

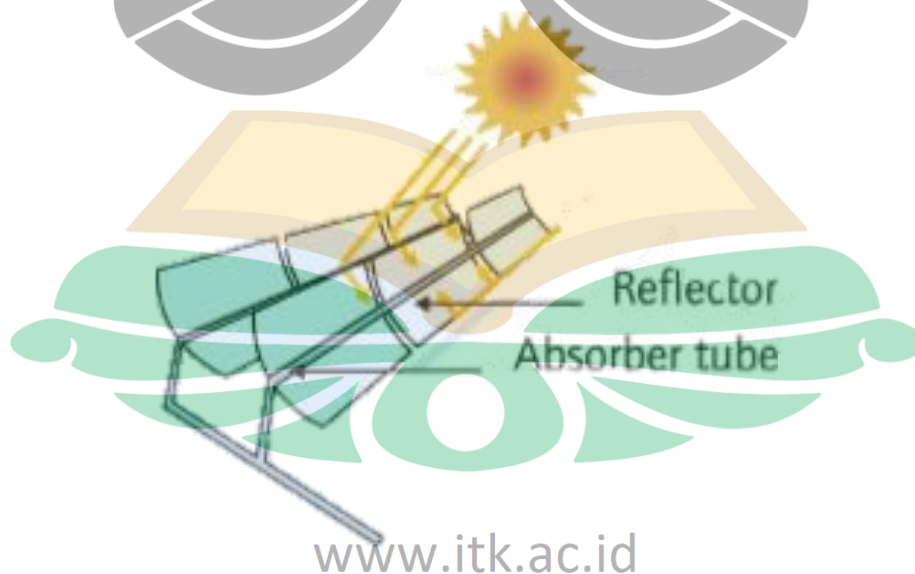
## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Alat Pemanen Panas Tenaga Surya

Alat pemanen panas energi surya adalah alat yang dibuat untuk menggantikan kayu bakar yang berfungsi untuk memasak dan mengeringkan. Kelemahan alat pemanen panas energi surya adalah pada saat radiasi surya yang ada berlebih, alat pemanen panas energi surya ini tidak dapat menyimpan kelebihan energi (Titus, 2009). Penggunaan pemanen panas tenaga surya hanya dapat digunakan pada saat siang hari pada waktu terik matahari.

Kolektor pelat parabola menggunakan cermin berbentuk parabola untuk merefleksikan radiasi surya dan mengkonsentrasikan energinya pada area tertentu. Secara umum bentuk geometrik permukaan kolektor surya ada tiga jenis yaitu : pipih/rata, parabola silindris dan parabola bulat (Akoy, 2015).



Gambar 2. 1 Pemanen surya tipe parabola *through collector* (Gonzalo, 2020)

Gambar 2.1 merupakan pemanen panas tenaga surya jenis parabola *through collector*. Jenis ini umumnya terdiri dari pipa *absorber* yang diselubungi reflektor dan dapat ditambahkan sebuah penyimpanan panas sehingga proses pemanasan dapat dilakukan pada malam hari. Reflektor berfungsi untuk memperbanyak jumlah radiasi surya yang masuk ke dalam pipa *absorber*. Jenis *through* berbentuk setengah tabung memanjang dapat menghasilkan temperature 90 °C sampai 290 °C dengan efisiensi  $\eta$  maks 60% (pada tengah hari), maksudnya 60% energi surya yang datang dapat dikonversi langsung menjadi panas termal dan diserap oleh fluida kerja (Titus, 2009).

Bahan pipa *absorber* adalah salah satu elemen terpenting dalam pemanen panas tenaga surya tipe parabola *through*. Radiasi normal langsung yang dipantulkan oleh cermin berbentuk parabola terkonsentrasi ke tabung penerima, dan dengan demikian diubah menjadi energi panas, sehingga kinerja keseluruhan pemanen panas tenaga surya tipe parabola *through* sangat bergantung pada elemen ini (Arias, 2020). Beberapa jenis bahan dan kalor jenisnya yang dapat digunakan sebagai pipa *absorber* disajikan pada tabel 2.1.

Tabel 2.1 Kalor Jenis (c) Beberapa Bahan Logam (Pada 20°C, 1 atm \*)

Zat	c (J/Kg°C)
Aluminium	900
Tembaga	385
Baja/besi	450
Timah Hitam	130
Perak	230

\*) Kholifudin, 2018

Kalor jenis didefinisikan sebagai energi yang diperlukan untuk meningkatkan temperatur suatu zat dalam satu satuan massa sebesar satu derajat.

## 2.2 Radiasi Termal

Alat pemanen panas energi surya merupakan perangkat yang menggunakan energi termal matahari melalui suatu kolektor sebagai sumber energi. Dasar cara kerja pemanas surya adalah radiasi termal sinar matahari yang jatuh pada permukaan kolektor dipantulkan ke sebuah titik/area tertentu yang disebut titik api kolektor; konsentrasi energi termal matahari pada titik/area ini menghasilkan suhu yang sangat tinggi. Pipa atau alat untuk tempat memanaskan ditempatkan pada daerah titik api ini sedemikian rupa sehingga energi termal yang terkonsentrasi mengenai alas pipa dan meneruskan energi termal tersebut ke produk yang sedang dipanaskan.

Energi yang diterima kolektor ditentukan oleh persamaan :

$$Q_{kol} = \varepsilon A_k I_r \dots \dots \dots (2.1)$$

Sedangkan untuk energi yang diterima *absorber* ditentukan oleh (Marwani, 2011).

$$Q_a = m_a C_a (T_2 - T_1) \dots \dots \dots (2.2)$$

## 2.3 Hukum Termodinamika

### 2.3.1 Hukum Termodinamika Pertama

Hukum termodinamika pertama menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan dan dimusnahkan tetapi hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk yang lain. Prinsip tersebut juga dikenal dengan istilah konservasi energi (Ansyah, 2018). Hukum pertama dapat dinyatakan secara sederhana; selama interaksi

antara sistem dan lingkungan, jumlah energi yang diperoleh sistem harus sama dengan energi yang dilepaskan oleh lingkungan.

Energi dapat melintasi batas dari suatu sistem dalam 3 bentuk yang berbeda: panas, kerja dan Aliran massa. Panas didefinisikan sebagai bentuk energi yang dapat berpindah antara dua sistem (atau dari sistem ke lingkungan) dengan sifat perbedaan temperatur. Panas adalah sebuah energi dalam keadaan transisi, dia dikenali jika hanya melewati batas sistem sehingga dalam termodinamika panas sering diistilahkan dengan tranfer panas.

### **2.3.2 Hukum Termodinamika Kedua**

Karakteristik dari sebuah mesin kalor, adalah tidak ada sebuah mesin kalor yang dapat mengubah semua panas yang diterima dan kemudian mengubahnya semua menjadi kerja. Keterbatasan tersebut kemudian dibuat sebuah pernyataan oleh Kelvin-Plank yang berbunyi:

“Adalah tidak mungkin untuk sebuah alat/mesin yang beroperasi dalam sebuah siklus yang menerima panas dari sebuah reservoir tunggal dan memproduksi sejumlah kerja bersih”.

Pernyataan Kelvin -Plank dapat juga diartikan sebagai tidak ada sebuah mesin/alat yang bekerja dalam sebuah siklus menerima panas dari reservoir bertemperatur tinggi dan mengubah seluruh panas tersebut menjadi kerja bersih. Atau dengan kata lain tidak ada sebuah mesin kalor yang mempunyai efisiensi 100% (Ansyah, 2018).

Ketidakmungkinan efisiensi 100% adalah bukan karena adanya friksi, atau kehilangan-kehilangan lainnya, melainkan karena keterbatasan yang terjadi antara mesin kalor yang ideal dan aktual. Efisiensi termal sangat menentukan unjuk kerja pemanas secara keseluruhan. Efisiensi kolektor merupakan fungsi temperatur

fluida kerja masuk kolektor, semakin rendah temperatur, fluida kerja masuk kolektor akan semakin tinggi. Efisiensi termal keseluruhan yang diperoleh dapat ditentukan dengan persamaan berikut (Sharma, 2004) :

$$\eta = \frac{m_a \cdot C_a \cdot \Delta T}{\varepsilon \cdot I_C \cdot A_c \cdot \Delta t} \dots \dots \dots (2.3)$$

Terdapat dua pernyataan dari hukum termodinamika kedua— pernyataan Kelvin -Plank, yang diperuntukkan untuk mesin kalor, dan pernyataan Clausius, yang diperuntukkan untuk mesin pendingin/pompa kalor. Telah diketahui bahwa panas akan berpindah dari media bertemperatur tinggi ke media bertemperatur rendah..

Pernyataan Clausius dapat di ungkapkan sebagai berikut:

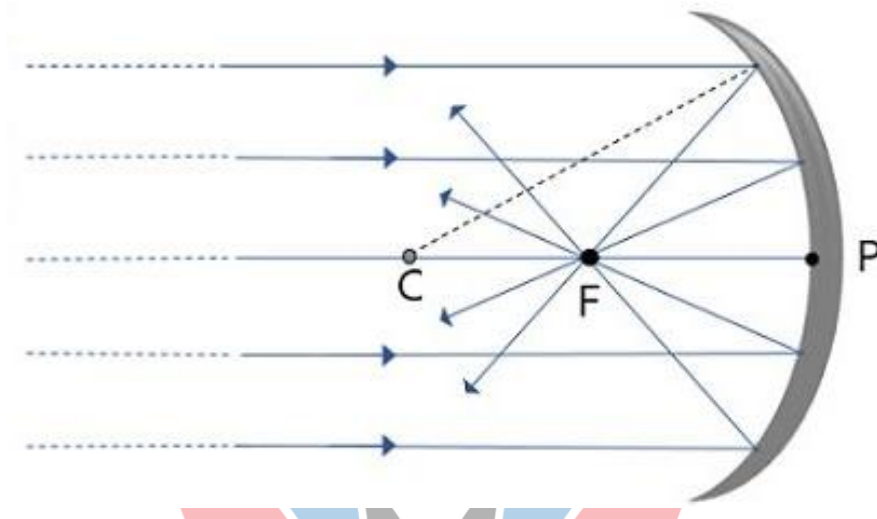
“Adalah tidak mungkin membuat sebuah alat yang beroperasi dalam sebuah siklus tanpa adanya efek dari luar untuk mentransfer panas dari media bertemperatur rendah ke media bertemperatur tinggi” (Ansyah, 2018).

## 2.4 Cermin Cekung

Cermin lengkung adalah cermin yang permukaannya lengkung seperti permukaan bola. Cermin ini terdiri dari cermin cekung (*conclave*) dan cermin cembung (*convex*). Sinar datang pada cermin cekung berhadapan dengan permukaan pantul yang bentuknya seperti permukaan dalam bola, sedangkan pada cermin cembung sinar datang berhadapan dengan permukaan pantul yang merupakan permukaan luar bola. Beberapa istilah yang berkaitan dengan cermin

lengkung antara lain adalah pusat kelengkungan, verteks, sumbu utama, jari-jari kelengkungan, fokus utama dan bidang fokus.

www.itk.ac.id



Gambar 2. 2 Proses pemantulan sinar pada cermin cekung.  
(circuitglobe.com, 2021)

Berdasarkan gambar 2.2, titik yang disebut dengan pusat kelengkungan adalah pusat kelengkungan cermin (C). Verteks adalah titik tengah dari permukaan pantul (P), sumbu utama merupakan garis lurus yang menghubungkan antara pusat kelengkungan dan verteks (CP), jari-jari kelengkungan R merupakan jari-jari bola cermin, fokus utama (F) merupakan sebuah titik pada sumbu utama tempat berkumpulnya sinar-sinar sejajar yang datang ke cermin, jarak fokus (f) adalah jarak dari verteks ke sumbu utama F, dan bidang fokus adalah bidang yang melalui fokus dan tegak lurus sumbu utama (Susanto, 2009). Pada cermin cekung berlaku persamaan sebagai berikut :

$$F = \frac{R}{2} \dots\dots\dots(2.4)$$

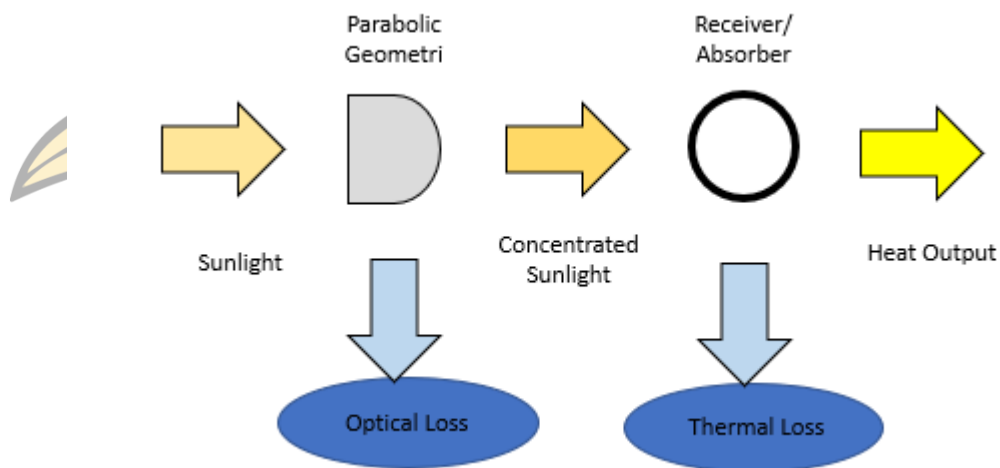
www.itk.ac.id

Dengan kata lain fokus f didapatkan dari setengah dari jari-jari kelengkungan R yang ada.

## 2.5 Faktor Kinerja Pemanen Panas

Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja pemanas tenaga surya ini selain lamanya waktu bersinar dan besarnya intensitas radiasi termal dari matahari, adalah:

- a. Reflektivitas material kolektor
- b. Luas permukaan kolektor
- c. Bentuk geometrik dan letak titik api dari kolektor
- d. Arah normal permukaan kolektor terhadap sinar matahari yang datang.
- e. Sifat benda hitam dari panci atau alat pemanas
- f. Besarnya kehilangan energi kalor ke sekitarnya (Marwani, 2011)



Gambar 2. 3 Proses Transfer Panas pada PTC. (Kribus, 2017)

Pada permukaan parabola, panas dikonsentrasikan pada satu titik fokus (Pieter, 2010). Teknik ini digunakan untuk mengeringkan udara. Berdasarkan gambar 2.3, bentuk geometri dan kelengkungan kolektor parabolik ini sangat menentukan letak titik fokusnya yang nantinya berpengaruh pada kinerja dari pemanen panas energi surya. Ukuran luas reflektor yang digunakan menentukan panas dan efisiensi yang dihasilkan. Reflektor dengan luasan besar menghasilkan

panas serta efisiensi yang besar tetapi sangat tidak ergonomis untuk digunakan, sebaliknya reflektor dengan luasan kecil menghasilkan panas dan efisiensi rendah tetapi ringkas dan ergonomis dalam hal pemakaian. Untuk mengetahui seberapa besar pengaruh luasan serta potensi pemanfaatan pemanas energi surya untuk keperluan rumah tangga khususnya pemanas ini, perlu dilakukan penelitian (Marwani, 2011). Ukuran reflektor dan bahan pipa *absorber* pada pemanas tenaga surya tipe parabolik sangat mempengaruhi kinerja serta panas yang dihasilkan, semakin besar ukuran reflektor serta bahan pipa *absorber* yang digunakan baik maka panas dan efisiensi yang dihasilkan semakin tinggi.

Deskripsi merk alat ukur dan besaran yang digunakan pada penelitian ini ditunjukkan pada tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Deskripsi Alat Ukur

Merk Alat Ukur	Besaran (Satuan)
Temperature Sensor : Thermocouple TASI 8620	Celcius (C)
Intensitas Cahaya :Luxmeter	Radiasi per Satuan Luas (W/m <sup>2</sup> )
Humidity Sensor : Sling Psychrometer 116	Persentase Kelembaban (%)
Kecepatan Angin : Anenometer Hot Wire GM 8903	Meter per Sekon (m/s)

Konversi satuan iluminasi ke satuan daya ditunjukkan pada persamaan 2.5 dibawah ini.

$$122 \pm 1 \text{ lx} = 1 \text{ W/m}^2 \dots\dots\dots(2.5)$$



## 2.6 Penelitian Terdahulu

Penelitian terdahulu terkait proposal tugas akhir ini seperti pada tabel 2.3.

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)

Tabel 2. 3 Penelitian Terdahulu

No.	Nama dan Tahun Publikasi	Hasil
1	Caturwati dkk, 2012	<b>Metode</b> : <i>absorber</i> berbentuk tabung silinder dari tembaga yang dilapisi cat berwarna hitam. <b>Hasil</b> : Temperatur <i>output</i> 32.1 °C dari radiasi maksimal sebesar 1010.1 W/m <sup>2</sup> .
2	Akoy dkk, 2015	<b>Metode</b> : Membandingkan Efisiensi dari 3 jenis bentuk <i>solar cooker</i> . <b>Hasil</b> : Suhu maksimal yang didapatkan dari <i>solar cooker</i> berbentuk parabola, kotak, dan panel berturut-turut adalah 86.5 °C, 52.35 °C dan 43.5 °C dengan intensitas radiasi yang sama.
3	Dwicaksono dkk, 2017	<b>Metode</b> : Menggunakan reflektor tipe parabola dengan plat <i>stainless steel</i> 304. <b>Hasil</b> : Temperatur <i>output</i> 82 °C pada intensitas radiasi maksimal 960 W/m <sup>2</sup> .

[www.itk.ac.id](http://www.itk.ac.id)