

Perancangan Dan Pengujian Alat Pemasak Energi Surya Photovoltaic Kapasitas 2 Liter

Siwan Perangin angin ¹, Wilson S Nababan ², Richolin Hutasoit ³, Joy R Lumban Raja ⁴

^{1,2,3,4} Teknik Mesin, Fak. Teknik, Universitas HKBP Nommensen, Indonesia
siwan.peranginangin@uhn.co.id

Abstract

The design of this solar cooker aims to utilize solar radiation as an energy source, in cooking ingredients such as indomie and 2 liters of water. To reduce the use of fossil fuels which is increasing day by day. Testing of this solar cooker was carried out on the roof of the Faculty of Mechanical Engineering building, HKBP Nommensen University, Medan. This solar cooker is intended for use by one family and is expected to be used in rural areas where electricity cannot reach. This design is a quantitative research, which calculates the power and capacity of the tool components to be designed by looking at previously existing journals. Equipment testing was carried out to find out how much power and time is needed to cook ingredients such as indomie and water with a capacity of 2 liters. Testing was carried out from 08.00 WIB to 16.00 WIB under sunlight. The conclusion from the design and testing of the Photovoltaic solar cooker is: the efficiency for cooking indomie with one liter of water is 93% and the efficiency for cooking two liters of water is 48%.

Keyword: Photovoltaic, Solar Charger Controller, Baterai, Inverter, Heater

Abstrak

Perancangan alat solar cooker ini bertujuan untuk memanfaatkan radiasi matahari sebagai sumber energi, dalam memasak bahan seperti indomie dan 2 liter air. Untuk menekan penggunaan bahan bakar fosil yang semakin hari semakin meningkat. Pengujian alat solar cooker ini di lakukan di atap gedung Fakultas Teknik Mesin Universitas HKBP Nommensen Medan. Alat solar cooker ini di peruntukan dalam pemakaian oleh satu keluarga dan di harapkan dapat di pakai di daerah pedesaan yang tidak terjangkau oleh listrik. Perancangan ini merupakan penelitian kuantitatif, dimana menghitung daya maupun kapasitas dari komponen alat yang akan di rancang dengan melihat jurnal yang telah ada sebelumnya. Pengujian alat di lakukan untuk mengetahui seberapa besar daya dan waktu yang di butuhkan untuk memasak bahan seperti indomie dan air dengan kapasitas 2 liter. Pengujian di lakukan dari jam 08.00 WIB sampai jam 16.00 WIB di bawah sinar matahari. Kesimpulan dari perancangan dan pengujian dari alat solar cooker Photovoltaic adalah: efisiensi untuk memasak indomie dengan air satu liter sebesar 93% dan efisiensi untuk memasak air sebanyak dua liter sebesar 48%.

Kata Kunci: Photovoltaic, Solar Charger Controller, Batrai, Inverter, Heater

1. PENDAHULUAN

Peningkatan populasi dan pertumbuhan ekonomi memicu bertambahnya permintaan terhadap energi dunia. Dengan persediaan energi konvensional saat ini berarti terjadi penambahan pemakaian persediaan energi fosil dan meningkatnya emisi dari gas yang

dapat membahayakan lingkungan[1]. Jika hal ini terjadi terus menerus maka lingkungan dan masa depan kita akan terancam. Karena kita tahu bahwa sumber minyak dunia akan habis dan kita tidak mempunyai cara untuk mengisi ulang lagi sumber minyak tersebut.[2] Dengan demikian perlu menemukan alternatif lain guna mendukung atau mempertahankan kebutuhan saat ini dan gaya hidup yang menggunakan energi yang dapat diperbahurui.

Sesuai dengan Peraturan Presiden Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional. Peraturan tersebut menyebutkan bahwa energi primer nasional pada tahun 2005 setidaknya memiliki kontribusi EBT sebanyak 17% dimana 5% berasal dari biofuel, 5% dari panas bumi, 5% berasal dari gabungan energi surya, angin, air, biomassa, nuklir, dan sebanyak 2% dari batu bara cair (liquid coal)(Faisal & Awaludin, 2022).[3] Memasak merupakan penyumbang terbesar polusi udara, karena sisa dari hasil pembakaran bahan bakar konvensional yang di hasilkan. Jika sisa pembakaran yang di hasilkan terlalu banyak, maka akan menjadi dampak buruk bagi kesehatan dan akan membuat bumi menjadi semakin panas(Zettira & Yudhastuti, 2022)[4].

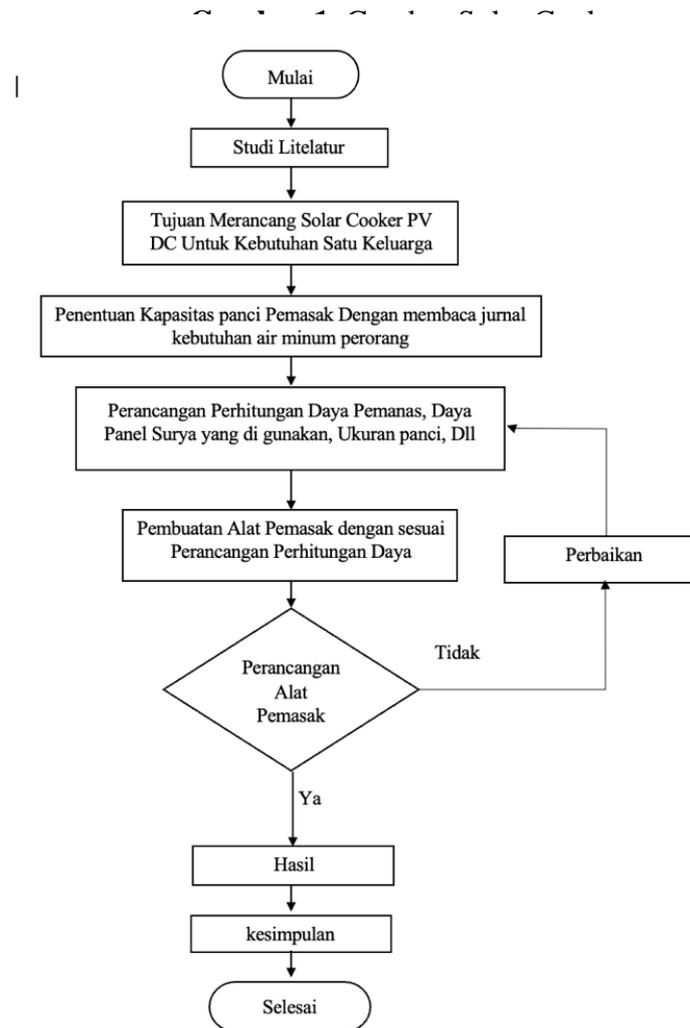
Memasak sangat penting bagi kehidupan manusia tetapi masih bergantung pada bahan bakar fosil. Sebagian besar kompor yang di gunakan didukung oleh pembakaran bahan bakar padat konvensional seperti batu bara, kayu, minyak tanah, dan lainnya yang dapat mencemari dan membawa beberapa risiko kesehatan bagi penggunaanya(Syahfitri & Putri, 2022).[5] Oleh karena itu, memasak bersih harus diperluas secara drastis dan dipromosikan agar menekan polusi dan penyakit yang akan terjadi. Peralatan yang diusulkan didasarkan pada ukuran, desain dan konstruksi sistem PV, disesuaikan dengan kebutuhan pengguna di pedesaan dan perkotaan.

2. METODE PENELITIAN

2.1. Perancangan Solar Cooker

Adapun prosedur perancangna Solar cooker adalah Menentukan fungsi dari pemakaian alat. Mempersiapkan alat dan bahan yang di gunakan dalam perancangan, Menentukan kapasitas alat, dengan melihat referensi jurnal kebutuhan konsumsi air minum perorangan pada satu keluarga, Memperhitungkan daya yang di gunakan dalam memasak pada alat yang di rancang. Setelah daya dari alat yang di gunakan di dapat, selanjutnya merancang solar panel yang akan di gunakan di saat merancang solar panel, Setelah data di atas di dapat dan sesuai dengan perhitungan, maka kita dapat melakukan perancangan alat, Perancangan alat di lakukan dengan sesuai data yang di dapat dari perhitungan sebelumnya Setelah alat selesai di rancang, maka alat akan di uji coba apakah alat dapat berfungsi dengan benar atau tidak. Adapun diagram alir prosedur penelitian di ditampilkan pada gambar berikut ini :





Gambar 2. Diagram Alir Penelitian

3. Hasil dan pembahasan

3.1. Perhitungan Komponen Solar Cooker

3.1.1. Perencanaan Panci

Panci merupakan wadah berbentuk tabung, yang di gunakan untuk menampung bahan makanan yang akan di masak. Panci di rencanakan dengan memperhatikan kapasitas air yang akan di masak, dan jarak dari permukaan air yang akan dimasak dengan tutup panci.

3.1.2. Perhitungan Panci Panci Dalam

Panci dalam di gunakan untuk menampung dan memasak bahan makan yang akan di uji seperti air dan kentang. Panci yang di gunakan berbahan aluminium dengan standar great food. Untuk banyak air yang akan di masak berkapasitas 2 liter, dan jarak permukaan air dengan tutup panci yaitu berkapasitas 1 liter, serta tebal panci yang di gunakan berkisar 0,5 mm.

Sehingga [6] :

$$V = \pi r^2 x t \quad (1)$$

$$V = 3,14 \times 9 \times 9 \times 13$$

$$V = 3.306,42 \text{ cm}^3$$

$$V = 3,306 \text{ L}$$

Maka volume panci yang di dapat dari perhitungan di atas yaitu 3.306,42 cm³ atau jika di ubah ke liter maka menjadi 3,3 Liter. Panci luar di gunakan sebagai penahan isolator agar isolator tidak keluar serta panci luar ini berbentuk tabung. Bahan dasar panci luar ini terbuat dari material seng dengan tebal yang sama dengan panci dalam yaitu 0,5 mm. Dari perhitungan panci dalam di atas diameter yang di gunakan 18 cm dan tinggi nya 13 cm, dan untuk tebal lapisan isolator yang akan di gunakan setebal 5 cm.

Sehingga :

$$D = 18 + 5 + 5$$

$$D = 28 \text{ cm}$$

$$t = 13 + 5$$

$$t = 18 \text{ cm}$$

Dari perhitungan di atas maka di dapat diameter panci luar 28 cm dan tingginya 18 cm.



Gambar 3. Panci yang di rancang

3.1.3. Perencanaan Elemen Pemanas

Elemen pemanas di gunakan sebagai sumber daya panas untuk memasak air dan di pasang di luar panci aluminium. Elemen pemanas yang di gunakan terbuat dari bahan aluminium yang di gunakan yaitu aluminium dengan diameter 18 cm, tinggi 3 cm, dan tebal 1 cm. Maka didapatkan Daya Pemanas Elemen pemanas yang di gunakan untuk memasak air dengan kapasitas 2 liter atau 2 kg dari suhu awal 35°C mencapai 100°C dengan kalor jenis air (c) 4200 J/Kg°C.[6]

Sehingga [7] :

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta T \quad (2)$$

$$Q = 2 \text{ liter} \times 4200 \frac{\text{J}}{\text{kg}} \text{°C} \times 100 - 35$$

$$Q = 2 \text{ liter} \times 4200 \text{ J/kg°C} \times 65^\circ\text{C}$$

$$Q = 546.000 \text{ Joule}$$

Untuk mendapat kan daya (P) watt maka $Q = J/s$ dimana Q yang di dapat bernilai 546.000 Joule di bagi dengan second dimana 1 jam sama dengan 3.600 second.

Maka [7]:

$$P = J/s$$

$$P = \frac{546.000 \text{ Joule}}{3.600 \text{ second}}$$

$$P = 151,6 \text{ watt}$$

Lama memasak ialah waktu yang di butuhkan air untuk menaikkan suhu dari temperatur awal menuju temperatur akhir, di mana temperatur akhirnya adalah 100°C. Sehingga:

$$W = Q$$

$$P \times t = m \cdot c \cdot \Delta T$$

$$151,6 \times t = 546.000 \text{ Joule}$$

$$t = \frac{546.000 \text{ Joule}}{151,6 \text{ watt}}$$

$$t = \frac{3.601}{60} = 60 \text{ menit}$$

Maka lama waktu yang di gunakan untuk memasak air berkapasitas 2 liter yaitu selama 60 menit atau 1 jam.



Gambar 4. Elemen pemanas yang di rancang

3.1.4. Perencanaan Panel

Panel surya merupakan komponen yang di perlukan untuk mengubah radiasi matahari menjadi energi listrik, namun energi listrik yang di dihasilkan merupakan listrik DC dan harus menggunakan inverter agar menjadi listrik AC. Untuk panel surya yang di gunakan di rencanakan memiliki ukuran panjang 1500 mm dan lebar 800 mm. Dengan di ketahui daya rata-rata matahari di kota medan sebesar 450 W/m², maka daya panel yang di gunakan adalah:

Tabel 1. Spesifikasi Panel

Spesifikasi	Ket
Max. Power (Pmax)	250 Wp
Optimum Operating Voltage (Vmp)	38.2 V
Optimum Operating Current (Imp)	6.55 A
Open-circuit Voltage (Voc)	45.8 V
Short-circuit Current (Isc)	6.98 A
Power Tolerance (Pmax)	0-±3 %
Module Dimension (mm)	1500×880×35
Weight	14.0 Kg
Max. Series Fuse Rating	20 A
Efisiensi panel	r20%

Luas Panel Surya

$$A = L$$

$$L = P \times l$$

$$L = 1500 \text{ mm} \times 880 \text{ mm}$$

$$L = 1.320.000 \text{ mm}^2 \text{ atau } 1,32 \text{ m}^2$$

Daya Panel Surya

$$P = \eta p v \times A \times G$$

$$P = 20 \% \times 1,32 \text{ m}^2 \times 450 \text{ W/m}^2$$

$$P = 118,8 \text{ W}$$

Dari perhitungan diatas dalam memasak 2 liter air maka, panel surya yang dapat dipakai sebanyak satu unit dengan panel surya kapasitas 250 Wp.



Gambar 5 Panel yang di pakai

3.1.5. Perencanaan Baterai Dan Solar Charger Controller (SCC)

Baterai merupakan alat atau komponen yang di perlukan, yang di mana berfungsi sebagai penyimpan cadangan daya jika alat pemasak di gunakan saat malam hari. Baterai yang di rencanakan memiliki tegangan 12 v, dan memliki kapasistas 55 Ampere Hour (AH). Maka untuk daya baterai adalah [8]:

$$P = V \times I$$

$$P = 12 \text{ volt} \times 55 \text{ Ampere}$$

$$P = 660 \text{ Wh}$$

Dari perhitungan di atas baterai dapat menyimpan daya 660 watt per jam jika baterai dalam kondisi penuh, dan dapat di gunakan untuk memasak air sebanyak 2 liter dalam waktu satu jam.



Gambar 6 Batrai yang di pakai

SCC merupakan alat yang berfungsi sebagai regulator pengisian dan pengaman arus dari panel sebelum menuju ke betrai. Berikut spesifikasi SCC yang di pakai dalam pengujian:

Rated Voltage	:	12V/24V
Rated Current	:	20A
Max PV Voltage	:	50V
Max PV Input Power	:	260W(12V) 520W(24V)



Gambar 7 SCC yang di gunakan

3.1.6. Perencanaan Inverter

Inverter merupakan alat yang di gunakan untuk merubah arus Dc dari panel menjadi arus Ac menuju panci pemanas. Berikut spesifikasi dari inverterterter yang di gunakan daam pengujian yaitu:

Tabel 2 Spesifikasi Inverter

Spesifikasi	Ket
Dimension	272 x 150 x 98,50 mm
Other Input Voltage	DC 12 V
Output Voltage	AC 220 V
Frequency	50 Hz
Max Output Power	1000 W
Continuous Power	500 W
Inverter Efficiency	95%



Gambar 8 Inverter yang di gunakan

3.1.7. Perencanaan Isolator

Isolator yang di gunakan adalah isolator rockwool tipe serat degan terbal 5 cm dan konduktivitas termalnya sebesar $0,045 \text{ W/m}^2$. Dengan demikian maka perencanaannya dapat di hitung dengan :

Luas Rockwool

$$A = L \text{ Tabung}$$

$$A = L = \pi r(r + 2t)$$

$$L = 3,14 \times 9 (9 + (2 \times 13))$$

$$L = 989,1 \text{ cm}^2 / A = 0,09891 \text{ m}^2$$

Kalor (Q) yang di serap rockwool [9]:

$$Q = -K \cdot A \frac{\Delta T}{\Delta x}$$

$$Q = -0,045 \text{ W/mK} \times 0,09891 \text{ m}^2 \times \frac{100 - 45^\circ\text{C}}{0,05 \text{ m}}$$

$$Q = 0,045 \text{ W/mK} \times 0,09891 \text{ m}^2 \times \frac{55^\circ\text{C}}{0,05 \text{ m}}$$

$$Q = 4,89 \text{ Joule}$$

Jadi kalor yang di serap oleh rockwool dari panci pemanas adalah sebesar 4,89 Joule.

4. KESIMPULAN

Telah di rancang sebuah alat memasak energi surya PV kapasitas 2 liter dengan efiseiensi solar cooker dalam memasak yang di dapat saat pengujian yaitu untuk memasak satu liter air dan indomi dengan suhu akhir $92,1^\circ\text{C}$ adalah sebesar 93%. Dan efisiensi solar cooker dalam memasak air kapasitas 2 liter dengan suhu akhir $101,5^\circ\text{C}$ adalah sebesar 48%.

REFERENSI

- [1] Briawan, D., Rachma, P., & Annisa, K. (2011). KEBIASAAN KONSUMSI MINUMAN DAN ASUPAN CAIRAN PADA ANAK USIA SEKOLAH DI PERKOTAAN (Drinking Habits and Fluids Intakes of School Children in Urban). In *Journal of Nutrition and Food* (Vol. 6, Issue 3).
- [2] ESDM. (2022). *No Title*. ESDM.Go.Id. <https://www.esdm.go.id/id/media-center/arsip-berita/matahari-untuk-plts-di-indonesia#:~:text=Potensi energi surya di Indonesia,adalah sebesar 0.87 GW>
- [3] Faisal, A., & Awaludin, M. (2022). *Tinjauan Potensi dan Kebijakan Energi Surya di Indonesia*. 6(1), 43–52.
- [4] Zettira, T., & Yudhastuti, R. (2022). *Perbedaan Polutan Penyebab Polusi Udara Dalam Ruang Pada Negara Maju dan Berkembang*.
- [5] Syahfitri, R., & Putri, E. (2022). MASALAH GLOBAL : GLOBAL WARMING DAN HUBUNGANNYA DENGAN PENGGUNAAN BAHAN BAKAR FOSIL. In *Jurnal Bakti Sosial* (Vol. 1, Issue 1). <https://jurnal.asrypersadaquality.com/index.php/baktisosial>
- [6] Wahyuningtyas, D. T. (2013). *MODUL BANGUN DATAR DAN BANGUN RUANG*.
- [7] Smith, J. M. ., Van Ness, H. C. ., Abbott, M. M. ., & Swihart, M. T. . (2018). *Introduction to chemical engineering thermodynamics*. McGraw-Hill Education.

- [8] Mawire, A., Abedigamba, O. P., & Worall, M. (2024). Experimental comparison of a DC PV cooker and a parabolic dish solar cooker under variable solar radiation conditions. *Case Studies in Thermal Engineering*, 54. <https://doi.org/10.1016/j.csite.2024.103976>
- [9] Holman, Jack. P. (2010). *Heat Transfer Tenth Edition*. McGraw-Hill Education.