

PERANCANGAN KOMPOR LISTRIK BERBASIS PANEL SURYA TERHADAP PENGARUH PANJANG COIL

Moh. Wahyu Aminullah¹, Haryadi², dan Dina Fitria³

^{1,2,3}Teknik Elektro, Fakultas Teknik Universitas Tridini

Jln. Kapten Marzuki No.2446 Palembang 30129 INDONESIA

Email : ¹m.wahyuaminullah@gmail.com, ²haryati_djoni@yahoo.co.id, dan ³chiwadina@gmail.com

Abstract— *Solar energy can be obtained easily and free of charge, but the conversion results are not entirely easy and free. In this study we tried to develop alternative energy from sunlight or solar panels as an energy source that can produce electrical energy (DC) as an energy source for electric stoves. The induction electric stove was self-assembled in this study with a cross-sectional area of 10 cm². In testing the induction electric stove was used to heat water for 15 minutes. The test was carried out from 09:00 – 15:00 for 3 days using a coil with various coil lengths (1m, 2m, and 3m). The results showed that the coil length of 1 m resulted in the lowest inductance value of 125.6×10^{-9} H, and the lowest power of 119,025 Wh. While the coil with a length of 3 m produces the best inductance value of 376.8×10^{-9} H, and the best power of 125,235 Wh. The results showed that the greater the coil length value, the greater the inductance and power generated.*

Intisari— Energi Matahari dapat diperoleh dengan mudah dan gratis, namun hasil konversinya tidak sepenuhnya dapat diperoleh dengan mudah dan gratis. Dalam penelitian ini kami mencoba mengembangkan energi alternatif dari sinar matahari atau panel surya sebagai sumber energi yang dapat menghasilkan energi listrik (DC) sebagai sumber energi bagi kompor listrik. Kompor listrik induksi dirakit sendiri dalam penelitian ini dengan luas penampang 10 cm². Pada pengujian kompor listrik induksi digunakan untuk memanaskan air selama 15 menit. Pengujian dilakukan dari jam 09:00 – 15:00 selama 3 hari menggunakan Coil dengan variasi panjang coil (1 m, 2 m, dan 3 m). Hasil penelitian menunjukkan Panjang Coil 1 m menghasilkan nilai induktansi terendah sebesar $125,6 \times 10^{-9}$ H, dan Daya terendah sebesar 119,025 Wh. Sedangkan Coil dengan panjang 3 m menghasilkan nilai induktansi terbaik sebesar $376,8 \times 10^{-9}$ H, dan Daya terbaik sebesar 125,235 Wh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar nilai panjang coil maka akan meningkatkan nilai induktansi dan daya yang dihasilkan.

Kata Kunci— Perancangan, Instalasi, Panel Surya, Energi, Kompor listrik.

I. PENDAHULUAN

Salah satu faktor utama yang mempengaruhi jumlah konsumsi energi di seluruh dunia dan emisi gas rumah kaca adalah memasak. Memasak dengan tenaga surya adalah solusi yang tepat karena murah dan dapat dikembangkan dalam teknologi memasak dengan tenaga surya[1]. Pemanfaatan teknologi panel surya dapat menggunakan baterai atau tidak untuk *storage energy*. Penilaian manfaat baterai individu dan komunitas untuk pelanggan dan utilitas[2]. Memasak dengan listrik berdasarkan sumber terbarukan dan perangkat memasak

yang sangat efisien dapat mewakili pilihan yang berkelanjutan dan andal untuk mencapai akses universal ke fasilitas memasak bersih dan lebih hemat biaya daripada LPG [3]. Teknologi memasak menggunakan listrik tenaga surya yang terisolasi memberikan kenyamanan teknologi memasak yang lebih aman bagi penggunaannya, serta bagi lingkungan lokal dan global[4].

Metode eksperimen dengan uji perebusan air untuk mengetahui efisiensi termal kompor listrik. Eksperimen dilakukan pada berbagai macam kompor listrik induksi. Kompor coil listrik 300 W memiliki efisiensi sebesar 32,43% untuk waktu pemanasan 55,9 menit[5]. Pemanasan induksi strip logam yang tipis akan berpengaruh terhadap gangguan berat dari ketidakpastian geometri celah udara dan gangguan ini dapat dikompensasi secara efisien oleh struktur kontrol 2-*degrees-of-freedom* (2DOF)[6].

Pemanas induksi sendiri atau biasa yang disebut induction heating merupakan suatu proses dimana benda yang akan dipanaskan diletakkan diatas kumparan atau diletakkan di tengah-tengah lingkaran kumparan yang berbentuk spiral. Pemanas Induksi dengan Metode *Multiturn Helical Coil* telah dicoba pada material aluminium, *copper*, dan *steel*. Material yang paling baik untuk dipanaskan dengan metode induksi adalah material *steel*, dikarenakan kandungan magnet didalam material *steel* sangat banyak dibandingkan aluminium dan *copper* [7]. Hybrid generator termoelektrik panel surya thin SF 170-S CIS 170 W dengan memanfaatkan perbedaan suhu untuk menghasilkan listrik diperoleh energi sebesar 83,56 kWh per hari dalam waktu peak hour [8]. Peralatan boost DC-DC konverter dengan menggunakan tegangan input 7,4 V menghasilkan tegangan keluaran 99,8 V dengan beban lampu LED 5 W[9].

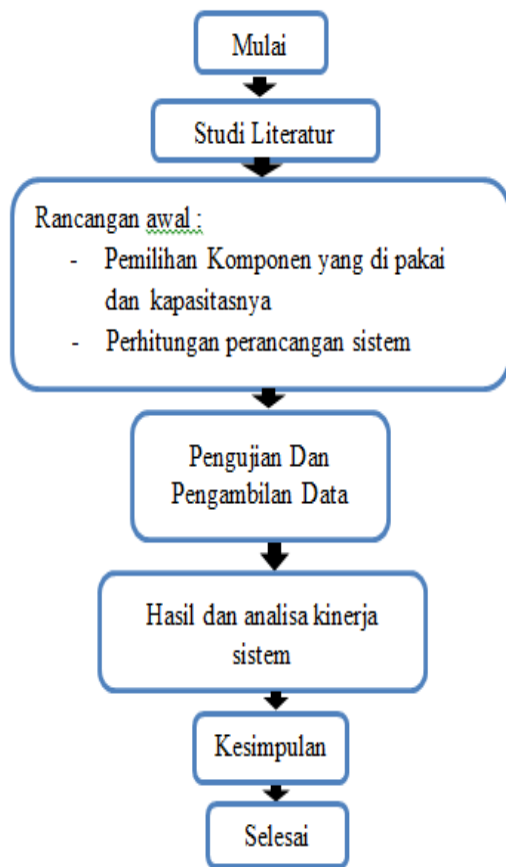
Penelitian ini dilakukan dengan mendesain sebuah kompor listrik induksi berbasis panel surya. Desain kompor listrik induksi ini dilakukan dengan memvariasikan panjang coil (1m,2m, dan 3 m). Penelitian mengenai pengaruh panjang coil pada kompor listrik induksi sangat sedikit dilakukan sehingga dapat menjadi keterbaruan dalam penelitian ini.

II. METODE PENELITIAN

A. Diagram Alir Penelitian

Penelitian ini membahas tentang Pemanfaatan energi surya sebagai sumber energi alternatif untuk kompor listrik. Selain itu pada penelitian ini akan di lakukan pengujian dan

unjuk kerja sistem yang akan menghasilkan sebuah data untuk di analisa. Adapun diagram alir prosedur penelitian di tunjukan pada gambar 1 berikut ini :



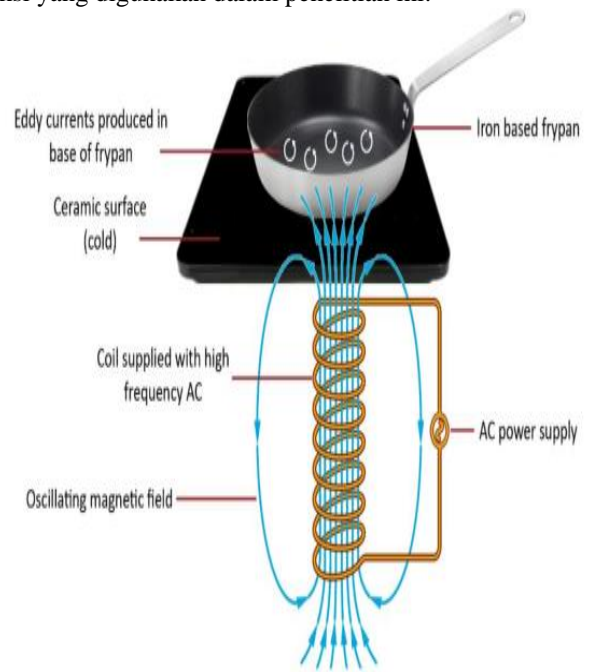
Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

B. Prinsip Kompor Listrik Induksi

Pemanas induksi adalah timbulnya panas pada logam yang terkena induksi medan magnet. Pada logam timbul arus Eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet terjadinya arus pusar akibat dari induksi magnet yang menimbulkan fluks magnetic yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam[7].

Adapun Prinsip kerja Kompor induksi menggunakan listrik untuk menghasilkan panas dapat dilihat pada Gambar 2, namun tidak seperti kompor listrik konvensional yang menggunakan elemen pemanas yang menghasilkan panas karena hambatan ketika arus melewati elemen, yang biasanya berupa logam kumparan. Kompor induksi menghasilkan panas melalui efek osilasi medan magnet yang menginduksi peralatan memasak yang terbuat dari bahan feromagnetik. Getaran medan magnet disebabkan oleh arus bolak-balik yang mengalir dalam kumparan. Mekanisme panas pada peralatan masak berbahan dasar feromagnetik dapat terjadi karena munculnya arus eddy di dasar peralatan memasak[10].

Sedangkan pada Gambar 3 menunjukkan kompor listrik induksi yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 2. Skema Prinsip Kompor Induksi

Kompor induksi memiliki efisiensi energi yang lebih baik dan biaya operasional yang lebih rendah dibandingkan dengan kompor listrik konvensional dan kompor LPG. Bahkan berdasarkan aspek emisi karbon, kompor induksi masih lebih unggul dari yang lain.

Kompor listrik induksi dalam penelitian ini dibuat sendiri yang ditunjukkan pada Gambar 3. Perancangan kompor listrik induksi ini menggunakan resistor 470Ω. Tabel 1 menunjukkan spesifikasi kompor listrik induksi yang digunakan dalam penelitian ini.



Gambar 3. Kompor Listrik Induksi

Tabel 1. Spesifikasi Kompor Listrik DC 12 V

Input Voltage	12 – 30 V
Max Current	20 A
Kapasitor	0.33 uf 1200 V
Diode	1n4007
Diode ziner	12 V
Mospet	IRFP 250
Toroid Induktor	200 uH 10 A
Resistor	470 Ω dan 10 k Ω
Coil	1, 2, 3 m
Jumlah lilitan	10, 20, 30
Luas penampang	10 cm ²

Tabel 2. Spesifikasi Solar Charge Controller

Solar Charge Controller	Merk PMW
Model	20 A
Battery Voltage	12 V 24 V Auto
Charging Current	20 A
Discharging Current	10 A
USB Output	5 V 3 A
Size	15 cm * 7.8 cm * 3.5 cm

Tabel 3. Spesifikasi Baterai

Battery GS ASTRA	Type GS MF 36B20R
Voltage	12 V
Current	35 Ah

Tabel 4. Spesifikasi Dual Volt Amp Meter Digital

Dual Volt Amp Meter Digital	Display 0.28" LED Digital
Display Volt	Merah
Display Current	Biru
Tegangan Operasi	DC 4.5 – 30 V
Pengukuran Tegangan	DC 0 – 100 V

Tabel 5. Spesifikasi Thermometer Digital

Temperature range C	-50 °C ~ + 300 °C
Temperatur range F	-58 F ~ + 572 F
Temperatur accuracy	1 °C (1.8 F)
Temperatur resulation	0.1 °C (0.2 F)
Otomatis Mati Sendiri	10 Menit
Baterai	1.5 V AG13 / LR44 (include)

Induksi magnet adalah kuat medan magnet akibat adanya arus listrik yang mengalir dalam konduktor. Dalam sebuah proses pemanasan, apabila sebuah coil di aliri arus listrik, maka besarnya daya yang diberikan pada coil dapat dihitung berdasarkan [11]:

$$P = I^2 \cdot R \cdot t = V \cdot I \cdot t$$

$$R = \frac{V}{I}$$

Dimana :

- P = daya yang dibutuhkan dalam melakukan pemanasan,
- I = arus yang mengalir pada rangkaian,
- R = nilai tahanan dari coil yang digunakan,
- V = tegangan supply yang digunakan,
- t = lama waktu pemanasan yang dibutuhkan.

Formula diatas dapat digunakan untuk menghitung energi yang dibutuhkan dalam melakukan pemanasan ataupun menghitung daya yang mengalir pada beban dalam waktu tertentu.

B. Arus Eddy (Eddy Current)

Eddy current merupakan induksi arus bolak balik di dalam material konduktif oleh medan magnetik bolak balik (yang dihasilkan oleh arus bolak balik tersebut). Pada saat arus melalui potongan sebuah kawat, medan listrik akan muncul disekitar kawat tersebut.

Prinsip kerja Eddy current didasarkan pada hukum faraday yang menyatakan bahwa pada saat sebuah konduktor dipotong, garis-garis gaya elektromotif (EMF) akan terinduksi kedalam konduktor. Besarnya EMF bergantung pada ukuran, kekuatan dan kerapatan medan magnet, kecepatan pada saat garis-garis gaya magnet dipotong, dan kualitas konduktor. Eddy current menggambarkan bentuk lingkaran dari arus induksi pada konduktor. Sedangkan kekuatan dari medan magnetik tersebut menyatakan jumlah lilitan dan arus dalam kumparan probe tersebut [7]

C. Heater Metode Multiturn Helical Coil

Prinsip heater dengan metode multiturn helical coil adalah model heater yang digulung secara vertical. Cara pemanasan dengan menggunakan heater metode multiturn helical coil berbeda dengan pemanasan menggunakan heater pancake oil. Pada metode multiturn helical coil, proses pemanasannya berada di tengah kumparan coil tersebut. Proses pemanasan ini cocok dilakukan untuk pemanasan batang logam. Adapun dalam membuat desain suatu coil, hal yang harus pertama dihitung adalah jumlah lilitannya [7] dengan menggunakan :

$$N = \frac{l_w}{d_c + c_p}$$

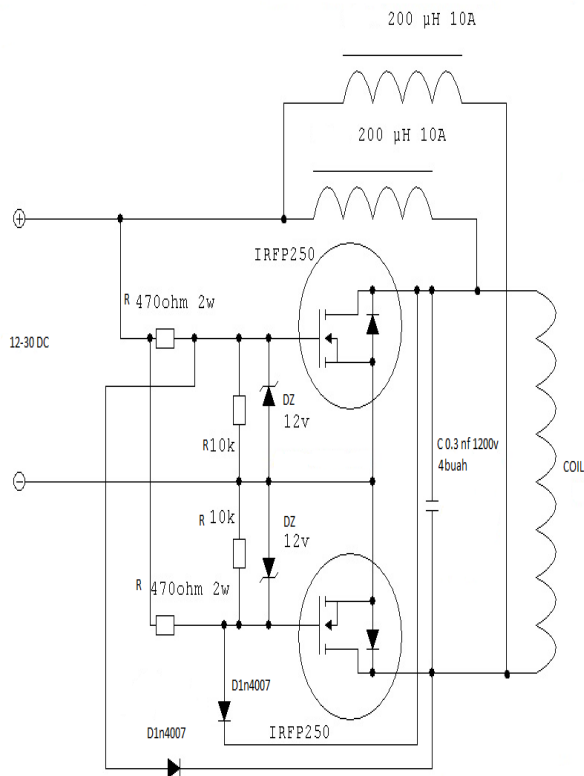
- Dimana : N = jumlah lilitan pada coil kumparan kerja,
- L_w = panjang kawat email,
- d_c = diameter dari konduktor,
- c_p = kelas coil yang digunakan.

D. Perancangan rangkaian instalasi panel surya

Alat yang digunakan dalam penelitian adalah panel surya jenis monocrystalline 120 WP, Solar Charge Controller, baterai, dan kompor listrik induksi DC 12 V. Tabel 6 menunjukkan spesifikasi panel surya yang digunakan dalam penelitian ini.

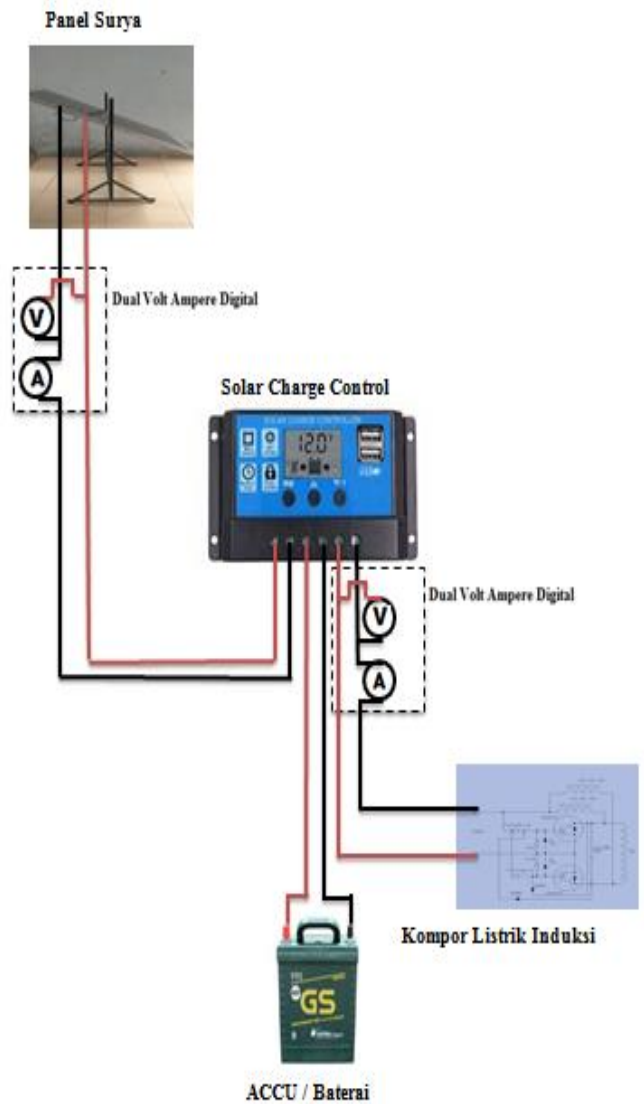
Tabel 6. Spesifikasi Panel Surya

Panel Surya Monocrystalline	Merk Maysun Solar
Model	MS120M-36
Rated Maximum Power (Pm)	120 Wp
Voltage at Pmax (Vmp)	18.2 V
Current at Pmax (Imp)	6.67 A
Open-Circuit Voltage (Voc)	21.51 V
Short-Circuit Current (Isc)	7.19 A
Maximum System Voltage	1000V DC
Dimension (mm)	1020*680*30 mm



Gambar 4. Rangkaian Kompor Listrik Induksi

Pada gambar 4 menunjukkan alat ini menggunakan 2 buah mosfet yang bekerja secara bergantian, mosfet berfungsi sebagai saklar atau switch yang men-drive coil atau kumparan. Mosfet diaktifkan oleh driver yang sangat sederhana. Pemanasan logam dengan alat ini bisa terjadi karena energi listrik mengalir ke bagian coil menghasilkan elektromagnetik yang menginduksi logam yang menyebabkan perputaran *Eddy current* di dalam logam yang dipanaskan tersebut.



Gambar 5. Rangkaian Instalasi Panel Surya

Pada Gambar 5 menunjukkan bahwa bagian yang berisi tentang hardware sebagai pembangkit untuk beban Kompor Listrik. Secara garis besar penggunaan PLTS ini digunakan sebagai sumber energi kompor listrik. Komponen utama berupa Panel Surya sebagai penyerap energi panas matahari yang dapat diubah menjadi energi listrik, pengontrol penyimpanan daya dan penggunaan daya diatur oleh solar charger control, baterai sebagai wadah pengisi daya, dual volt ampere meter sebagai alat ukur tegangan dan arus pada panel surya serta beban, kompor listrik DC 12 V sebagai beban daya dan untuk kabel atau penghantar yang disambungkan pada terminal *Solar Charge Control* dimana ada dua kutub yaitu kutub positif dan kutub negatif.



Gambar 6. Kompor listrik induksi yang menggunakan panel surya sebagai sumber energi listrik

Sedangkan Gambar 6 menunjukkan Kompor listrik induksi 12 V yang menggunakan panel surya sebagai sumber energi listrik dalam penelitian ini. Modul fotovoltaik adalah salah satu komponen yang paling penting dalam sistem PLTS. Modul fotovoltaik atau panel surya ini akan mengubah radiasi sinar matahari menjadi energi listrik melalui proses fotoelektrik[12].

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

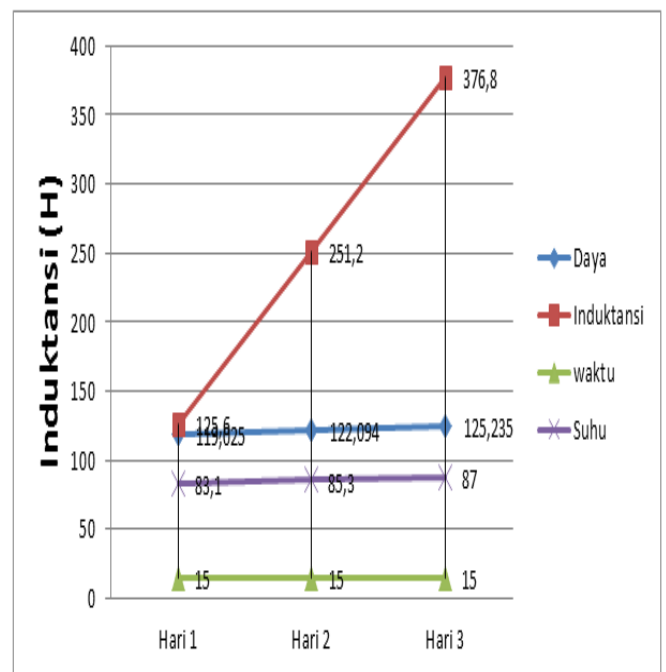
Penelitian yang dilakukan menggunakan panel surya jenis monocrystalline berkapasitas 120 Wp dengan sudut kemiringan panel surya 10^0 menghadap ke Utara. Penelitian dilakukan selama 3 hari dimulai dari pukul 09.00 sampai 15.00 WIB. Pengukuran dengan variasi 3 lilitan panjang coil (panjang 1 m, 2 m, dan 3 m) pada kompor listrik induksi. Data penelitian di ambil setiap satu jam sekali dari range penelitian dan data di ambil pada saat kondisi cuaca cerah (tidak hujan). Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan memanaskan air pada kompor listrik induksi selama 15 menit dengan sumber energi listrik dari panel surya. Tabel 7 menunjukkan Data pengukuran meliputi pengukuran Intensitas radiasi matahari, temperatur, pengukuran tegangan, arus dan temperatur air pada kompor listrik induksi. Tabel 8 menunjukkan daya dan induktansi yang dihasilkan selama 3 hari.

Tabel 7
Data hasil pengukuran rata-rata selama 3 hari

Hari	Panjang coil yang di pakai (m)	Radiasi Matahari (W/m ²)	Temperatur (°C)	Tegangan (V)	Arus (A)	Temperatur air Dalam waktu 15 menit (°C)
1	1	419,9	34,8	11,5	11,5	83,1
2	2	456,4	35,4	11,4	11,9	85,3
3	3	462,8	35,7	11,5	12,1	87,0

Tabel 8
Daya dan Induktansi yang dihasilkan selama 3 hari

Hari	Panjang coil yang dipakai (m)	Daya P (Wh)	Induktansi (H)	t (menit)	temperatur Rata-rata (°C)
1	1	119,025	125,6 x 10 ⁻⁹	15	83,1
2	2	122,094	251,2 x 10 ⁻⁹	15	85,3
3	3	125,235	376,8 x 10 ⁻⁹	15	87,0



Gambar 7. Grafik Per-hari Induktansi, daya, dan suhu yang dihasilkan oleh Kompor Listrik Induksi DC 12 V

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa hasil pengukuran rata-rata per hari selama 3 hari di dapatkan nilai induktansi, daya, dan temperatur semakin meningkat seiring dengan peningkatan panjang coil lilitan. Adapun hasil pengukuran nilai induktansi dan daya pada masing-masing coil secara berturut-turut adalah Coil dengan panjang 1 m menghasilkan induktansi sebesar $125,6 \times 10^{-9}$ H, Daya sebesar 119,025 Wh, temperatur 83,1 °C, dengan waktu 15 menit. Coil dengan

panjang 2 m menghasilkan induktansi sebesar $251,2 \times 10^{-9}$ H, Daya sebesar 122,094 Wh, temperatur 85,3 °C, dengan waktu 15 menit. Coil dengan panjang 3 m memiliki induktansi sebesar $376,8 \times 10^{-9}$ H, Daya sebesar 125,235 Wh, temperatur 87,0 °C, dengan waktu 15 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Coil dengan panjang 1 m menghasilkan nilai induktansi dan daya terendah. Sedangkan Coil dengan panjang 3 m menghasilkan nilai induktansi dan daya terbaik.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil pengukuran dan pengujian untuk Kompor Listrik Induksi DC 12 V dengan metode eksperimen, melalui pengukuran dari jam 09.00 sampai 15.00 WIB selama 3 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Coil dengan panjang 1 m memiliki nilai induktansi, dan Daya terendah. Sedangkan Coil dengan panjang 3 m memiliki nilai Induktansi, dan Daya tertinggi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar nilai panjang coil maka akan meningkatkan nilai induktansi dan daya yang dihasilkan.

REFERENSI

- [1] Aramesh, Mohamad, et al. "A review of recent advances in solar cooking technology". *Renewable energy*. Vol.140. Pages 419-435, Sept. 2019.
- [2] Boulaire, Fanny, et al. "Benefit assessment of battery plus solar for customers and the grid". *Energy Strategy Reviews*. Vol.26.Nov. 2019.
- [3] Lombardi, Francesco, et al. "Enabling combined access to electricity and clean cooking with PV-microgrids: new evidences from a high-resolution model of cooking loads". *Energy for Sustainable Development*. Vol.49. Pages 78-88, April 2019.
- [4] Watkins, T., et al. "Insulated Solar Electric Cooking-Tomorrow's healthy affordable stoves?". *Development engineering*. Vol.2. Pages 47-52, 2017
- [5] Aisyah, S., Triani, M. And Rasgianti, R. "Energy efficiency analysis for various type of electric cooker". *Journal of Physics: Conference Series*. 2021.
- [6] Roetzer, F., et al. "Temperature Control for Induction Heating of Thin Strips". *IFAC PapersOnLine* 53-2 .2020
- [7] Wahyu Budiarto, Arif dan Syafei Gozali, Muhammad. "Rancang bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil." *Batam: Jurnal of Applied Electrical Engineering*, Vol. 3, No. 1, 2019.
- [8] Salsa Hayani, Fathana, et al. Hybrid Generator Thermoelektrik Panel Surya Thin Film Sf 170-S Cis 170 Watt Pada PLTS 1 MW Cirata. *JTEUNIBA*, Vol. 6, No. 1, Oktober 2021.
- [9] Turahyo. Dual Saklar Konverter DC-DC Untuk Catu Daya Lampu LED Penerangan. *JTEUNIBA*, Vol. 6, No. 1, Oktober 2021.
- [10] Thiandho, Yuant, et al. Induction stoves: An option for clean and efficient cooking in Indonesia. *IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering*. 2021.
- [11] Bambang Kusharjanta Wahyu Purwo Raharjo, "Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600 Watt Untuk Proses Perlakuan Panas dan Perlakuan Permukaan," *Prosiding SNST*, Vol. 1, No. 1, pp. 119-124, 2013.
- [12] Ramadhani, Ing. Bagus. Instalasi Listrik Pembangkit Tenaga Surya : Dos and Don'ts. Jakarta. Direktorat Jenderal energi Baru, terbarukan dan konservasi energi (DJ EBTKE) bekerja sama dengan Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ), pp. 9-15, 2018