

**PEMANFAATAN LENS A FRESNEL SEBAGAI *COLLECTOR* CAHAYA
PADA KOMPOR SURYA**



**PUPUS QIRA
M0213070**

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
Desember, 2017**

HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI

Judul

Pemanfaatan Lensa Fresnel sebagai *Collector* cahaya pada Kompor Surya

Oleh

Pupus Qira

M0213070

Telah disetujui oleh

Pembimbing 1

Nama : Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.

NIP. : 196805081997021001

Tanggal:

Pembimbing 2

Nama : Mohtar Yuniarto, S.Si., M.Si.

NIP. : 198006302005011001

Tanggal:

HALAMAN PENGESAHAN

Skripsi dengan judul : Pemanfaatan Lensa Fresnel sebagai Collector Cahaya pada Kompor Surya

Yang ditulis oleh:

Nama : Pupus Qira

NIM : M0213070

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Senin

Tanggal : 18 Desember 2017

Anggota Tim penguji

1. Ketua Penguji

Dr. Agus Supriyanto, S.Si., M.Si.

NIP. 196908261999031001

.....

2. Sekretaris Penguji

Darsono S.Si., M.Si.

NIP. 197007271997021001

.....

3. Anggota Penguji I

Ahmad Marzuki, S.Si., Ph.D.

NIP. 196805081997021001

.....

4. Anggota Penguji II

Mohtar Yuniyanto, S.Si., M.Si.

NIP. 198006302005011001

.....

Disahkan pada tanggal

Oleh

Kepala Program Studi Fisika
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sebelas Maret Surakarta

Dr. Fahru Nurosyid S.Si., M.Si.

NIP. 19721013 200003 1 002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa isi intelektual skripsi saya yang berjudul “Pemanfaatan Lensa Fresnel sebagai Collector Cahaya pada Kompor Surya” adalah hasil kerja saya dan sepengetahuan saya hingga saat ini isi Skripsi tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret atau di Perguruan Tinggi lainnya kecuali telah dituliskan di daftar pustaka. Skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis di bagian ucapan terimakasih. Isi Skripsi ini boleh dirujuk atau difotocopy secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.

Surakarta, 1 Januari 2018

Pupus Qira

MOTTO

“We've always defined ourselves by the ability to overcome the impossible. And we count these moments. These moments when we dare to aim higher, to break barriers, to reach for the stars, to make the unknown known. We count these moments as our proudest achievements. But we lost all that, or perhaps we've just forgotten that we are still pioneers. And we've barely begun. And that our greatest accomplishments cannot be behind us, because our destiny lies above us.”

(Cooper – kutipan film Interstellar)

“Cobalah untuk tidak menjadi seorang yang SUKSES, tapi jadilah seorang yang
BERNILAI”

(Albert Einstein, 1879 – 1955)

“Without Knowledge action is useless and knowledge without action is futile”

(Abu Bakar 573 AD – 634 AD)

PERSEMBAHAN

*Kupersembahkan segala hasil kerja dalam karya ini,
kepada:*

Ibu & Ayah

Mas Kidung

Seluruh Keluarga

Rekan-rekan Fisika UNS

Seluruh penikmat ilmu di Penjuru Dunia

Pemanfaatan Lensa Fresnel sebagai *Collector* Cahaya pada Kompor Surya

Pupus Qira

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Sebelas Maret

ABSTRAK

Tantangan untuk memperbaiki kompor surya yang bersuhu tinggi adalah efisiensi untuk mentransfer dan memusatkan panas dari sinar matahari ke kolektor. Tantangan kedua adalah waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu air mendidih. Dalam tulisan ini, penggunaan lensa Fresnel pada kompor surya untuk memfokuskan panas dan mempercepat waktu untuk memanaskan air hingga mendidih. Perbaikan kompor untuk meningkatkan efisiensi transfer panas dengan memberikan serat alumunium untuk menjaga panas didalam kompor. Untuk mendapatkan suhu kompor digunakan termokopel. Hasilnya, suhu pada kompor mencapai $95\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan waktu yang dibutuhkan untuk mencapai $30\text{-}95\text{ }^{\circ}\text{C}$ adalah antara 12 sampai 25 menit. Hasil ini jauh lebih cepat dibandingkan dengan penelitian sebelumnya yang membutuhkan waktu untuk mendidihkan air lebih dari 1 jam. Hasil ini dilakukan dalam kondisi cuaca yang bagus dan eksperimental dimulai pukul 09.00 WIB hingga 14.00 WIB. Akhirnya, ditunjukkan bahwa dengan menggunakan lensa Fresnel dan penambahan serat alumunium pada kompor dapat mengoptimalkan transfer panas dari sinar matahari, dan mempercepat waktu memasak.

Keyword: Lensa Fresnel, kompor surya

Utilization of Fresnel Lenses as Light Collector on Solar Cooker

Pupus Qira

Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret

ABSTRACT

A challenge to improve solar cooker in high temperature is efficiency to transferring and concentrated heat from the sun to collector. The second challenge is time to reach boiling water temperature. In this paper, a model for solar cooker by using Fresnel lens to concentrated heat and accelerate time to reach boiling water temperature. Improvement in collector to increase efficiency of transferring heat. To obtain the temperature of collector thermocouple is used. The result of performance temperature the collector is 95 °C and the time needed to reach 30-95 °C is between 12 to 25 minutes. This time that needed to boil water is faster than the other result. This result is under favorable condition and the experimental starting at 09.00 am until 14.00 pm. Finally, it is shown that using Fresnel lens can optimization of transferring and concentrated heat from the sun, and accelerate time for cooking.

Keyword: Fresnel lens, Solar cooker

KATA PENGANTAR

Puji Syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, karena berkat rahmat, berkat dan kekuatan pemberian-NYA, penulis dapat menyusun Skripsi yang berjudul “**Pemanfaatan Lensa Fresnel sebagai Collector Cahaya pada Kompur Surya**” dengan tepat waktu, Alhamdulillah.

Skripsi disusun berdasarkan apa yang telah penulis lakukan di Laboratorium Optik dan Fotonik Program Studi Fisika FMIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta. Dalam pelaksanaan Skripsi, pasti memunculkan permasalahan-permasalahan yang baru di tiap langkahnya, dan penyelesaian permasalahan ini tidak lepas dari bantuan Allah dan pihak yang bersangkutan, oleh sebab itu Penulis ingin mengungkapkan rasa terima kasih kepada:

1. Allah SWT
2. Keluarga
3. Bapak Ahmad Marzuki selaku Pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan dana dalam pengerjaan skripsi dari awal sampai akhir.
4. Bapak Mokhtar Yunianto selaku Pembimbing II dan Pembimbing Akademik yang telah memberikan saran dan masukan untuk skripsi saya dan keberjalanan kuliah saya.
5. Bapak Fahru Nurosyid selaku kepala prodi Fisika yang telah membimbing saya selaku mahasiswa Fisika.
6. Mbak Tri dan Mas Jati selaku admin prodi Fisika yang selalu sabar dan tabah menghadapi mahasiswa seperti kami dan juga penggerak roda admin Fisika yang luar biasa.
7. Teman-teman dari Grup Bocah Tengik (Bobi alias Bangun Wahyu Sasongko, Kumis kanopi alias Brenda Julicantoro, Nyimeng alias Diaz Fatahillah, Pentol alias Muchammad Ilham Lutfi Hakim, Bulek alias Muchammad Fachrul Rozi Kurniawan, Retard alias Lintang Bongkar Kegirangan) yang selalu menghina, menyemangati, dan menghibur ketika muncul kendala dalam pengerjaan skripsi.

8. Teman-teman Grup Riset Optik & Photonik (Rumaisya Hilma, Arni Chandra, Mahmudah Salwa, Ferifta M., Govinda P.T., Putri Lailatul) yang telah membantu menyelesaikan masalah yang muncul.
9. Indah Puspita Maharani yang selalu memberikan semangat dalam pengerjaan skripsi
10. Andhika Ganda Putra, Bintang Adi Kusuma, Esti Nurani, Desinta Fachrunnisa, Trio Pambudi Utomo, Miftahul Ma'arif, Sudigdyo Suryo Pamungkas, Chiranjevi Nugroho, Desi Anggreani, serta Wisnu Pamungkas serta keluarga EMF 2013 lainnya yang telah membuat kehidupan di kampus menjadi lebih berwarna.
11. Mas Edi Prasetyo, Mas Ahmad Aftah Syukron, Mas Muchlas Yulianto, Mbak Carolina, dll selaku Senior di Grup Riset Optik & Fotonik yang telah memberikan banyak saran dan ilmu baru.

Penulis adalah manusia yang tak luput dari kesalahan, sehingga penulis meminta kritik dan saran yang membangun dari pembaca.

DAFTAR ISI

PEMANFAATAN LENS A FRESNEL SEBAGAI COLLECTOR CAHAYA PADA KOMPOR SURYA	i
HALAMAN PERSETUJUAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN.....	iv
MOTTO.....	v
PERSEMBAHAN	vi
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR SIMBOL.....	xvii
BAB I	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Batasan Masalah.....	2
1.3. Perumusan Masalah.....	3
1.4. Tujuan Penelitian.....	3
1.5. Manfaat Penelitian.....	3
BAB II	4
2.1. Cahaya	4
2.1.1 Pengertian Cahaya.....	4

2.1.2.	Pembiasan Cahaya	5
2.1.3.	Pemantulan Cahaya	6
2.2.	Lensa Fresnel.....	7
2.2.1.	Definisi Umum Lensa Fresnel	7
2.2.2.	Tipe Lensa Fresnel	8
2.2.3.	Perambatan Cahaya pada Lensa Fresnel	9
2.2.3.	Parameter Lensa Fresnel	11
2.3.	Energi Matahari	13
2.3.1.	Radiasi Matahari	13
2.3.2.	Pemanfaatan Energi Matahari	16
2.3.3.	Mekanisme Perambatan Panas Secara Konduksi.....	16
2.3.4.	Mekanisme Perambatan Panas Secara Konveksi.....	17
2.3.5.	Mekanisme Perambatan Panas Secara Radiasi	17
2.4.	Kompur Surya	17
2.4.1.	Pengertian Kompur Surya	17
2.4.2.	Kompur Surya Konvensional.....	19
2.4.3.	Kompur Surya Modern	20
BAB III	.....	22
3.1.	Tempat dan Waktu Penelitian	22
3.2.	Alat dan Bahan Penelitian	22
3.2.1.	Alat.....	22
3.2.2.	Bahan.....	23
3.2.3.	Software yang digunakan.....	23
3.3.	Metode Penelitian.....	24

3.3.1.	Pembuatan set kompor surya	25
3.3.2.	Pengambilan Data	26
3.3.3.	Analisa Data	27
3.3.4.	Penarikan Kesimpulan	27
BAB IV	.....	28
4.1.	Proses Pembuatan Kompor Surya	28
4.2.	Persebaran Titik Fokus Lensa	29
4.3.	Peleburan Alumunium.....	31
4.4.	Pengujian Bahan Kompor.....	34
4.4.	Pengukuran Suhu <i>Receiver</i> dan Kompor.....	38
BAB V	.....	41
5.1.	Kesimpulan.....	41
5.2.	Saran.....	42
DAFTAR PUSTAKA	.....	43
LAMPIRAN	.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Diagram alir penelitian	24
Tabel 4.1	Hasil peleburan alumunium	32

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Cahaya sebagai gelombang elektromagnetik (Halliday,2007)	4
Gambar 2.2	Pembiasan cahaya, dimana θ_i merupakan sudut datang dan θ_r merupakan sudut bias (Serway, 2008)	5
Gambar 2.3	Proses cahaya masuk ke lensa (a) lensa cembung (b) lensa cekung (Cutnell dan Jhonson, 2008)	6
Gambar 2.4	(a) Pemantulan spekular (b) Pemantulan baur (Serway, 2008)	6
Gambar 2.5	Skema penampang permukaan suatu lensa fresnel (Miller, 2011)	7
Gambar 2.6	Lensa Fresnel berbentuk lingkaran (b) lensa Fresnel linier (Sierra, 2004)	7
Gambar 2.7	(a) <i>Reflective Mirror Fresnel</i> , (b) <i>Refractive Lens Fresnel</i> (Menghani, <i>et.al</i> , 2012)	8
Gambar 2.8	Prinsip fermat (Nabelek, 1990)	9
Gambar 2.9	Lensa Fresnel dengan alur menghadap ke dalam (Ralf, 2001)	10
Gambar 2.10	Garis-garis cahaya melewati lensa Fresnel (Nabelek,1990)	11
Gambar 2.11	Proses radiasi matahari ke permukaan bumi (Meyer, 2012)	14
Gambar 2.12	Posisi solar dalam sistem koordinat terestrial untuk titik P di lokasi sekitar 15 derajat E 45 derajat N (Meyer, 2012).	15
Gambar 2.13	<i>Global Irradiance</i>	16
Gambar 2.14	(a) Flat plate collector, (b) Evacuated cube, (c) Linear Fresnel Reflector, (d) Central Receiver, (e) Parabolic dish, (f) Parabolic Trough. (Kumar,2013)	18
Gambar 2.15	Diagram solar cooker dan penampang evacuated tube absorber (Zhai, 2010)	19
Gambar 2.16	Macam-macam kompor surya konvensional (Sutarno, 2012)	20
Gambar 2.17	Skematik dari kompor surya modern (Zhu, 2016)	21
Gambar 3.1	Set Kompor Surya pertama	25
Gambar 3.2	Set Kompor Surya kedua	26
Gambar 4.1	Receiver	28
Gambar 4.2	<i>Frame</i> lensa	29
Gambar 4.3	Pengambilan data pertama	29
Gambar 4.4	Grafik hubungan jarak horizontal dengan jarak vertical	

	dari titik fokus lensa (a) 11 Juni 2017, (b) 12 Juni 2017	30
Gambar 4.5	Grafik hubungan jarak horizontal dengan jarak vertical dari titik fokus lensa pada tanggal (a) 15 Juni 2017, (b) 18 Juni 2017	31
Gambar 4.6	Grafik hubungan waktu dengan suhu (a) Jam 09.00 WIB, (b) jam 11.00 WIB, (c) jam 13.00 WIB	34
Gambar 4.7	Grafik hubungan waktu dengan suhu pada tanggal 13 Agustus 2017	35
Gambar 4.8	Grafik hubungan waktu dengan suhu tanggal 22 Agustus 2017	36
Gambar 4.9	Grafik hubungan waktu dengan suhu tanggal 23 Agustus 2017	36
Gambar 4.10	Grafik hubungan waktu dengan suhu tanggal 24 Agustus 2017	37
Gambar 4.11	Grafik hubungan waktu dengan suhu tanggal 25 Agustus 2017	37
Gambar 4.12	Set kompor surya untuk pengukuran suhu receiver dan kompor	38
Gambar 4.13	Grafik hubungan waktu dan suhu T1 dan T2 jam 09.00 WIB	39
Gambar 4.14	Grafik hubungan waktu dan suhu T1 dan T2 jam 11.00 WIB	39
Gambar 4.15	Grafik hubungan waktu dan suhu T1 dan T2 jam 13.00 WIB	40

DAFTAR SIMBOL

Simbol	Keterangan	Satuan
u	Kecepatan cahaya pada ruang hampa	m/s
μ_o	Permiability di ruang hampa	T.m/A
ϵ_o	Permitivitas di ruang hampa	C ² /N.m ²
n	Indeks bias	-
I	Radiasi matahari	W/m ²
I_r	Iradiasi matahari	W/m ²
I_a	Radiasi matahari yang masuk kolektor	W/m ²
CR_o	Rasio konsentrasi optik	-
CR_g	Rasio geometri optik	-
A_a	Luas bidang penangkapan (lensa Fresnel)	m ²
A_f	Luas <i>receicver</i> (luas titik fokus Fresnel)	m ²
r_{lens}	Jari-jari lensa	m
r_{rec}	Jari-jari penerima (jari-jari titik fokus lensa)	m
E_{opt}	Laju energi optikal	W.m/s
η_{opt}	<i>Optical efficiency</i>	%
Γ	Fraksi energi yang terpantul	-
E	Energi radiasi	eV
λ	Panjang gelombang	m
h	Konstanta Planck	J. s
ν	Frekuensi gelombang	1/s
θ	Tetha	Derajat
E_s	Radiasi permukaan matahari	W/m ²
ρ	Massa jenis	Kg/m ³

σ	Tetapan Stefan-Boltzman	$\text{W/m}^2\text{K}^4$
m	Massa	kg
d	Diameter	m
T	<i>Temperarture</i>	K
G	<i>Irradiance</i>	W/m^2
G_d	Iradiasi yang terhambur	W/m^2
G_b	Iradiasi langsung	W/m^2
DHI	Iradiasi yang terhambur pada arah horizontal	W/m^2
DNI	Iradiasi normal langsung	W/m^2
α	Reflektansi	-
k	Konstanta konduktivitas termal	W/m. K
L	ketebalan	m
Q	kalor	Joule
H	Konveksi panas	$\text{W/m}^2. \text{K}$
e	Emisivitas bahan	-
P_{cond}	Laju perpindahan panas	J/s