif dilakukan disertai berbagai kampanye pemanfaatan energi terbarukan. Matahari merupakan salah satu energi alternatif yang sangat layak dimanfaatkan menggunakan cermin parabola terutama di daerah sekitar khatulistiwa seperti Indonesia, mengingat daerah ini memperoleh pancaran energi matahari sepanjang tahun. (Caturwati, dkk 2012).

Energi terbarukan seperti radiasi matahari akan menawarkan pilihan yang lebih bersih untuk menggantikan bahan bakar fosil. Sumber daya tersebut lebih sedikit atau bahkan tidak mencemari ataupun menghasilkan gas rumah kaca, dan sumber daya tersebut akan tetap tersedia. (Fauzi dkk, 2012). Salah satu energi

yang dapat dimanfaatkan adalah energi matahari sebagai sumber kalor dengan memanfaatkan beda temperatur sumber panas dari sinar pantulan cermin parabola dengan permukaan panci alumunium yang biasa digunakan untuk memanaskan air. Energi kalor tersebut dapat dikonversikan ke bentuk energi lainya sesuai kebutuhan, diantaranya energi listrik, energi mekanik, atau bisa juga energi panas tersebut digunakan sebagai pemanas langsung melalui suatu medium perantara. Berdasarkan fakta-fakta diatas Indonesia memiliki potensi sumber energi matahari yang cukup besar dan energi matahari sangat cocok digunakan sebagai sumber energi untuk menghasilkan air panas yang ramah lingkungan.

Tema utama dalam penelitian ini adalah mengembangkan pemanfaatan sinar matahari menggunakan alat pengumpul kalor berupa cermin berbentuk parabola yang diambil dari parabola bekas dan ditambahkan empat cermin datar disisinya sebagai penambah pantulan sinar matahari ke panci. Usaha ini untuk menaikan temperatur air, mengetahui rugi-rugi panas (*heat loses*) yang hilang ke lingkungan, mengetahui besarnya energi panas (kalor) dan laju penurunan temperatur tangki sebagai tempat penyimpanan air panas sementara. Pengujian dilakukan di ruang terbuka dengan intensitas sinar matahari yang cukup antara 150 W/m^2 sampai dengan 980 W/m^2

1.2 Perumusan Masalah

Beberapa rumusan masalah antara lain bagaimana efisiensi yang dihasilkan kolektor cermin berbentuk parabola dengan tambahan empat cermin di empat sisinya.

1.3 Batasan Masalah

Penelitian ini hanya dibatasi pada:

1. Pengolahan limbah cermin datar yang dibentuk persegi empat dengan ukuran $2 \text{ cm} \times 2 \text{ cm}$ yang ditata rapi sehingga dapat melapisi permukaan parabola bekas.

2. Perhitungan digunakan untuk mengetahui nilai efisiensi kompor berbentuk parabola.
3. Empat cermin datar yang ditambahkan mempunyai luas total 3600 cm^2 yang terbagi masing-masing cermin mempunyai luas 900 cm^2 .
4. Media air dan bahan panci aluminium digunakan pada penelitian ini.
5. Pengujian dilakukan pada ruang terbuka dengan intensitas radiasi Matahari berkisar antara 150 W/m^2 sampai dengan 980 W/m^2
6. Pengujian dilakukan selama 60 menit.
7. Kecepatan angin antara $0,1 \text{ m/s}$ hingga 3 m/s .

1.4 Tujuan

Penelitian ini memiliki tujuan yaitu untuk mengetahui efisiensi yang dihasilkan kolektor kompor surya berbentuk parabola dengan tambahan 4 cermin datar.

1.5 Manfaat

Adapun manfaat yang didapat dari perancangan kompor tenaga surya adalah sebagai berikut:

1. Memberikan alternatif kompor ramah lingkungan, murah dan dapat di buat sendiri (*hand made*).
2. Memanfaatkan sinar Matahari sebagai sumber utamanya sebagai kompor alternatif untuk keperluan memasak dalam kebutuhan rumah tangga.

1.6 Luaran Penelitian

Penelitian berjudul Pengolahan Limbah Cermin Untuk Meningkatkan Efisiensi Kompor Berbentuk Parabola Untuk Menunjang Ketahanan Energi, dan laporannya dapat bermanfaat untuk masyarakat.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

1.1 Kemajuan Penelitian Yang Sudah Dilakukan Peneliti

Kompot 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. 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.

Pada penelitian sebelumnya adalah untuk mengetahui daya dan efisiensi termal kolektor pada kompor tenaga surya tanpa tambahan empat cermin disisi parabola. 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 efisiensi termal kompor sebesar 5,45 % yang dipengaruhi oleh selisih temperatur air setelah dipanaskan dengan temperatur air sebelum dipanaskan. Semakin besar temperatur air setelah dipanaskan maka akan memperbesar perpindahan kalor menyeluruh Q_m dan semakin kecil intensitas radiasi matahari pada reflektor yang menggunakan cermin maka efisiensi termal semakin besar.

2.2 Kemajuan Penelitian Yang Sudah Dilakukan Peneliti Lainnya

Marwani, (2011), melakukan pengujian dengan memanaskan air sebanyak 2,5 liter dan disimpulkan bahwa kompor energi surya dapat berfungsi dengan baik jika radiasi termal matahari berkisar antara 500 W/m^2 sampai dengan 900 W/m^2 selama lebih kurang 3 jam. Efisiensi maksimum kompor surya sebesar 12 %.

Asmawi, dkk (2013), merancang bangun kompor parabola memiliki spesifikasi untuk rangka panjangnya 193 cm, lebar 150 cm, tinggi 150 cm. Untuk reflektornya bediameter sebesar 191 cm dan titik fokus 55.5 cm. Dengan dimensi seperti diatas alat ini mampu memanaskan air 4 liter dan mendidih dalam waktu 1 jam pada cuaca cerah.

Arika Primayosa dkk, (2015) meneliti tentang kolektor panas matahari yang dilengkapi dengan sistem pelacakan matahari. Sistem ini terdiri dari kolektor panas menggunakan plat stainless steel dengan lebar 0,9 m, panjang 1,83 m, jarak fokus 0,225m dengan sudut rim 90° , pipa stainless steel dengan diameter 0,019 m dibuat untuk penerima, dan sistem pelacakan menggunakan aktuator parabola 12 VDC dan sensor LDR sehingga total efisiensi panas adalah 6,97%.

Hadi, dkk (2017), meneliti tentang desain berupa kombinasi parabola dengan setengah silinder. Oven surya ini memiliki luas permukaan sinar matahari masuk sebesar 1.3 m^2 , reflektor dilapisi dengan potongan cermin, dan fokus sinar terletak pada kedalaman 36 cm dari permukaan atas volume air sebanyak 2 liter. Sedangkan di bagian atas parabola diberi penutup yang terbuat dari bahan plastik transparant. Nilai efisiensi tertinggi 72% diperoleh dari hasil pengujian.

Bahariawan, (2018), meneliti tentang cara mengumpul energi surya yang mampu mencapai suhu tinggi hanya di peroleh dengan menggunakan kolektor surya jenis parabola. Kolektor surya jenis parabola dengan diameter 230 cm dapat mendidikan air selama 3 menit. Panas di titik fokus kolektor ditangkap dengan memasang benda logam berbentuk bola atau tabung silinder yang didalamnya berisi cairan. Dengan sistim pipa penukar panas bentuk spiral maka suhu yang sangat tinggi yang dibawa cairan akan dilepaskan untuk memanaskan bahan. Untuk mengkondisikan agar suhu sesuai dengan yang diinginkan maka proses sirkulasi cairan penangkap panas akan dikontrol secara otomatis. Hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa kolektor surya parabola dengan diameter 250 cm dengan reflector plat stainless kilap 0,5 mm pada cuaca normal mampu membakar kertas koran, sistim kontrol arah kolektor

surya dengan menggunakan timer digital memberikan perubahan arah sebesar 7,5 derajat setiap 30 menit, sistim kontrol sirkulasi air panas menggunakan Termo Kontrol Digital dengan sistim on-off kontrol dapat diprogram sesuai dengan kondisi yang diinginkan dan memberikan ketepatan pengontrolan yang optimal, dan pada kondisi cuaca normal mampu memanaskan air sampai suhu 100°C dalam waktu 1 jam 30 menit sehingga dapat digunakan untuk proses yang lain.

Muhammad Noman, dkk (2019), meneliti untuk mengembangkan model matematika sederhana untuk evaluasi kinerja kompor parabola surya yang terpapar secara termal. Kompor surya yang terbuat dari stainless steel parabola memiliki rasio konsentrasi 9,8. Suhu air maksimum yang dicapai oleh kompor parabola adalah 53,6°C. Analisis efisiensi eksperimental antara 5%-38%.

2.2 Landasan Teori

2.2.1 Energi dan Radiasi Matahari

Berupa sinar dan panas yang dihasilkan dari matahari dan dapat dimanfaatkan dengan menggunakan serangkaian teknologi seperti PLTS (Pembangkit Listrik Tenaga Surya), pemanas surya, fotovoltaik surya, listrik panas surya dan lain-lain. Energi matahari adalah sumber energi yang terdapat didalam, dimana tidak bersifat polutif, tidak habis dan gratis (*free*). Energi ini tersedia dalam jumlah yang besar dan bersifat continue bagi kehidupan makhluk hidup di bumi. Untuk memanfaatkan energi surya diperlukan pengetahuan dan teknologi yang tinggi agar dapat efesiensi yang lebih baik serta ekonomis (Yazmendra Rosa dkk (2008)). Radiasi matahari yang diterima oleh permukaan bumi tergantung pada posisi matahari, lokasi permukaan, dan keadaan cuaca.

Radiasi yang mengenai suatu material akan mengalami tiga proses yaitu absorpsivitas yaitu kemampuan suatu material untuk menyerap beberapa bagian dari total radiasi yang terjadi pada permukaan material, koefisien Reflektivitas adalah ratio antara radiasi yang dipantulkan dengan radiasi yang terjadi, dan Koefisien Transmissivitas adalah ratio antara kemampuan suatu material untuk

meneruskan radiasi matahari yang terjadi dengan total yang terjadi. (Galuh Renggani W, 2013). Deklinasi matahari adalah sudut yang terbentuk antara sinar datang matahari dengan garis tegak lurus terhadap sumbu polar dalam bidang matahari. Dengan mengetahui deklinasi matahari maka posisi orbit bumi juga dapat ditentukan.

2.2.2. Laju kenaikan temperatur air

Laju kenaikan temperatur air dapat ditentukan menggunakan rumus:

$$\Delta T = \left(\frac{T_2 - T_1}{det} \right) \quad (2.7)$$

Dimana :

ΔT = laju temperatur air (K/det)

T_1 = temperatur awal (K)

T_2 = temperatur air setelah dipanaskan (K)

2.2.3. Efisiensi Termal Kolektor

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

$$\eta E = \frac{qm}{I} \quad (2.8)$$

keterangan:

ηE = efisiensi energi (%)

qm = rata-rata kalor berguna (Watt)

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

(Petela. 2010)

2.2.4. Kalor berguna (Qu)

Kalor berguna (Qu) dari luas kolektor dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: (Duffie dan Beckman 2005)

$$Qu = m \cdot c \cdot (T_{akhir} - T_{awal}) \quad (2.12)$$

keterangan :

Qu = kalor berguna (Joule)

m = massa air dalam panci (kg)

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

T_{akhir} = temperatur akhir air (K)

T_{awal} = temperatur awal air (K)

2.4 Hipotesis

Berdasarkan uraian diatas maka dapat diambil hipotesis yaitu dengan penambahan empat cermin datar pada sisi cermin akan meningkatkan efisiensi kompor berbentuk parabola.

BAB III METODE PENELITIAN

3.1 Metode Penelitian

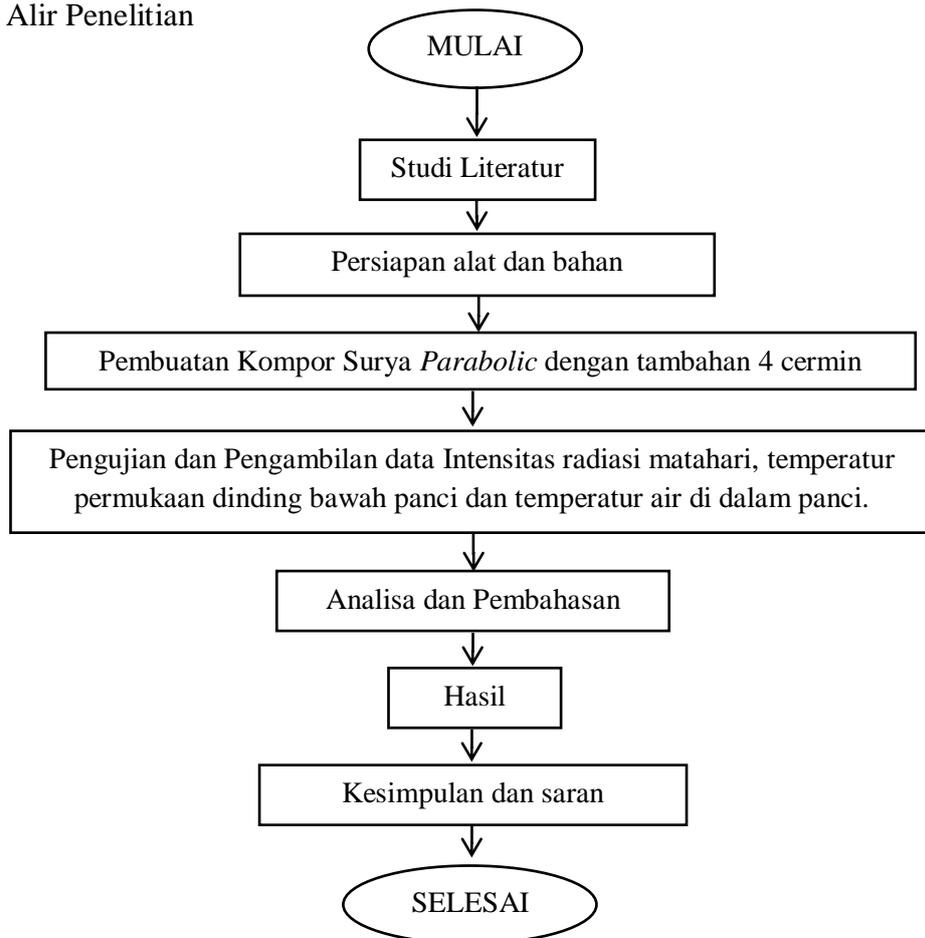
Metode penelitian menggunakan metode eksperimen. Pembuatan alat, melakukan pengujian serta pengumpulan data terhadap kompor tenaga surya.

3.2. Metode pengumpulan data

Dalam pengumpulan data ini menggunakan cara pencatatan data-data yang diperoleh yaitu intensitas matahari, temperatur permukaan dinding bawah panci dan temperatur air di dalam panci.

3.3. Diagram Alir

Diagram Alir Penelitian



Gambar 3.1 Diagram Alir Penelitian

3.4. Alat dan Bahan

Untuk dapat melakukan proses pembuatan dan pengujian maka dibutuhkan alat dan bahan

3.4.1. Alat

1. Solar power meter adalah perangkat alat ukur yang menguji intensitas tenaga surya



Gambar 3.7 Solar Power Meter

2. Termokopel adalah jenis sensor suhu yang digunakan untuk mengukur suhu melalui dua jenis logam konduktor berbeda yang digabung pada ujungnya sehingga menimbulkan efek termoelektrik.



Gambar 3.8 Termokopel

3. Meter ukur (meteran) adalah alat untuk mengukur panjang suatu benda.
4. Panci Aluminium yang digunakan dalam pengujian adalah panci berbentuk silinder yang terbuat dari aluminium.

3.4.2 Bahan

1. Cermin yang telah dipotong 2 cm x 2 cm di rekatkan pada permukaan parabola dengan menggunakan lem. Empat cermin dengan masing-masing ukuran 30 cm x 30 cm yang akan dipasang di sisi parabola.
2. Pipa besi digunakan untuk rangka pada kompor tenaga surya.
3. Antena parabola digunakan untuk pola kompor bentuk parabola.

Perancangan sistem yang terdiri atas beberapa tahapan, sebagai berikut:

- a. Rancang Bangun Kompor Tenaga Surya
- b. Perancangan *flowchart*
- c. Penentuan Titik Fokus
- d. Penentuan Letak Posisi Kabel Termokopel
- e. Penentuan Alat dan Bahan

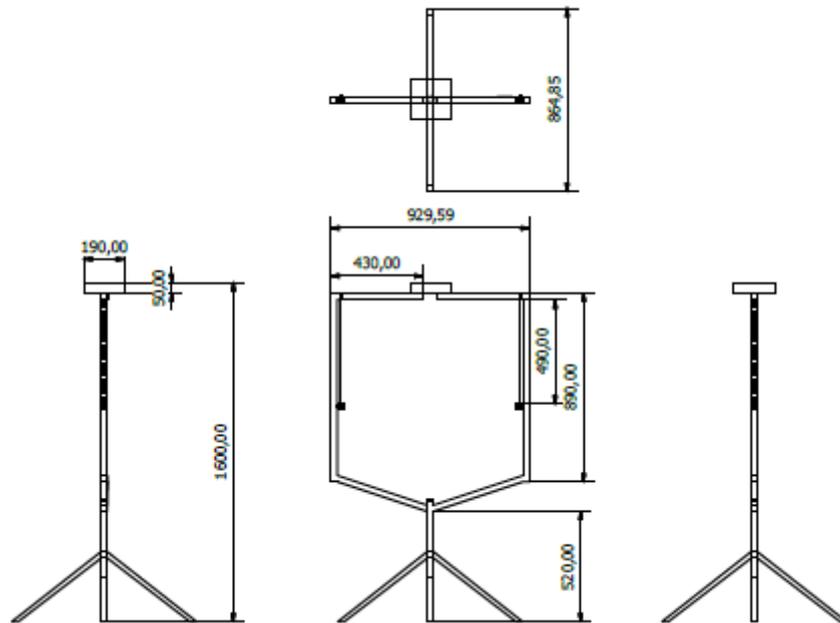
Keterangan :



- Diameter reflektor parabola 80 cm
- Ukuran cermin pada parabola 2x2 cm
- Ukuran cermin pada 4 sisi parabola 30x30 cm
- Panjang kaki 34.5 cm
- Tinggi dudukan 66.5 cm

Gambar 3.2 Kompor Surya Parabolik dengan tambahan 4 cermin

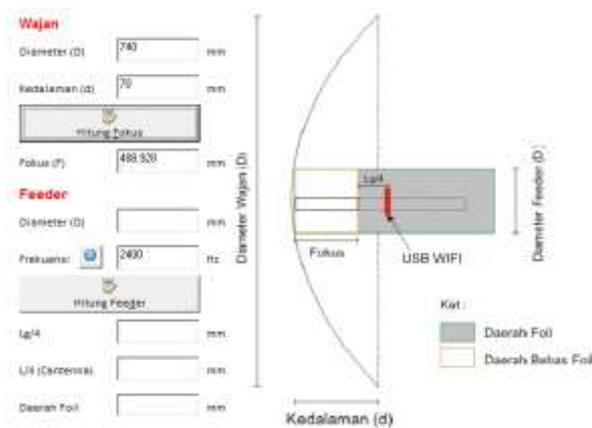
Setelah pembuatan kompor surya parabolik dengan tambahan 4 cermin selesai dibuat maka langkah selanjutnya adalah pengambilann data yaitu pengambilan data intensitas radiasi matahari, temperatur permukaan dinding bawah panci dan temperatur air di dalam panci.



Gambar 3.3 Desain Rangka Kompor Tenaga Surya

Penentuan Titik Fokus

Untuk memudahkan menentukan titik fokus bisa menggunakan *software* Parabola Calculator 2.0. Titik fokus diperoleh dengan cara memasukkan diameter dan kedalaman parabola atau reflector.



Gambar 3.4. Display Perhitungan titik fokus *software* Parabola Calculator 2.0

Rumus Luas Penampang Parabola

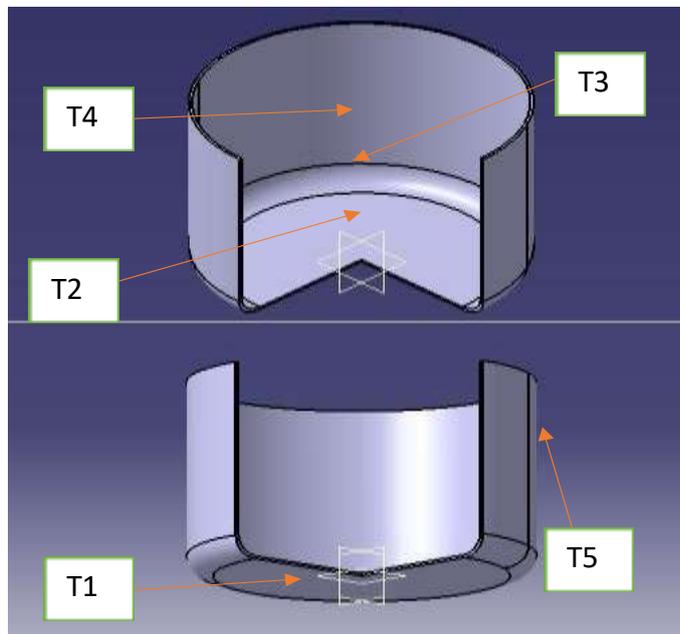
$$S = \pi \frac{(a^2 D^2 + 1)^{\frac{3}{2}}}{6a^2} \dots\dots\dots(3.1)$$

$a = \frac{1}{4f}$ dengan $S =$ Luas Penampang parabola (m^2)

$D =$ diameter parabola (m)

$a =$ konstanta

Letak posisi kabel termokopel pada saat pengambilan data dapat dilihat pada gambar ini :



Gambar 3.5 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)

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan data pengujian pada tanggal 26 September 2019 didapatkan temperatur titik fokus pada permukaan bawah panci, temperatur bagian dalam permukaan panci, temperatur air didalam panci, temperatur uap air, dan temperatur lingkungan (*surrounding*). Temperatur yang tercatat telah dikonversi dari celcius ($^{\circ}\text{C}$) menjadi kelvin (K). Dimana dalam pembahasan ini berdasarkan data yang telah didapatkan akan menghitung perpindahan panas (konduksi, konveksi, dan radiasi), efisiensi energi kompor tenaga surya, energi berguna kompor tenaga surya, dan daya kompor tenaga surya. konduksi keadaan tunak satu dimensi dengan tambahan empat cermin datar, menghasilkan grafik 4.1.

Data Pengujian Dengan Tambahan Dua Cermin Datar

Berikut merupakan tabel hasil data penelitian kompor tenaga surya tanpa tambahan cermin yang dilakukan pada tanggal 26 September 2019.

Tabel 4.1 Data Pengujian Dengan Tambahan Empat Cermin Datar

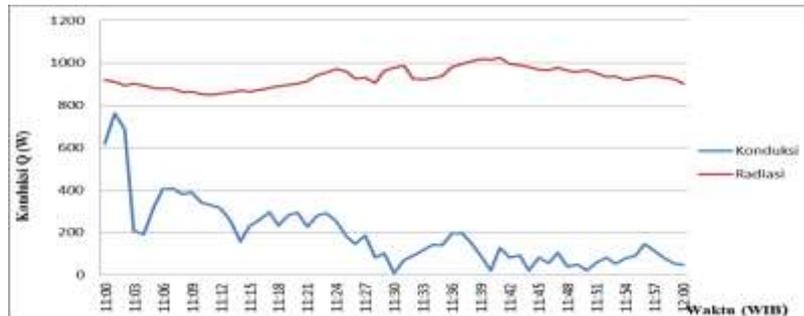
NO	T1 (K)	T2 (K)	T3 (K)	T4 (K)	T5 (K)	T6 (K)	Intensitas Radiasi Matahari (W/m^2)
1	332,8	312,8	311,4	307,7	325	309	922
2	339,6	315	311,9	308,1	325	309	913
3	335,6	313,4	312	308,9	326	309	895
4	319,3	312,6	312,8	310,6	326	309	905
5	318,6	312,4	312,9	310,8	326	309	896
6	333,9	323,6	321,2	317,6	323	309	884
7	337,2	323,1	323,5	317,2	323	308	881
8	338	323,8	324,9	316,9	323	308	882
9	338,4	326,1	323,8	316,6	321	306	862
10	338,8	326,2	324,9	319,2	322	307	867

$$q = -k A \left(\frac{T_2 - T_1}{\Delta x} \right) \quad (4.1)$$

Dari persamaan (4.1) maka didapatkan:

$$q = -237 \text{ W/m.K} \cdot 0,000261 \text{ m}^2 \frac{(316,9-309)\text{K}}{0,002 \text{ m}}$$

$$= 244,33 \text{ Watt}$$



Gambar 4.1. Grafik Konduksi Dengan Tambahan Empat Cermin

Dari ketiga grafik 4.1. dapat dilihat bahwa laju perpindahan kalor konduksi dapat berubah-ubah, hal ini dipengaruhi oleh adanya perubahan intensitas radiasi matahari yang membuat temperatur pada titik fokus ikut berubah. Laju perpindahan kalor konduksi cukup dipengaruhi adanya perbedaan dari nilai temperatur T1 (temperatur dalam panci) dan T2 (temperatur luar panci), semakin besar perbedaan temperaturnya maka semakin besar pula laju perpindahan kalor konduksinya. Selain itu terdapat nilai minus yang muncul sebagai akibat kalor yang berpindah dari tempat yang bertemperatur tinggi (T1) menuju tempat yang temperatur yang lebih rendah (T2). Perpindahan kalor konveksi terjadi diantara permukaan sebuah benda padat dengan fluida (cairan atau gas) yang mengalir atau menyentuh permukaan. Jadi perpindahan kalor konveksi hanya terjadi persis di atas permukaan saja pada benda padat.

$$q = h A (T1 - T3) \tag{4.2}$$

keterangan:

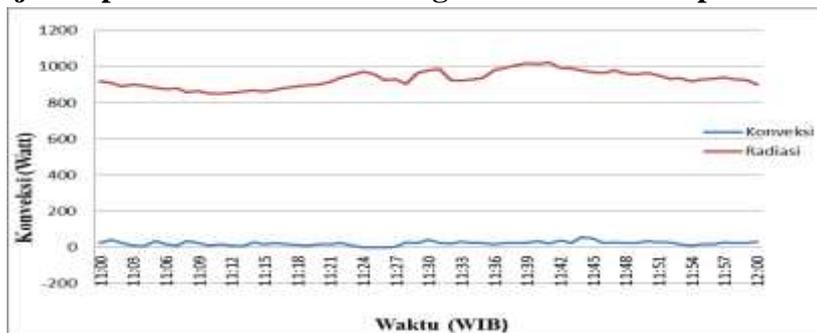
- q = aliran kalor (Watt)
- h = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m². K)
- A = luas permukaan (m²)
- T1 = temperatur permukaan pada bagian dalam dinding panci (K)
- T3 = temperatur fluida air (K)

Nilai koefisien konveksi pada penelitian ini diambil dari tabel koefisien perpindahan kalor konveksi bebas pada cairan, sehingga dari persamaan (4.2) maka didapatkan:

$$q = 323,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \cdot 0,0314 \text{ m}^2 (309 - 303,9) \text{ K}$$

$$= 51,74 \text{ Watt}$$

Laju Perpindahan Konveksi Dengan Tambahan Empat Cermin Datar

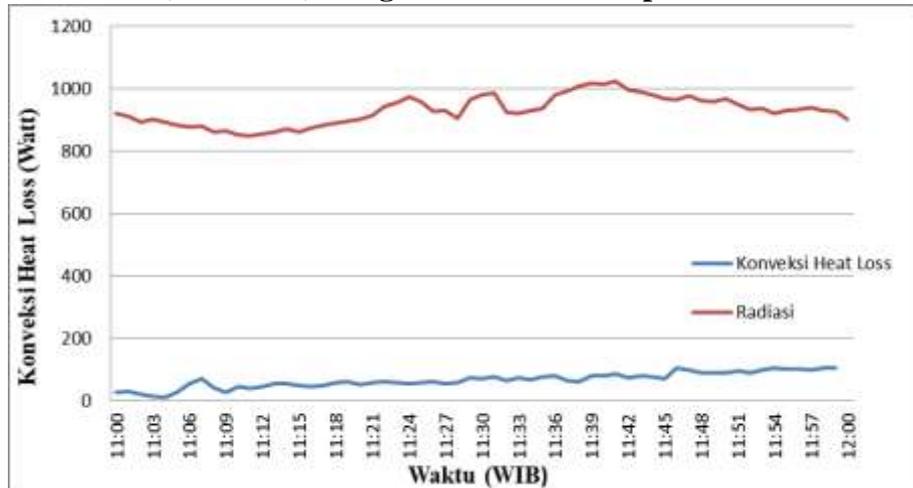


Gambar 4.2. Grafik Konveksi Dengan Tambahan Empat Cermin Datar

Dari grafik 4.2 diatas dapat dilihat bahwa laju perpindahan kalor konveksi sangat berhubungan dengan beda suhu menyuluh antara dinding bagian dalam panci dan fluida (dalam hal ini T1 dan T3) serta luas permukaan. Perbedaan suhu ini terjadi sebagai akibat adanya perubahan intensitas radiasi matahari serta berdampak pada berubah – ubahnya perpindahan kalor konveksinya setiap menitnya selama satu jam durasi pengambilan data. Perpindahan kalor konveksi (*heat loss*), dinyatakan dimana perpindahan kalor terjadi diantara permukaan film benda padat dengan fluida (cairan atau gas) yang mengalir atau menyentuh maka didapatkan:

$$q = 323,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \cdot 0,0314 \text{ m}^2 (303,9 - 301,6) \text{ K} = 23,33 \text{ Watt}$$

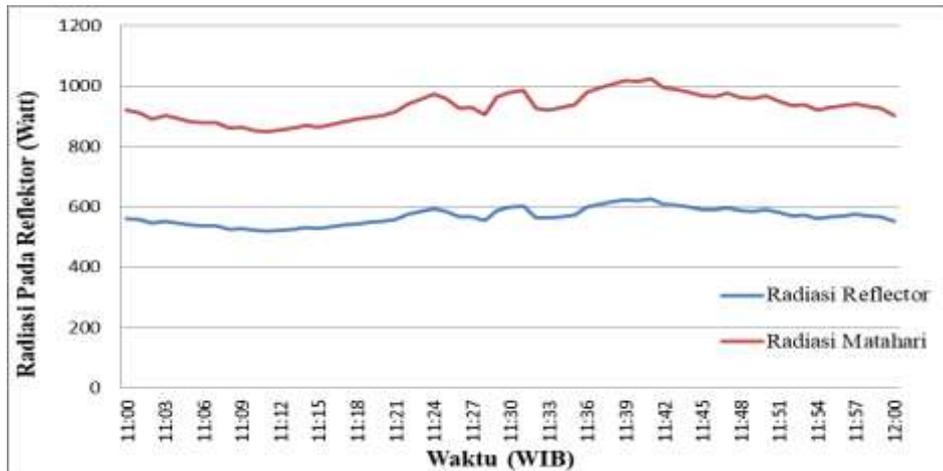
Laju Konveksi (*Heat Loss*) Dengan Tambahan Empat Cermin Datar



Gambar 4.3 Grafik Konveksi (*Heat Loss*) Dengan Tambahan Empat Cermin Datar

Dari grafik konveksi (*heat loss*) diatas dapat kita lihat bahwa banyaknya jumlah kalor yang terbuang karena dalam proses pengambilan data tersebut panci tidak tertutup secara sempurna sehingga masuknya pengaruh angin yang membuat banyak kalor yang terbuang (*heat loss*). Nilai radiasi dari pengujian ini didapatkan dengan membaca langsung alat ukur solar *power* meter, sedangkan fungsi dari alat ukur solar *power* meter ini adalah untuk mengukur intensitas radiasi matahari pada saat pengujian berlangsung yang mana dinyatakan dalam persamaan berikut menggunakan alat solarimeter untuk mengukur intensitas radiasi yang terjadi maka didapatkan:

$q = 853 \text{ W/m}^2 \cdot 0,431 \text{ m}^2 = 374,95 \text{ Watt}$ dengan luasan permukaan parabola sebesar $0,431 \text{ m}^2$, luasan parabola dengan tambahan empat cermin datar sebesar 3600 cm^2 atau $0,36 \text{ m}^2$



Gambar 4.4 Grafik Radiasi Pada *Reflector* Dengan Tambah Empat Cermin Datar

Dari grafik 4.4. radiasi pada *reflector* (parabola) dapat kita lihat bahwa tren radiasi semakin meningkat seiring berjalannya waktu, namun ada di beberapa titik intensitas radiasi berkurang dikarenakan adanya *clouding effect* dan *shadow effect* karena pergerakan awan.

Aliran kalor menyeluruh yang terjadi pada dinding panci dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut:

$$q_m = U \cdot A \cdot \Delta T \text{ (menyeluruh)} \quad (4.3)$$

Untuk menentukan nilai dari koefisien perpindahan-kalor menyeluruh dapat menggunakan persamaan :

$$U = \frac{1}{1/h_1 + \Delta x/k + 1/h_2} \quad (4.4)$$

Sehingga didapatkan bahwa:

$$U = \frac{1}{1/275,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} + 0,002 \text{ m} / 237 \text{ W/m} \cdot \text{K} + 1/323,15 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}}$$

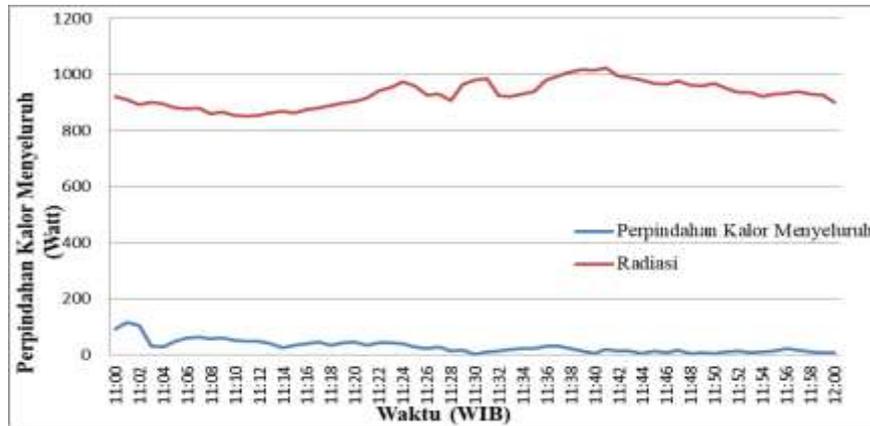
$$= 138,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K}$$

Sehingga persamaan (4.4) akan didapatkan:

$$q = 138,42 \text{ W/m}^2 \cdot \text{K} \cdot 0,0314 \text{ m}^2 (321,9 - 308)$$

$$= 37,6 \text{ Watt}$$

Perpindahan Kalor Menyeluruh Dengan Empat Cermin Datar



Gambar 4.5 Grafik Kalor Menyeluruh Dengan Tambahan Dua Cermin Datar

Dari grafik 4.5. diatas dapat kita lihat bahwa perpindahan kalor menyeluruh dipengaruhi oleh adanya perbedaan temperatur T1 dan T2 yang disebabkan naik turunnya intensitas radiasi dari matahari, serta tren dari perpindahan kalor menyeluruh cenderung menurun dikarenakan perbedaan temperature yang semakin kecil diantara T2 (suhu titik focus pada bagian bawah dinding panci) dan T1 (suhu bagian dalam dinding panci).

Efisiensi Energi

Efisiensi energi dari kompor tenaga surya dapat dinyatakan dalam persamaan sebagai berikut: (Petela. 2010)

$$\eta E = \frac{qm}{I} \quad (4.5)$$

Dimana:

ηE = efisiensi energi (%)

qm = rata-rata kalor berguna (Watt)

I = rata-rata radiasi langsung matahari pada reflector (Watt)

Efisiensi energi dengan tambahan empat cermin datar

Dari persamaan (4.5) maka akan didapatkan:

$$\eta E = \frac{29,13888 \text{ Watt}}{597,4431 \text{ Watt}}$$

= 4,9 %

Dari hasil perhitungan efisiensi diatas dapat dilihat bahwa efisiensi kompor surya sebesar 4,9%, sehingga semakin besar luasan *reflector* maka efisiensi pada kompor tenaga surya juga akan meningkat, ini akan berpengaruh pada seberapa banyak intensitas radiasi matahari yang tertangkap pada *reflector*.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa efisiensi yang dihasilkan kolektor kompor surya berbentuk parabola dengan tambahan 4 cermin datar menghasilkan 4,9 %.

5.2. Saran

Saran penelitian ini yaitu agar efisiensi kompor bisa maksimal perlu pengambilan data pada saat cuaca cerah dengan intensitas matahari diatas 900 W/m^2 . Kecepatan angin diusahakan sekecil mungkin karena angin akan berpengaruh pada pembuangan kalor ke lingkungan padahal kalor ini akan digunakan untuk memanaskan panci.

Daftar Pustaka

- Amal Bahariawan , 2016, *Rancang Bangun Pemanas Air Tenaga Surya Tipe Kolektor Parabola Terkontrol*.
- 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.
- 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.
- Dwicaksono, M.B., Rangkuti, C., 2017, *Perancangan, Pembuatan Dan Pengujian Kompor Energi Matahari Portable Tipe Parabola Kipas*, Seminar Nasional Cendekiawan 3 Buku 3 P. 41,44.
- Duffie, J.A., and Beckman, W, A., 2006. *Solar Engineering of Thermal Processes*. Second edition. John Willey & Sons, Inc. New York.
- Giancoli, D.C., 2014, *Fisika: Prinsip & Aplikasi*, jilid.1, edisi 7, PT.Penerbit.Erlangga, Jakarta.
- Holman, J.P., Alih Bahasa Jasjfi, E., 1997. *Perpindahan Kalor Edisi Keenam*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- 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.
- 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*” Science of the Total Environment.
- Marwani , 2011, “*Potensi Penggunaan Kompor Energi Surya Untuk Kebutuhan Rumah Tangga*”, Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3, Palembang.