

Pengembangan Dan Modifikasi *Kompur Surya Sederhana* Berbasis Energi Matahari (*Solar Energy*) Tipe Bulat Dan Parabola Untuk Kebutuhan Memasak (*Solar Cooker*) Pada Rumah Tangga Dan Sekolah

Taufik Arief^{1*}, Subriyer Nasir², Nukman³, YB Ningsih⁴, Eva Oktinasari⁵, RR. Yunita bayuningsih⁶,

^{1*}Jurusan Teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya,

²Jurusan Teknik Kimia Universitas Sriwijaya

³Jurusan Teknik Mesin Universitas Sriwijaya

⁴⁾⁵⁾⁶⁾Jurusan Pertambangan Universitas Sriwijaya

Corresponding Author: 1*ataufik0909@yahoo.com

Diterima: 03 Januari 2021 Revisi: 15 Maret 2021 Disetujui: 04 April 2021 Online: 20 April 2021

ABSTRAK : Indonesia yang berada dalam wilayah khatulistiwa mempunyai potensi energi surya sangat besar sepanjang tahunnya. Salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mengatasi krisis energy didaerah khususnya energi fosil khususnya minyak bumi adalah energi matahari. Ketersediaan energi matahari yang berlimpah diprediksi tidak akan habis hingga akhir jaman nanti. Kebutuhan energi berbasis energi matahari (solar) untuk rumah tangga / memasak dan industri kecil hampir diperlukan oleh setiap rumah tangga dan setiap hari, maupun bisa digunakan untuk kebutuhan memasak pada indsutri kecil. Untuk itu penggunaan kompor energi surya sederhana untuk rumah tangga sangat tepat. Tingkat keberhasilan penggunaan kompor surya sederhana yang dirancang ini sangat tergantung pada besar dan lamanya waktu/intensitas penyinaran matahari memancarkan radiasi termalnya, atau dengan kata lain bergantung pada cuaca. Perancangan prototipe kompor surya sederhana bertujuan untuk mengetahui lebih jauh potensi pemanfaatan energi surya untuk kebutuhan memasak dalam rumah tangga. Rancangan prototipe alat kompor surya yang dibuat 2 jenis, jenis pertama Kompor Surya Sederhana jenis tipe kolektor setengah bulat dan yang kedua adalah jenis telah dilakukan penelitian/pengujian terhadap sebuah kompor energi surya tipe kolektor parabola. Untuk tipe setengah bulat berdiameter 100 cm dan aluminium Galvanis sebagai bahan reflektornya. Pengujian dilakukan dengan memanaskan air sebanyak 3 liter dan goreng telur. Dari hasil pengujian dengan berbagai kondisi radiasi termal matahari disimpulkan bahwa kompor energi surya dapat berfungsi dengan baik jika radiasi termal matahari berkisar antara 500 W/m² sampai dengan 900 W/m² selama lebih kurang 3,5 jam. Efisiensi maksimum kompor surya didapat sebesar 15-20 %.

Kata kunci: *Kompur energi surya, kolektor parabola, radiasi termal matahari, reflektor.*

ABSTRACT: Indonesia which is in the equatorial region has huge solar energy potential throughout the year. One solution that can be used effectively to overcome the energy crisis in the region, especially fossil energy, especially petroleum, is solar energy. The availability of abundant solar energy is predicted not to run out until the end of the age later. Energy needs based on solar energy for household / cooking and small industries are almost needed by every household and every day, and can be used for cooking needs in small industries. For that the use of simple solar energy stoves for households is very appropriate. The success rate of using a simple solar stove that is designed is very dependent on the magnitude and length of time / intensity of solar radiation emitting thermal radiation, or in other words depending on the weather. The design of a simple prototype solar cooker aims to find out more about the potential use of solar energy for household cooking needs. The prototype design of the solar cooker is made of 2 types, the first type is a simple solar cooker type of semi-round collector type and the second is the type of research / testing has been carried out on a solar energy cooker type of parabolic collector. For the type of half-round diameter of 100 cm and aluminum galvanis as the reflector material. Testing is done by heating 3 liters of water and fried eggs. From the results of tests with various solar thermal radiation conditions it was concluded that solar energy stoves can function properly if the solar thermal radiation ranges from 500 W / m² to 900 W / m² for approximately 3.5 hours. The maximum efficiency of a solar cooker is 15-20%.

Keywords: *solar energy stove, satellite dish collector, solar thermal radiation, reflector.*

1. PENDAHULUAN

Penggunaan energi di Indonesia meningkat pesat sejalan dengan pertumbuhan ekonomi dan penambahan penduduk. Sedangkan, akses ke energi yang andal dan terjangkau merupakan pra-syarat utama untuk meningkatkan standar hidup masyarakat.

Indonesia yang berada dalam wilayah khatulistiwa mempunyai potensi energi surya sangat besar sepanjang tahunnya. Salah satu solusi yang dapat dimanfaatkan secara efektif untuk mengatasi krisis energi khususnya energi fosil khususnya minyak bumi adalah energi matahari. Ketersediaan energi matahari yang berlimpah diprediksi tidak akan habis hingga akhir jaman nanti (Kalogirau, Soteris 2009). Kondisi ketersediaan Minyak Bumi yang dahulu sangat diminati, saat ini semakin lama berkurang dan habis (*depletion curve*). Kayu bakar (*charcoal*) dan minyak tanah yang sempat digalakkan oleh pemerintah sekarang sudah tidak relevan lagi mengingat bahan baku tersebut bila tidak dikelola juga akan habis. Untuk itu energi alternatif yang dapat dimanfaatkan secara efektif adalah energi matahari / radiasi matahari yang dikenal dengan solar energi. (Martin, 2006).

Matahari yang selama ini hanya dimanfaatkan untuk penerangan dan pengeringan konvensional dapat dijadikan energi sumber energi panas. Berdasarkan data penyinaran matahari yang dihimpun dari 18 lokasi di Indonesia, radiasi surya di Indonesia dapat diklasifikasikan berturut-turut sebagai berikut: untuk kawasan barat dan timur Indonesia dengan distribusi penyinaran di Kawasan Barat Indonesia (KBI) sekitar 4,5 kWh/m²/hari dengan variasi bulanan sekitar 10%; dan di Kawasan Timur Indonesia (KTI) sekitar 5,1 kWh/m² /hari dengan variasi bulanan sekitar 9%. Untuk memanfaatkan potensi energi surya tersebut, ada 2 (dua) macam teknologi yang sudah diterapkan, yaitu:

1. Teknologi energi surya fotovoltaik, energi surya fotovoltaik digunakan untuk memenuhi kebutuhan listrik, pompa air, televisi, telekomunikasi, dan lemari pendingin di Puskesmas dengan kapasitas total ± 6 MW.
2. Teknologi energi kompor surya (termal), energi surya termal pada umumnya digunakan untuk memasak (kompor surya), mengeringkan hasil pertanian (perkebunan, perikanan, kehutanan, tanaman pangan) dan memanaskan air.

Melalui penyediaan Kompor Surya Sederhana baik dari segi kualitas maupun kuantitas di suatu daerah, maka potensi sumber energi matahari dapat dimanfaatkan secara maksimal, sehingga dapat membantu kebahagiaan masyarakat dalam melakukan aktivitas sehari-hari seperti : memasak, merebus air dan lain-lain. Selain itu itu kompor surya sederhana dapat dimanfaatkan oleh industri kecil seperti industri kerupuk, kemplang dan industri rumah tangga yang selama ini menggunakan kompor minyak/tanah dan menggunakan kayu dan ranting kayu secara liar.

Dari kondisi lingkungan tersebut terutama kondisi dan keadaan sosial ekonomi penduduk menengah kebawah ini, maka penerapan teknologi sederhana penyediaan kompor surya sederhana ini dilaksanakan, yang merupakan upaya peningkatan wawasan masyarakat dapat lebih peduli dalam pemanfaatan energi matahari secara optimal. Kondisi masyarakat sehari-hari dalam kegiatan atau aktivitas dalam hal penggunaan Kompor Surya Sederhana belum tersosialisasi secara mendalam, kegiatan penyuluhan, peragaan perlu dilakukan agar masyarakat dapat melihat dan merasakan manfaatnya.

Pemanfaatan kompor energi surya untuk keperluan rumah tangga khususnya memasak ini, perlu dilakukan penelitian/ pengujian. Pemanasan dengan pemanfaatan secara langsung panas matahari, suhu yang dicapai tidak akan melampaui 100 °C. Suhu pemanasan dan efektivitas pemanfaatan energi surya dapat dicapai lebih tinggi dengan menggunakan pengumpul-pengumpul panas yaitu kolektor energi surya. Sinar matahari yang jatuh pada permukaan kolektor dikonsentrasikan/ difokuskan pada sebuah titik atau pada area tertentu sehingga diperoleh suhu yang sangat tinggi. Secara umum bentuk geometrik permukaan kolektor surya ada tiga jenis yaitu : pipih/ rata, parabolik silindris dan parabolikbulat.

Dalam pemanfaatan energi surya dapat dibedakan menjadi tiga cara yaitu :

- a. Pemanfaatan langsung panas sinar matahari untuk pengeringan, misalnya: menjemur pakaian, pembuatan garam, pembuatan ikan kering, dll.
- b. Mengumpulkan energi termal matahari melalui suatu kolektor energi surya yang selanjutnya energi termal tersebut digunakan secara langsung atau dikonversikan menjadi energi listrik.

- c. Mengkonversikan energi radiasi termal matahari langsung menjadi energi listrik melalui sel fotovoltaik.

2. STUDI PUSTAKA

Kompot tenaga surya adalah perangkat memasak yang menggunakan energi termal matahari melalui suatu kolektor sebagai sumber energi. Prinsip dasar cara kerja kompor 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. Panci atau alat tempat memasak ditempatkan pada daerah titik api ini sedemikian rupa sehingga energi termal yang terkonsentrasi mengenai alas panci dan meneruskan energi termal tersebut ke produk yang sedang dimasak. Faktor-faktor yang mempengaruhi kinerja kompor tenaga surya ini selain lamanya waktu bersinar dan besarnya intensitas radiasi termal dari matahari, adalah:

- Refleksivitas material kolektor
- Luas permukaan kolektor
- Bentuk geometrik dan letak titik api dari kolektor
- Arah normal permukaan kolektor terhadap sinar matahari yang datang.
- Sifat benda hitam dari panci atau alat memasak
- Besarnya kehilangan energi kalor ke sekitarnya

Persamaan-persamaan yang digunakan dalam perhitungan :

- a. Titik fokus parabola
(f)

$$f = 1/2 R \quad (1)$$

Dimana :

$$f = \text{fokus parabola}$$

$$R = \text{jari-jari kelengkungan parabola (m)}$$

- c. Energi yang diterima kolektor

$$Q_{kol} = A_k \cdot I_r \quad (2)$$

Dimana:

Q_{kol} = Energi yang diterima kolektor (W)

I_r = Intensitas radiasi matahari (W/m^2)

A_k = Luas penampang normal kolektor parabola

(m^2)

d. Efisiensi kompor

$$\eta_k = \frac{\Delta Q_{air} / \Delta t \times}{Q_{kol}} \times 100\% \quad (3)$$

Dimana :

η_k = efisiensi kompor (%)

ΔQ_{air} = pertambahan energi yang diterima air pada selang waktu Δt (J)

Δt = selang waktu pertambahan energi air (s)

Q_{kol} = energi yang diterima kolektor (W)

b. Energi yang diterima air

$$Q_{air} = m \cdot C_p \cdot (T_2 - T_1) \quad (4)$$

Dimana

Q_{air} = Energi yang diterima air (J)

m = massa air (kg)

C_p = Panas Jenis air (kJ/kg. °C)

T_2 = Temperatur akhir air (°C)

T_1 = Temperatur awal air (°C)

3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Waktu dan Tempat

Perancangan dan pembuatan kompor surya dilakukan selama 3 bulan yaitu bulan Juli sampai dengan bulan November 2020 dilakukan di Laboratorium Pengolahan Bahan Galian dan Jurusan Pertambangan Kampus Fakultas Teknik Bukit lama Palembang. Setelah perancangan dan instalasi prototipe kemudian dilakukan pengujian pengujian eksperimentasi dan demonstrasi alat kompor sederhana di Kampus Fakultas Teknik Jurusan teknik Pertambangan Universitas Sriwijaya.

Dari percobaan yang dilakukan sebanyak 6 titik percobaan maka akan didapatkan efektifitas dan efisiensi kompor. Secara teori memang efektifitas panas sangat tergantung intensitas tenaga surya (sinar matahari) yang ada sebagai sumber energi. Dan efisiensi energi (η_k) yang diterima sangat tergantung pada jumlah energi yang diterima air (Q_{air}) selama pemanasan berbanding jumlah panas yang diterima kolektor.

3.2. Rancangan Umum Kompor Surya

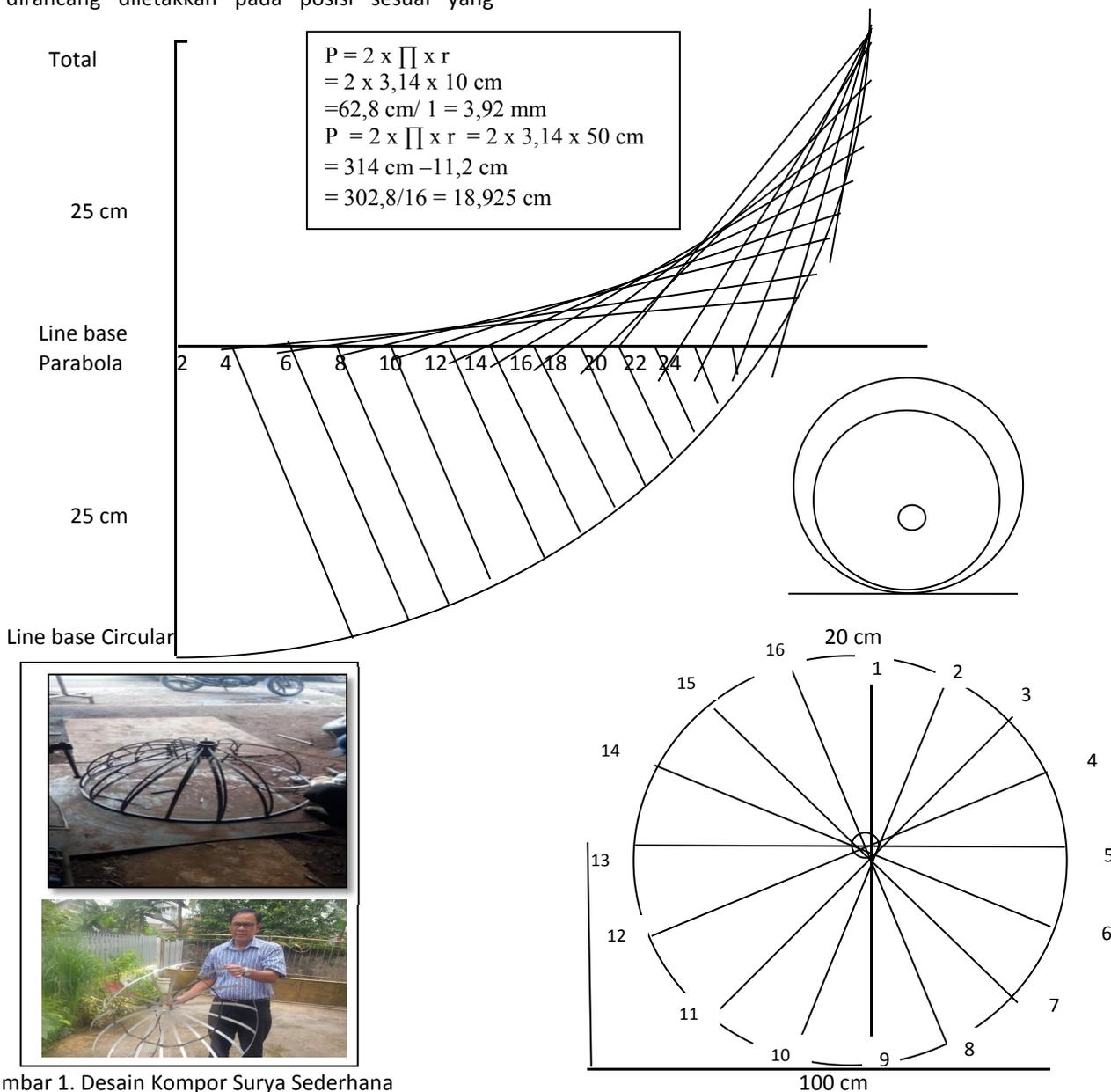
Dalam penelitian ini dilakukan dengan metode perancangan prototipe dan eksperimental dengan membuat peralatan Kompor Surya Sederhana dengan bahan –bahan yang mudah didapat. Setelah peralatan

dan bahan-bahan disiapkan dilakukan pengukuran dan desain kompor yang diinginkan. Setelah desain kompor surya dibuat maka dibuat kerangka kompor berbentuk setengah bola dan parabola, kemudian reflektor dipasang dimasing-masing tipe kompor surya yang yang dibuat yaitu tipe kompor surya sederhana berbentuk setengah bola dengan diameter 50 cm dan tinggi 50 cm dan kompor surya berbentuk parabola dengan diameter 1 meter dan tinggi 25 cm.

3.3. Tahapan Eksperimentasi

Tahapan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan alat-alat ukur seperti termometer, termokopel dan actinograf
- b. Prototipe kompor surya sederhana yang telah dirancang diletakkan pada posisi sesuai yang diinginkan yaitu lapangan terbuka dengan sinar matahari, kemudian dipasang alat masak/panci berisi air serta dengan alt ukurnya
- c. Kompor surya sederhana yang sudah menghadap tepat pada sinar matahari, dilakukan pengamatan agar bekerja sesuai posisi tepat dan kemudian kolektor dan reflektor akan memantul tepat /fokus pada titik panci yang digunakan, kemudian catat reaksi yang diperoleh
- d. Pencatatan data yang diperlukan setelah adanya konveksi sinar mengakibatkan air mendidih kemudian diukur temperatur air, radiasi matahari dalam selang waktu ditentukan.
- e. Waktu yang baik penyinaran matahari adalah jam 10.00 s.d 13.00 wib.



Gambar 1. Desain Kompor Surya Sederhana

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Hasil Perancangan

Hasil perancangan didapat dua prototipe Kompor surya sederhana yaitu :

1. Kompor surya sederhana tipe setengah bola

Tipe kompor surya sederhana berbentuk setengah bola dengan diameter 50 cm dan tinggi 50 cm, bahan reflektor terbuat dari/digunakan bahan stanlies steel, kerangka terbuat dari besi ringan yang dirangkai sehingga terbentuk setengah bola dengan diameter 50 cm dan tinggi 50 cm ($>60^\circ$). Posisi kompor (untuk panci) terletak pada titik tengah dari total tinggi kompor (20 cm).



Gambar 2. Prototipe Kompor Sury Sederhana Tipe Setengah Bola

2. Kompor Surya Sederhana tipe parabolik

Tipe kompor surya sederhana bebentuk parabolik dibuat agak landai dan lebar dengan lingkaran lebih besar dan dengan sudut agak datar ($<25^\circ$)



Gambar 3 Prototipe Kompor Surya Sederhana tipe parabolik

4.2. Hasil Eksperimentasi Kompor Surya

Tahapan pengujian yang dilakukan adalah sebagai berikut :

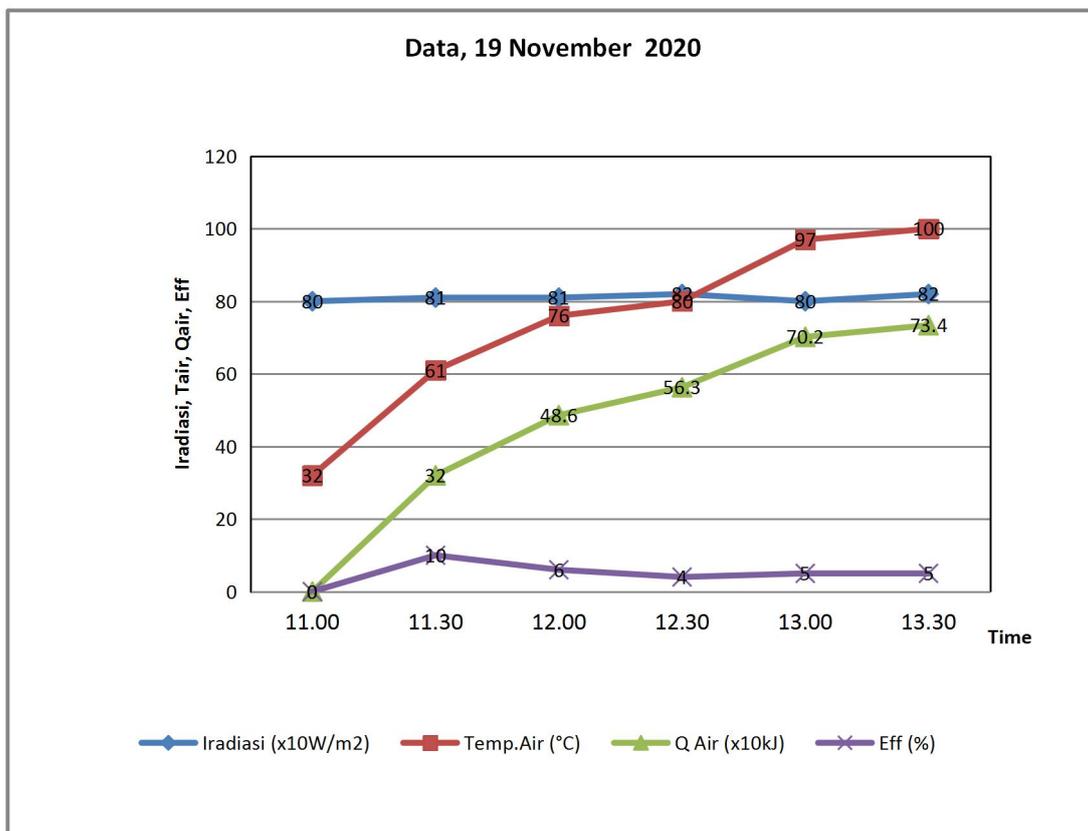
1. Menyiapkan alat-alat ukur seperti termometer, termokopel dan actinograp
2. Prototipe kompor surya sederhana yang telah dirancang diletakkan pada posisi sesuai yang diinginkan yaitu lapangan terbuka dengan sinar matahari, kemudian dipasang alat masak/panci berisi air serta dengan alat ukurnya
3. Kompor surya sederhana yang sudah menghadap tepat pada sinar matahari, dilakukan pengamatan agar bekerja sesuai posisi tepat dan kemudian kolektor dan reflektor akan memantul tepat /fokus pada titik panci yang digunakan, kemudian catat reaksi yang diperoleh
4. Pencatatan data yang diperlukan setelah adanya konveksi sinar mengakibatkan air mendidih kemudian diukur temperatur air, radiasi matahari dalam selang waktu ditentukan.
5. Waktu yang baik penyinaran matahari adalah jam 10.00 s.d 13.



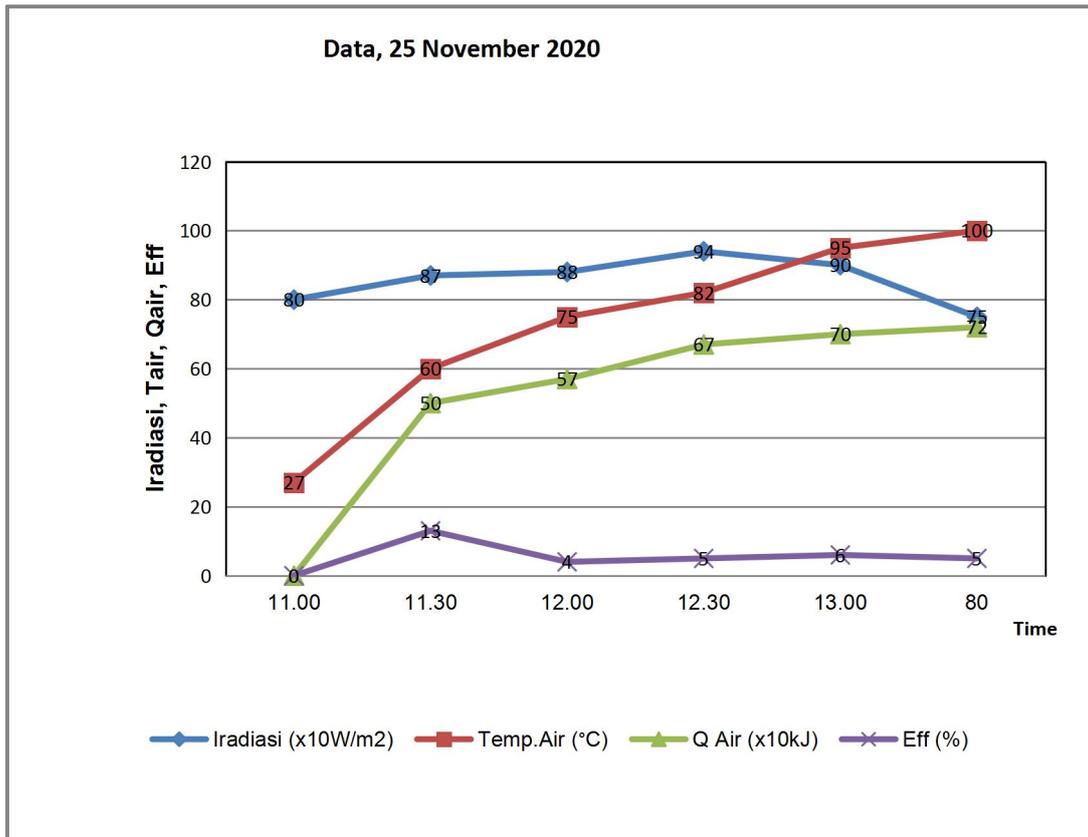
(a) Gambar 4. Kondisi Pengujian dilapangan pada Kompor



(b) Surya Tipe Setengah Bola (a) uji fungsi kompor surya (b) uji memasak



Gambar 5. Hasil eksperimentasi 1 kompor surya sederhana pada tanggal 19 November 2020



Gambar 6. Hasil eksperimentasi 1 kompor surya sederhana pada tanggal 25 November 2020

Pada Gambar 5 dan gambar 6, menunjukkan bahwa dari percobaan pengujian kemampuan bakar dari kompor surya relatif baik, walaupun sangat tergantung intensitas sinar matahari yang ada. Pada pengujian awal dengan intensitas matahari rata-rata 80%, didapat panas (Q air) rata-rata 50 – 72 Joule dan panas air berkisar suhu 50°C - 90°C, dengan durasi waktu selama 3,5 jam. Begitu juga dengan pengujian kedua sampai ke 6 percobaan menunjukkan rata-rata relatif sama dengan potensi sinar matahari semakin besar (>80%) akan menghasilkan energi dan temperatur yang relatif tinggi, disamping faktor lain yang mempengaruhi adalah kualitas kolektor yang ada.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

1. Kompor Surya Sederhana yang telah dirancang dan diuji hanya tipe setengah bola, untuk tipe parabolik belum dilakukan pengujian lapangan.
2. Prototipe Kompor Surya Sederhana dapat digunakan sebagai alat memasak baik untuk rumah tangga dan industri kecil walaupun masih perlu dilakukan modifikasi khususnya

pada kualitas/jenis reflektor maupun jarak yang optimal titik fokus reflektor.

3. Kompor Surya Sederhana dapat digunakan secara maksimal dalam durasi waktu lebih kurang 3,5 jam dengan intensitas radiasi termal antara 500 W/m² dan 900 W/m²
4. Dari hasil perhitungan efisiensi hasil pengujian mencapai 15 %, tetapi ini dapat ditingkatkan sesuai dengan kondisi radiasi matahari per harinya

5.2. Saran

1. Modifikasi prototipe telah dilakukan dengan melihat indikasi bahwa kompor surya dapat secara cepat digunakan sebagai alat memasak, hanya perlu dicari bahan reflektor yang baik dan cepat agar temperatur/termal lebih tinggi dan efisiensi juga lebih tinggi.
2. Perlu dilakukan kajian lebih lanjut agar kompor surya sederhana diharapkan dapat beroperasi pada intensitas radiasi matahari yang relatif rendah.

DAFTAR PUSTAKA

- Duffie, John. A., Beckman, William. A., 1991. Solar Engineering of Thermal Process. Second edition. New York John Willey & Sons, Inc.
- Holman, J. P, 1991. Perpindahan Kalor edisi keenam - Jakarta; Penerbit Erlangga.
- Kadir, Abdul, 1995. Energi; Sumberdaya inovasi Tenaga Listrik, Potensi ekonomi/edisi kedua/Revisi Jakarta; Penerbit Universitas Indonesia (UI- Press) .
- Kalogirou, Soteris. 2009 Handbook Solar Energy Engineering Processes and System 1st ed.p.cm. Includes bibliographical references and index.
- Fitrya, K. 2008. Transformasi Energi Cahaya Matahari Menjadi Energi Termal pada bahan Pasir, Tanah, dan Batu Merah. Universitas Diponegoro. www.eprints.undip.ac.id.
- Martin, R. 2006. Design of Solar Ovens for Use in the Developing World. International Journal for Service Learning in Engineering. 2(1): 78- 91.
- Marwani. 2011. Potensi Penggunaan Kompor Energi Surya Untuk Kebutuhan Rumah Tangga Jurusan Teknik Mesin. Universitas Sriwijaya. Palembang: 10 hal.
- Priyadi, I. 2006. Rancang Bangun Kolektor Surya Menggunakan Absorber Kuningan Sebagai Alternatif Sumber Energi Termal. Universitas Bengkulu. Bengkulu. 4(1): 1-57