

STUDI EKSPERIMEN KINERJA OVEN SURYA BERPERMUKAAN BENTUK OVAL

Azmain Noor Hatuwe<sup>1)</sup>, Abdul Hadi Wusurwut<sup>2)</sup>, Kelian M.A.S<sup>3)</sup>

<sup>1,2,3)</sup>Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Ambon

<sup>1)</sup>[noor.azmain@gmail.com](mailto:noor.azmain@gmail.com)

ABSTRAK

Oven surya yang menjadi objek penelitian ini, memiliki desain berupa kombinasi parabola dengan setengah selinder, sehingga permukaan sinar masuk ke dalam oven surya berbentuk oval. Oven surya ini memiliki luas permukaan sinar matahari masuk sebesar 1.3 m<sup>2</sup>, reflektor dilapisi dengan potongan cermin, dan fokus sinar terletak pada kedalaman 36 cm dari permukaan atas. Sedangkan di bagian atas parabola diberi penutup yang terbuat dari bahan plastik transparan. Penutup ini berfungsi melindungi absorber dari udara lingkungan. Pada posisi fokus sinar pantul diletakkan kotak aluminium berwarna hitam yang berfungsi sebagai absorber dan wadah pemanggangan roti. Oven surya ini didesain untuk mampu memusatkan sinar matahari pada areal yang kecil, sehingga dapat menghasilkan panas yang tinggi. Pengujian yang dilakukan untuk mengukur kinerja oven surya menggunakan metode true eksperimen. Dimana data hasil penelitian diperoleh melalui perlakuan pengujian di laboratorium. Perolehan data tersebut selanjutnya digunakan untuk menentukan efisiensi dan *cooking power*. Data hasil eksperimen, memberikan informasi tentang kinerja oven surya, bahwa semakin bertambahnya volume air, maka membutuhkan energi panas yang lebih banyak. Sedangkan nilai *cooking power* tertinggi 646 watt diperoleh dari hasil pengujian volume air sebanyak 2 liter, dan nilai efisiensi oven surya tertinggi 0,72 diperoleh dari hasil pengujian volume air sebanyak 2 liter. Oven surya ini dapat memanggang roti dengan berat adonan sebesar 1 kg, selama 55 menit.

**Kata Kunci:** Eksperimen; Kinerja; Oven Surya

ABSTRACT

*Solar oven which is the object of this study, it has a combination of parabolic design with half-cylinder, so that the surface of the light into the oval-shaped solar oven. This solar oven has a surface area of sunlight coming in at 1.3 m<sup>2</sup>, reflectors coated with pieces of mirror, and the beam focus lies at a depth of 36 cm above the surface. While at the top of the parabola given a cover made of transparent plastic material. This cover protects the absorber from environmental air. At the focus position reflected ray aluminium put a black box that serves as an absorber and a container of baking bread. This solar oven is designed to be capable of concentrating sunlight on a small area, so it can produce high heat. Tests were conducted to measure the performance of the solar oven using true experimental method. Where the research data obtained through laboratory testing treatment. Obtaining these data are then used to determine the efficiency and cooking power. Data on experimental results, provide information about the performance of the solar oven, that the increasing volume of water, it requires more heat energy. While the highest value of 646 watts of cooking power obtained from the test results volume much as 2 liters of water, and solar ovens highest efficiency value of 72 % was obtained from the test results as much as 2 liters of water volume. This solar oven can bake bread dough with a weight of 1 kg, for 55 minutes.*

**Keywords:** Experiment; Performance; Solar Oven

1. PENDAHULUAN

Energi matahari dapat dimanfaatkan menjadi energi alternatif kebutuhan rumah tangga dengan menggunakan teknologi surya. Untuk memanggang roti atau jenis kue lainnya dapat menggunakan oven surya. Oven surya pada umumnya berbentuk kotak, dimana kue dipanggang di dalam kotak surya tersebut. Untuk meningkatkan kinerja oven surya, telah dikembangkan oven surya yang memiliki konstruksi merupakan gabungan bentuk parabola dan setengah selinder, sehingga permukaan sinar masuk ke dalam oven surya berbentuk oval. Oven surya ini memiliki luas permukaan sinar matahari masuk sebesar 1.3 m<sup>2</sup>, reflektor berlapisan potongan cermin, dan fokus sinar berbentuk terletak pada kedalaman 36 cm dari permukaan atas. Sedangkan di bagian atas parabola

diberi penutup yang terbuat dari bahan plastik transparan, berfungsi melindungi absorber dari udara lingkungan. Pada fokus sinar pantul diletakkan kotak aluminium berwarna hitam. Kotak ini berfungsi sebagai absorber dan sebagai wadah pemanggangan roti. Oven surya ini didesain untuk mampu memfokuskan sinar matahari pada areal yang kecil, sehingga dapat menghasilkan panas yang tinggi, dengan demikian diharapkan dapat memanggang roti.

Besarnya efisiensi dan *cooking power* yang dapat dicapai oleh oven surya perlu diketahui dengan cara melakukan pengujian. Pengujian dilaksanakan dengan mengikuti standart ESAE S580 JAN 03, tentang aturan pelaksanaan pengujian kompor surya. Pelaksanaan pengujian dilakukan di antara waktu jam 10.00 dan 14.00 waktu setempat. Oven surya

direncanakan diberi perlakuan memanaskan tiga volume air yakni, 1 liter, 1,5 liter dan 2 liter dengan interval waktu pemanasan selama 10 menit, dari pengujian tersebut akan diperoleh data temperatur awal dan akhir pada selang 10 menit pemanasan, serta intensitas total radiasi sinar matahari berupa gabungan sinar langsung dan tidak langsung. Data temperatur, massa air, dan radiasi matahari dibutuhkan untuk menentukan nilai efisiensi dan *cooking power*

Permasalahan pada penelitian adalah seberapabesarkah efisiensi, cooking power dan waktu memanggang roti yang dapat dicapai oleh oven surya kombinasi parabola dan setengah selinder. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini untuk mengukur besarnya kinerja yang dapat dicapai.

**2. TINJAUAN PUSTAKA**

Energi alternatif lain yang dapat dimanfaatkan adalah energi matahari. Energi matahari ini tersedia bebas di alam, memperolehnya tidak perlu mengeluarkan biaya. Energi sinar matahari dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga, baik dalam bentuk energi listrik maupun energi panas untuk keperluan memasak dan lainnya. Memanfaatkan sinar matahari ini sebagai sumber energi membutuhkan teknologi, yakni teknologi surya. Dibutuhkan peralatan memadai untuk dapat mengkonversikan energi matahari menjadi energi listrik atau panas, seperti kompor matahari untuk mengubah sinar matahari menjadi energi panas dan sel surya untuk menghasilkan listrik dari sinar matahari.

**a. Oven surya**

Memasak makanan seperti roti atau jenis kue lainnya yang membutuhkan proses pemanggangan dapat menggunakan oven surya. Oven surya mampu memanggang roti hingga matang. Konstruksi oven surya pada umumnya berbentuk kotak sebagai tempat proses pemanggangan berlangsung, dan untuk meningkatkan intensitas radiasi sinar matahari, dibagian atas oven surya dipasang reflektor datar. Oven surya bentuk kotak ini beroperasi pada temperatur rendah, karena reflektor datar yang digunakan tidak mampu memfokuskan sinar matahari pada areal yang kecil, untuk menghasilkan panas yang tinggi.

Penelitian untuk meningkatkan kinerja dari kompor surya telah banyak dilakukan oleh peneliti terdahulu, dengan permasalahan yang beragam, di antaranya:

Nahar N.M., (2009), telah melakukan penelitian kompor surya tipe kotak dengan capaian efisiensi 27,5%. Kompor surya hasil penelitiannya sebagaimana diperlihatkan pada gambar berikut ini.



**Gambar 1. Large Size Non-Tracking Solar Cooker**

Elamin O.M. Akoy dan Abdala I.A. Ahmed, 2015, telah melakukan penelitian tentang evaluasi pada rancangan dan konstruksi alat memasak makanan bertenaga matahari. Hasil penelitiannya memberikan informasi terhadap capaian kinerja *solar cooker* type kotak sebesar 77,4 % dan parabola sebesar 31,53%. Bentuk solar cooker hasil penelitian mereka, adalah sebagai berikut:



**Gambar 2. Kompor surya tipe parabola dan kotak**

Adetifa B. O. dan Aremu A.K., 2016, telah melakukan penelitian pengembangan alat masak tenaga matahari tipe kotak dengan banyak reflektor pada dua tingkatan pencahayaan. Capaian efisiensi alat ini sebesar 14 %, dengan bentuk seperti pada gambar berikut ini.



**Gambar 3. Solar cooker setup under solar radition**

**b. Profil parabola**

Kelengkungan parabola dapat ditentukan dengan menggunakan persamaan (Brogren, 2004),

$$r = \frac{2f}{1 + \cos \theta} \tag{1}$$

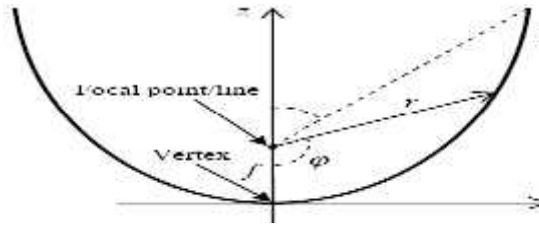
Atau (Jenifer, 2008),

$$x^2 = 4ay \tag{2}$$

di mana, a= focus

Dari persamaan di atas dapat diketahui bentuk profil parabolik, jika tinggi f telah ditentukan konstan, dan besar sudut  $\theta$  diberikan bervariasi, maka akan diketahui nilai jari-jari (r). Selanjutnya dapat digambarkan profil parabola yang diinginkan.

Posisi *receiver* kompor surya pada titik focus tergantung pada perencanaan yang diinginkan, sebagaimana yang diperlihatkan pada gambar 1.



Gambar 4. Parabola

a. Kinerja Oven Surya  
*Cooking Power* pada kompor surya dapat ditentukan besarnya melalui persamaan sebagai berikut (Sharma, 2004):

$$P = (m_w \cdot C_p) \frac{(T_{wb} - T_{wa})}{I_{avg}} \quad (3)$$

Sedangkan *Cooking Power Standar* ditentukan besarnya melalui persamaan (Sharma, 2004):

$$P_s = P \left( \frac{700}{I_{avg}} \right) \quad (4)$$

3. METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan pada penelitian adalah true eksperiment. Dimana data penelitian diperoleh melalui kegiatan pengujian langsung terhadap objek penelitian.

Variable yang diukur pada penelitian yakni, variable bebas berupa volume air, Variable terikat berupa efisiensi dan cooking power.

Kegiatan pelaksanaan pengujian kompor surya mengikuti prosedur pengujian dari ESAE S580 JAN 03 sebagaimana dijelaskan oleh Paul, 2003, sebagai berikut:

Kompor surya tipe kotak disesuaikan posisinya antara 15 sampai 30 menit pengoperasian atau pada saat bayang nampak pada plat absorber. Sedangkan untuk jenis konsentrasi boleh lebih sering disesuaikan fokusnya ke sinar matahari.

Mengukur temperatur air di dalam panci, thermokopel diletakkan 10 mm dari plat dasar panci.

Temperatur lingkungan, temperatur lingkungan ditetapkan pada ambang batas 20 °C sampai dengan 35 °C.

Temperatur air. Temperatur awal air yang dipanaskan berada di atas 5 °C dan 5 °C di bawah titik didih temperatur lokal.

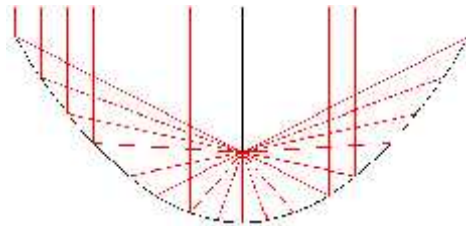
Pelaksanaan pengujian dilakukan pada selang waktu 10.00 – 14.00 waktu matahari.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Desain oven surya

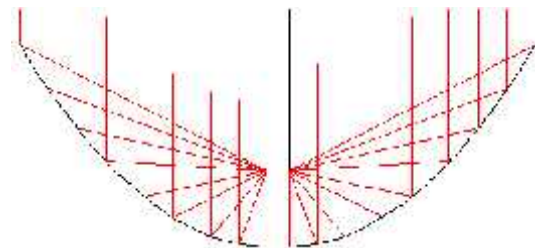
Oven surya di desain dengan mengkombinasikan parabola dan setengah selinder. Sedangkan bahan dasar untuk membuat oven surya ini adalah fiberglass. Proses pembuatan oven surya ini dilakukan secara bertahap, dimulai dengan pembuatan kurva parabola, mencetak kurva parabola pada lembar plywood, membuat cetakan parabola dari tanah liat, dan mencetak parabola menggunakan fiberglass.

Pembuatan kurva parabola sebagaimana diperlihatkan pada gambar 5. Sinar matahari yang arah datangnya sejajar dengan sumbu horizontal parabola.



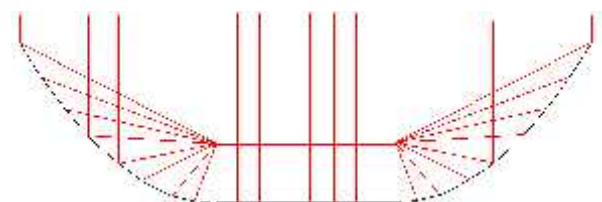
Gambar 5. Kurva parabola dengan pusat pantulan sinar

Selanjutnya kurva parabola dibagi menjadi dua sisi yakni, kurva dibagi secara simetris terhadap sumbu Y, seperti yang diperlihatkan pada gambar 6.



Gambar 6. Kurva parabola dibagi dua

Kedua belahan kurva dipisahkan pada jarak tertentu, kekosongan di antaranya disambung dengan mengikuti bentuk belahan kurva parabola. Sambungan antara ke dua belahan parabola ini membentuk bangunan setengah selinder dengan titik focus sinarnya merupakan garis sepanjang lebar dari sambungan tersebut, seperti nampak pada gambar di bawah ini.

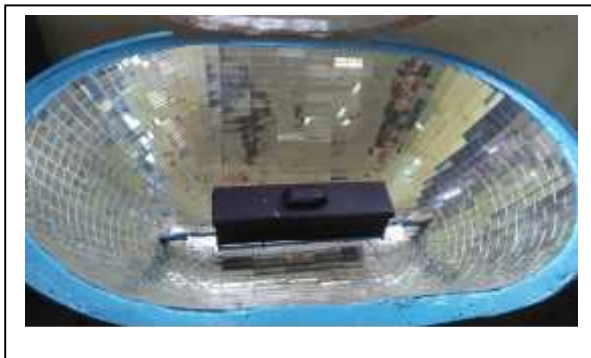


Gambar 7. Dua titik focus sinar

Bentuk kurva tersebut merupakan pola dasar untuk membuat cetakan oven surya. Titik pusat masing-masing belahan parabola dan setengah belahan selinder membentuk satu garis titik pusat seperti gambar di atas. Sinar matahari dipantulkan lebih

dominan pada bagian kiri dan kanan garis pusat cahaya. Terjadinya dua titik focus sinar ini merupakan pantulan cahaya dari reflector yang berbentuk setengah parabola. Dan diperkirakan akan terjadi peningkatan intensitas panas di ujung absorber dari pada bagian tengah absorber.

Bahan untuk memantulkan cahaya pada oven surya ini menggunakan cermin. Seperti diketahui cermin memiliki daya pantul lebih baik dari pada bahan lain seperti aluminium foil. Kemampuan cermin memantulkan cahaya dinilai pada indeks 0,9 sedangkan aluminium memantulkan cahaya dinilai pada indeks 0,7. Untuk dapat melapisi permukaan reflector dengan cermin, permukaan reflector permukaan parabola berbentuk cekung, oleh karenanya cermin harus dipotong kecil dan potongan tersebut menggunakan lem ditempelkan merata dan rapat keseluruhan permukaan reflector. Cermin harus dipotong kecil agar sinar yang mengenai potongan kecil cermin ini secara keseluruhan sinar pantulnya dapat difokuskan ke absorber. Apabila potongan cermin besar, maka dikhawatirkan terdapat sinar pantul yang relative lebar, sehingga sebagian sinar pantulnya tidak mengenai absorber. Hasil menempelkan potongan cermin pada reflector oven surya, sebagaimana diperlihatkan pada gambar sebagai berikut.



Gambar 8. Permukaan oven surya berbentuk oval

Absorber dibuat dari bahan aluminium, berbentuk kotak dan berwarna hitam, berukuran panjang 56 cm x 10 cm x 8 cm. Absorber diletakkan pada stand yang dihubungkan secara permanen dengan stand oven surya. Wadah oven surya dapat digerakkan mengikuti arah datang sinar matahari, akan tetapi kotak absorber tetap pada posisinya tidak turut bergerak.



**Gambar 9. Oven surya kombinasi parabola dan setengah selinder**

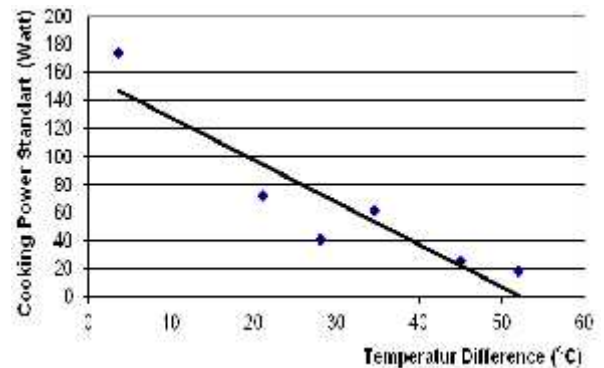
**b. Pengujian Kinerja Oven Surya**  
**Pengujian oven surya dengan 1 liter air**

Pengujian yang telah dilakukan terhadap oven surya pada kondisi langit cerah dan pelaksanaan pengujian antara jam 10.00 s.d jam 14.00, dengan air sebanyak 1 liter. Dari hasil pengujian diperoleh data temperature air dan intensitas radiasi sinar matahari diukur sepanjang setiap interval waktu 10 menit. Dari data tersebut dipergunakan untuk menentukan efisiensi dan *cooking power*, sebagaimana ditampilkan pada table sebagai berikut:

**Table 1. Cooking power, pada uji 1 liter air**

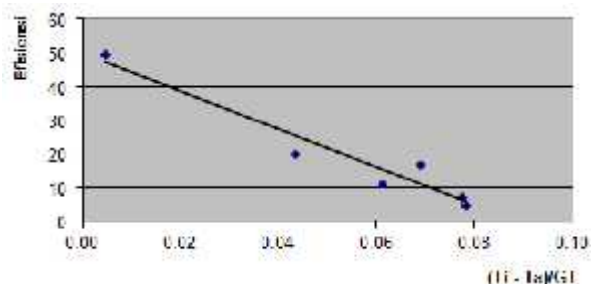
Pi (watt)	$I_r$ (watt/m <sup>2</sup> )	Ps (watt)	Td = Ti - Ta (°C)
201	805	175	4
76	742	72	21
42	721	41	28
63	721	61	35
28	763	26	45
21	805	18	52

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, data pada table 1 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan regresi linear, sebagai berikut:



**Gambar 10. Hubungan cooking power standart dengan beda temperatur pada uji air 1 liter**

Capaian efisiensi pada pengujian 1 liter air ditampilkan pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 11. Capaian efisiensi pada uji 1 liter air**



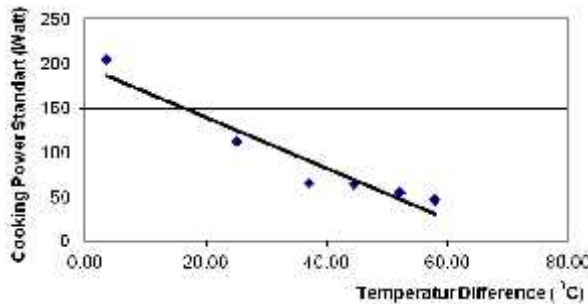
**Pengujian oven surya dengan 1,5 liter air**

Pengujian yang telah dilakukan terhadap oven surya pada kondisi langit cerah dan pelaksanaan pengujian antara jam 10.00 s.d jam 14.00, dengan air sebanyak 1,5 liter. Dari hasil pengujian diperoleh data temperature air dan intensitas radiasi sinar matahari diukur sepanjang setiap interval waktu 10 menit. Dari data tersebut dipergunakan untuk menentukan efisiensi dan *cooking power*, sebagaimana ditampilkan pada table sebagai berikut:

**Tabel 2. Cooking power, pada uji 1,5 liter air**

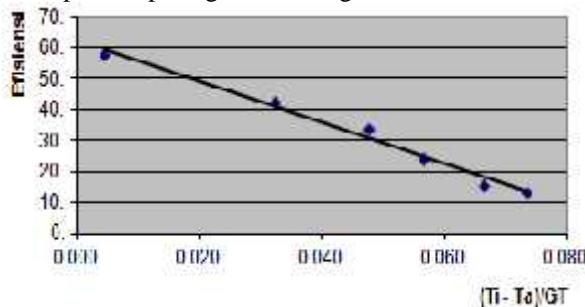
Pi (watt)	$I_r^2$ (watt/m <sup>2</sup> )	Ps (watt)	Td = Ti - Ta (°C)
230	788	204	3.48
125	776	113	25.10
73	780	65	37.10
73	788	65	44.48
62	784	56	52.14
53	788	47	57.85

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, data pada table 2 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan regresi linear, sebagai berikut:



**Gambar 12. Hubungan cooking power standart dengan beda temperatur pada uji air 1,5 liter**

Capaian efisiensi pada pengujian 1,5 liter air ditampailkan pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 13. Capaian efisiensi pada uji 1,5 liter air**

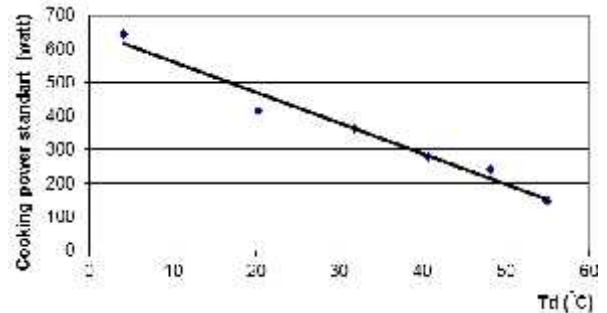
**Pengujian Oven Surya dengan 2 liter air**

Pengujian yang telah dilakukan terhadap oven surya pada kondisi langit cerah dan pelaksanaan pengujian antara jam 10.00 s.d jam 14.00, dengan air sebanyak 1 liter. Dari hasil pengujian diperoleh data temperature air dan intensitas radiasi sinar matahari diukur sepanjang setiap interval waktu 10 menit. Dari data tersebut dipergunakan untuk menentukan efisiensi dan *cooking power*, sebagaimana ditampilkan pada table sebagai berikut:

**Tabel 3. Cooking power, pada uji 2 liter air**

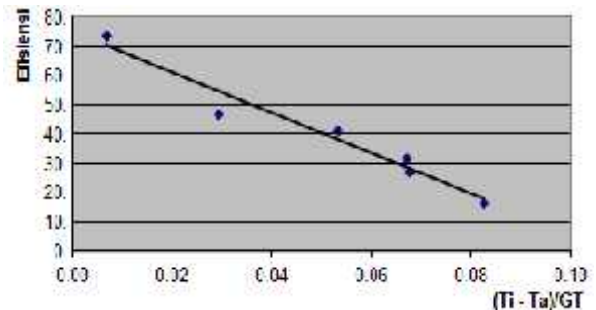
Pi (watt)	$I_r^2$ (watt/m <sup>2</sup> )	Ps (watt)	Td = Ti - Ta (°C)
559	606	646	4
417	702	416	20
312	598	365	32
244	610	280	41
245	715	240	48
140	670	146	55

Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas, data pada table 3 dapat ditampilkan dalam bentuk grafik dengan menggunakan regresi linear, sebagai berikut:



**Gambar 14. Hubungan cooking power standart dengan beda temperatur pada uji air 2 liter**

Capaian efisiensi pada pengujian 2 liter air ditampailkan pada gambar sebagai berikut:



**Gambar 15. Capaian efisiensi pada uji 2 liter air**

**Pengujian memanggang roti**

Adonan roti yang dipanggang di dalam oven surya merupakan campuran air, tepung terigu, mentega, gula pasir dan bahan lainnya dengan total berat adonan 1

kg. Dipanggang di bawah terik matahari pada jam 11.00 mulai memanggang. Roti dapat matang selama proses 55 menit, gambar di bawah ini.



Kondisi adonan sebelum dipanggang



Kondisi adonan setelah dipanggang

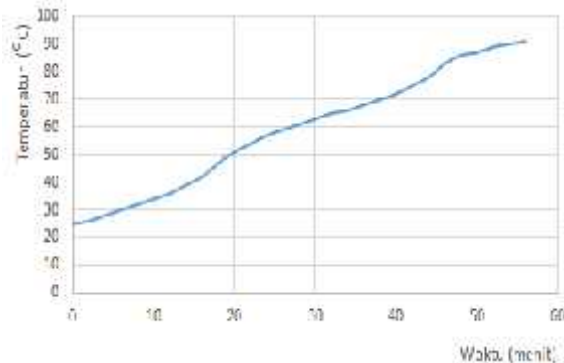
**Gambar 16. Roti sebelum dan sesudah dipanggang**

Roti hasil pemangangan dengan oven surya berukuran panjang 55 cm, tinggi 10 cm dan lebar 8 cm, seperti diperlihatkan pada gambar berikut.



**Gambar 17. Ukuran panjang roti**

Waktu memanggang roti selama 55 menit dengan data temperature sebagaimana diperlihatkan pada gambar grafik, berikut ini.



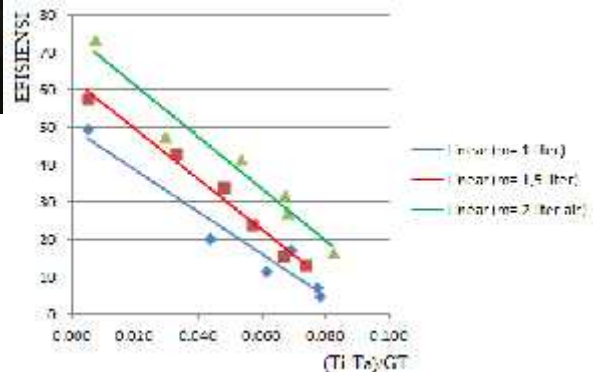
**Gambar 18. Hubungan temperature dan waktu pada proses pemangangan roti**

#### Pembahasan

Oven surya kombinasi parabola dan setengah selinder memiliki kemampuan memfokuskan sinar pantul pada areal yang kecil, sehingga dapat menghasilkan panas yang tinggi. Panas yang tinggi dibutuhkan untuk dapat melaksanakan proses pemangangan roti. Bila diperhatikan tekstur roti yang lebih coklat dibagian ujungnya daripada bagian tengah menunjukkan sinar matahari lebih banyak terkonsentrasi di bagian ujung, yang merupakan titik focus dari bentuk setengah parabola.

Efisiensi yang dicapai bermakna bahwa panas yang dihasilkan dari sinar matahari banyak yang dimanfaatkan menjadi energy berguna. Dari hasil kegiatan pengujian diperoleh capaian efisiensi yang

tertinggi pada saat melakukan pemanasan air sebanyak 2 liter, yakni sebesar 74 %. Sedangkan cooking power maksimum yang diperoleh sebesar 646 watt. Berikut ini ditampilkan grafik perbedaan capaian efisiensi pada saat pengujian dengan volume air yang berbeda.



**Gambar 19. Grafik hubungan efisiensi dan beda temperature rata-rata pada 3 kondisi pengujian**

#### 5. PENUTUP

Dari uraian pembahasan masalah dapat ditarik kesimpulan, sebagai berikut:

1. Pelapisan reflector dengan cermin akan meningkatkan kinerja oven surya.
2. Nilai cooking power tertinggi 646 watt diperoleh dari hasil pengujian volume air sebanyak 2 liter.
3. Nilai efisiensi oven surya tertinggi 72 diperoleh dari hasil pengujian volume air sebanyak 2 liter.
4. Oven surya dapat memanggang roti dengan berat adonan 1 kg, selama 55 menit.
5. Hasil pemangangan, bagian ujung roti lebih matang dari bagian tengah.

Saran yang perlu disampaikan, bahwa perlu adanya penelitian lanjutan tentang bagaimana teknik yang diperlukan untuk mendistribusikan panas pada permukaan absorber, agar tekstur roti dapat matang secara merata.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Adetifa B.O. dan Aremu A.K., 2016, *Development and Evaluation of a Multi Reflector Double Exposure Box-Type Solar Cooker*, *Ife Journal of Technology*.
- Bergler, H., Biermann, E., Grupp, M., Owen-Jones, M., and Palmer, R., 1999, *Moving Ahead with Solar Cookers*, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eschborn, Germany.
- Brogren, M., 2004, *Optical Efficiency of Low-Concentrating Solar Energy Systems with Parabolic Reflectors*, Acta Universitatis Upsaliensis, Comprehensive Summaries of Uppsala Dissertations from the Faculty of Science and Technology 934.160pp, Uppsala, ISBN 91-554-5867-X
- Duffie, J.A. and Beckman, W.A., 1991, *Solar Engineering of Thermal Processes*, Second Edition, John Wiley & Sons, INC. New York.

- Elamin O.M. Akoy dan Abdala I.A. Ahmed, 2015, *Design, Construction and Performance Evaluation of Solar Cookers, Journal of Agricultural science and Engineering*, Vol. 1, No. 2, pp 75-82
- Jenifer, 2008, Parabolic Solar Cooker, Humboldt State University, [http://www.humboldt.edu/~ccat/solarcooking/parabolic/parabolic\\_solar\\_cooker\\_pg\\_3\\_html.htm](http://www.humboldt.edu/~ccat/solarcooking/parabolic/parabolic_solar_cooker_pg_3_html.htm)
- Kroon Ferdinand. 2004. Solar cookers in developing countries, WOT, web site: [www.wot.utwente.nl](http://www.wot.utwente.nl).
- Kalbande, Marthur, Kothari dan Pawar, 2007, Design, Development and Testing of Paraboloidal Solar Cooker, Marathwada Agricultural University, Parbhani, Karnataka J. Agric. Sci.,20(3), (571-574)
- Paul A. Funk, Dr. (2003), *Testing and Reporting Solar Cooker Performance*, ASAE S580 JAN03, Solar Cookers International, 1919 21st St., Suite 101, Sacramento, CA 95814 USA
- Pramuang, S, 2005, *A Solar Collector with a Compound Parabolic Concentrator for Regenerating Silica Gel*, Faculty of Science and Tecknology, Loei Rajabhat University, Loei, Thailand.
- Sharma, S.D., Iwata, T., and Sagara, K., 2004, *Thermal Performance of Box Type Solar Cooker: A Study in Japan Climate*, Department of Architectural Engineering, Osaka University, Japan. Journal of Japan Solar Energy Society, vol. 30, No. 1. Page, 49-54.

#### **SIMBOL**

- $m_w$  = Massa air, kg  
 $T_{wb}$  = Temperatur akhir air, °C  
 $T_{wa}$  = Temperatur awal air, °C  
 $t_{ab}$  = interval waktu, detik  
 $T_a$  = Temperatur Lingkungan, °C  
 $T_i$  = Temperatur awal air, °C.  
 $T_o$  = Temperatur akhir air, °C.  
 $I_{avg}$  = Radiasi Total, Kw/m<sup>2</sup>  
 $P$  = Cooking Power, Watt.  
 $P_s$  = Cooking Power Standar. Watt