

Perancangan Rangkaian Pemanas Kompor Induksi Berbasis Induksi Elektromagnetik

Rosalina¹, Reza Gunadi², Nunik Pratiwi³

^{1,2}Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA

³Teknik Informatika, Fakultas Teknologi Industri dan Informatika, Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, Daerah Khusus Ibukota Jakarta, Indonesia
rosalina@uhamka.ac.id, rezagunadi97@gmail.com, npratiwi@uhamka.ac.id

Article Info

Article history:

Diterima 10 Maret 2025
Revisi 15 Maret 2025
Diterbitkan 27 Maret, 2025

Keywords:

Pemanas Induksi
GGL Induksi
Elektromagnetik
Energi Terbarukan
Fluks magnetik

ABSTRAK

Pemanas induksi termasuk ke dalam golongan sumber energy terbarukan. Keunggulan dari pemanasan induksi ini adalah lebih ramah lingkungan. Induksi elektromagnetik adalah fenomena timbulnya arus listrik karena adanya perubahan fluks magnetic diseperti kumparan. Terdapat tiga faktor yang mempengaruhi besar GGL induksi. Pertama: kecepatan perubahan medan magnet. Semakin cepat perubahan medan magnet, maka semakin besar GGL induksi yang timbul. Kedua: banyaknya lilitan. Semakin banyak lilitan akan menghasilkan GGL induksi yang semakin besar. Ketiga: Gejala magnet yang kuat dapat menimbulkan GGL induksi yang semakin besar. Tujuan penelitian ini adalah mencari nilai Arus dan Daya yang dipakai untuk menghasilkan suhu 100°C dalam waktu yang singkat, dengan merakit kompor induksi. Cara kerja rangkaian yaitu dengan membuat output berpindah nol Utara-selatan dan nol selatan-utara pada lilitan dan terus berlangsung dengan kecepatan tinggi yakni sekitar 50Hz, diharapkan akan dihasilkan induksi magnet yang cukup kuat untuk membuat logam pada radius tertentu menjadi panas. Dari hasil Reset diperoleh data untuk mendapatkan suhu 100°C kondisi yang menunjukan lebih efisien adalah pada setting daya 240 watt dan kenaikan arus 20 Ampere pada tegangan 12 volt DC, sedang semakin dinaikan daya maka efisiensi dirasa kurang karena sudah terjadi pemuatan panas pada rangkaian.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Estu Sinduningrum, S.T., M.T.
Universitas Muhammadiyah Prof. DR. HAMKA
Jl. Tanah Merdeka No.6, RT.10/RW.5, Rambutan, Kec. Ciracas, Kota Jakarta Timur, DKI Jakarta 13830, Indonesia.
Email: estu.ningrum@uhamka.ac.id

1. PENDAHULUAN

Penerapan medan magnet dalam materi kuliah Medan Elektromagnetik salah satunya adalah pemakaian teori Induksi elektromagnetik pada kompor induksi. Induksi elektromagnetik adalah proses ketika konduktor yang diletakkan di suatu medan magnet yang bergerak/berubah (atau konduktornya yang digerakkan melewati medan magnet yang diam) menyebabkan terproduksi voltase disepanjang konduktor. Proses induksi elektromagnetik ini menghasilkan arus listrik.

Pada penelitian ini, penulis akan mencoba untuk mengembangkan teori induksi elektromagnetik pada kompor induksi yaitu dengan mencoba membuat rangkaian penguat ggl induksi dengan mengubah-ubah arah medan magnet utara selatan dengan kecepatan tertentu sehingga akan menimbulkan panas sekitar 50Hz dan membuat induksi magnet yang cukup kuat untuk membuat logam pada radius tertentu. Semakin jernih gelombang semakin kuat induksi yang di hasilkan dan semakin besar frekuensi maka semakin cepat dalam penghantaran panas.

Beberapa penelitian yang sudah dilakukan oleh peneliti antara lain : 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 magnetik yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam. (Budiarto 2019).

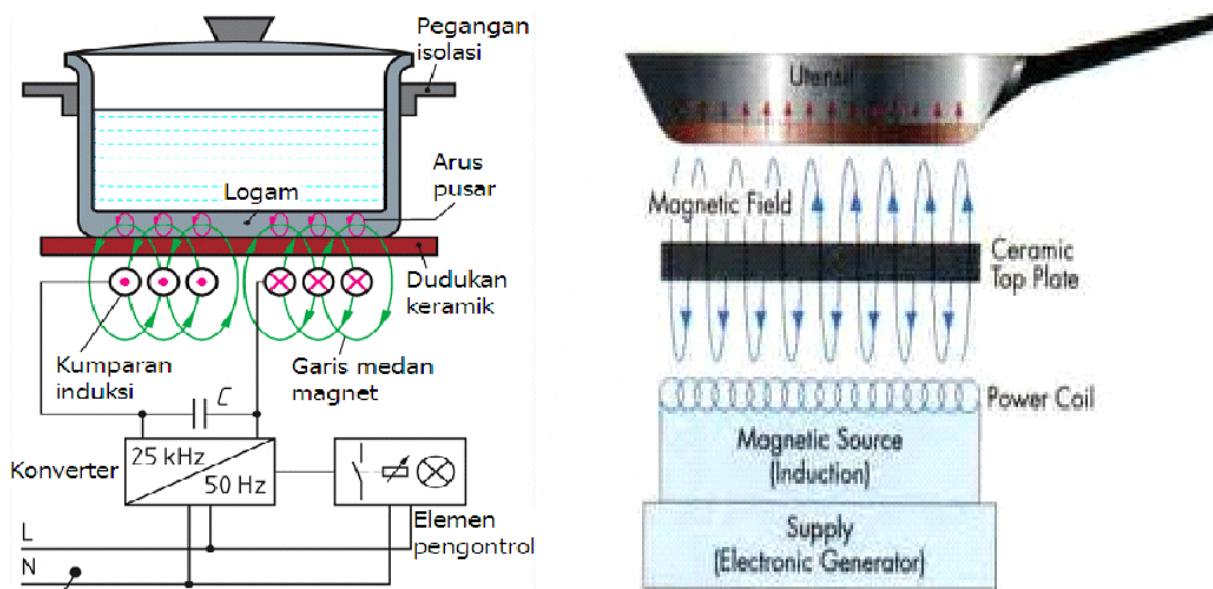
Kompore induksi bekerja dengan pemanfaatan arus eddy pada objek kerja dalam lingkup kumparan induktif yang dicatu arus bolak-balik dengan frekuensi tinggi. Kinerja kompor induksi sangat dipengaruhi oleh besarnya nilai induktif untuk menghasilkan medan elektromagnetik. Besarnya medan elektromagnetik akan menyerap daya reaktif pada jala-jala suplai tenaga listrik yang pada akhirnya akan menurunkan faktor dayanya. (Subekti and Elektro 2012)

Inverter ini mampu mengubah masukan tegangan searah DC menjadi tegangan bolak-balik AC dengan frekuensi yang tinggi dan kemudian disalurkan menuju kumparan beban kompor induksi. Ketika kumparan tersebut dilewati oleh arus bolak-balik dengan frekuensi tinggi akan menghasilkan medan elektromagnetik. Medan yang timbul akan diinduksikan menuju ke bahan logam yang berada diatas kumparan beban induksi dan dihasilkan kenaikan panas pada logam tersebut. (Yulianto Firmansyah 2016)

Nama formal persamaan yang mendefinisikan karakteristik induksi medan elektromagnetik dari fluks magnetik (perubahan pada medan magnet) disebut sebagai Hukum Faraday, yang kemudian digeneralisasikan menjadi persamaan Maxwell-Faraday, satu dari empat persamaan pada teori elektromagnetik oleh James Clerk Maxwell; persamaan ini mendefinisikan hubungan antara perubahan medan listrik dan medan magnet. Selain itu, terdapat Hukum Lorentz yang mendeskripsikan arah dari medan induksi.

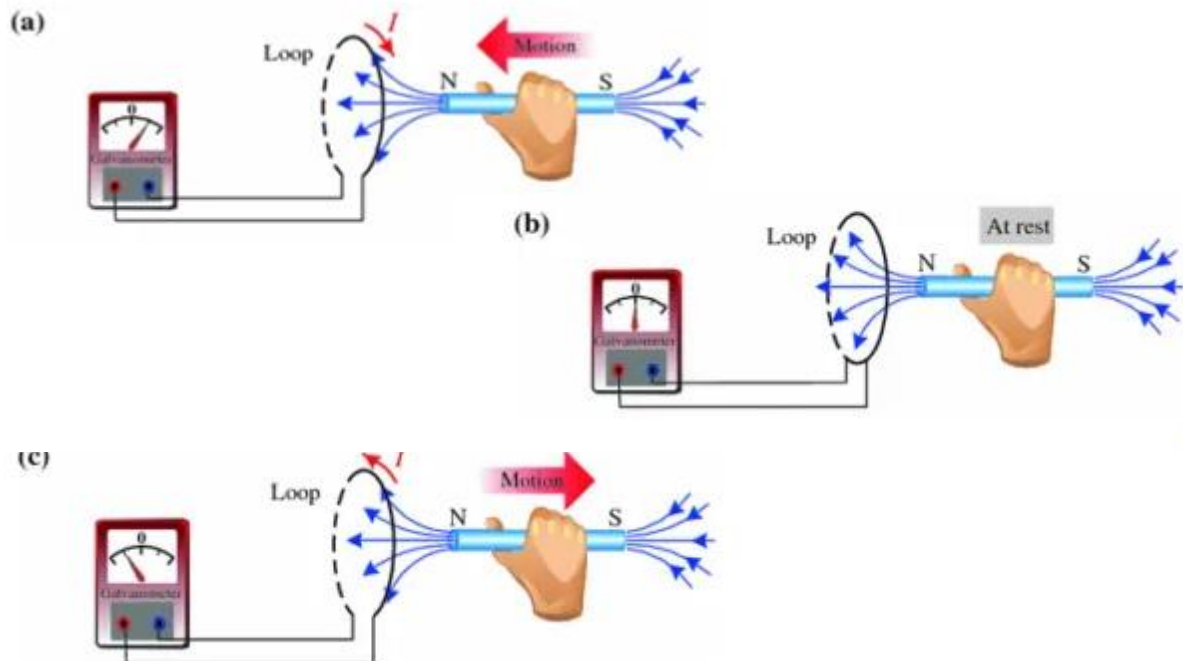
Proses induksi elektromagnetik dapat bekerja pula secara kebalikannya, jadi pergerakan arus listrik dapat menghasilkan sebuah medan magnetik. Faktanya, sebuah magnet biasa memiliki medan magnet akibat gerakan individual elektron-elektron dalam atom-atom penyusun magnet; elektron-elektron tersebut bergerak secara seragam sehingga menghasilkan medan magnet uniform.

Untuk memasak makanan, kompor induksi ini akan bekerja menggunakan prinsip kerja induksi elektromagnetik dengan menggunakan kumparan sebagai pembangkit medan magnet yang nantinya akan digunakan untuk memasak. Listrik dengan frekuensi 50 Hz dialirkan ke kumparan induksi sehingga arus mengalir melalui kumparan tersebut. Arus bolak-balik ini membangkitkan garis-garis medan magnet. Medan magnet ini selalu berubah mengikuti perubahan arusnya. Medan magnet ini memotong/menembus tempat memasak yang terbuat dari logam sehingga akan timbul ggl induksi. Energi panas tersebut akan tertransfer dengan lebih baik jika alat masak yang terbuat dari bahan besi atau stainless steel. Energi panas inilah yang akhirnya membuat makanan yang dimasak diatas kompor induksi menjadi matang. Prinsip kerja dari kompor Induksi dapat dilihat dari gambar berikut :



Gambar 1. Prinsip Kerja Kompor Induksi

Kemampuan untuk memperkuat induksi elektromagnetik ini dapat diperoleh dengan membalik nilai medan magnet, seperti yang ditunjukkan pada gambar berikut :



Gambar 2. Perubahan nilai medan magnet

Perubahan nilai medan magnet (B) akan mengakibatkan perubahan fluks magnetik sehingga akan muncul ggl Induksi dengan arah melawan medan magnet, secara matematis dirumuskan :

$$\varepsilon = -N \cdot A \cdot \cos \theta \frac{\Delta B}{\Delta t}$$

Dimana :

ε = Tegangan atau ggl (Volt)

N = Jumlah Lilitan

ΔB = Perubahan Medan Magnet (weber)

A = Luas Penampang (m^2)

Δt = Rentang Waktu (Sekon)

θ = Sudut antara medan magnet terhadap garis Normal.

Efisiensi pemanas induksi didapatkan berdasarkan rasio energi panas yang dihasilkan dari besaran arus masukan. Untuk menghitung efisiensi dari energi listrik, maka digunakan persamaan sebagai berikut:

$$\eta(\%) = \frac{Q_{out}}{Q_{in}} \times 100\% = \left(\frac{M_{air} \times C_{air} \times \Delta T}{V \times I \times pf \times AT} \right) \times 100\%$$

Dimana,

Q_{out} = energi yang dikeluarkan (Joule)

Q_{in} = Energi masukan (Joule)

M_{air} = Massa jenis air (kg)

C_{air} = Panas jenis bahan ($J/kg \cdot ^\circ C$)

ΔT = Perubahan suhu ($^\circ C$)

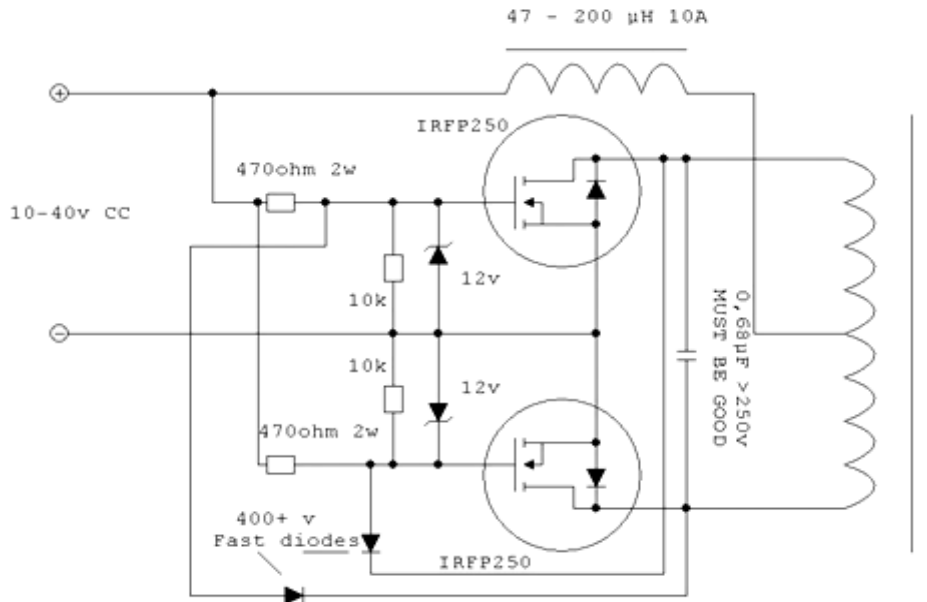
V = Tegangan input (Volt)

I = Arus input (Ampere)

Pf = Power factor

2. Metode Penelitian

Pada penelitian ini, penulis menggunakan **metode Eksperimental**, dikarenakan penulis bertujuan untuk melakukan sebuah percobaan membuat rangkaian untuk mengetahui seberapa besar variable daya yang akan dihasilkan untuk memanaskan kompor induksi dengan mencobakan beberapa nilai Arus listrik ke rangkaian. Rangkaian yang akan dirakit dilukiskankan pada gambar di bawah ini.



Gambar 3. Rangkaian Pemanas yang akan dirakit dan Diuji

Perancangan sistem pemanas induksi dapat dilihat pada Gambar(3). Dan beberapa komponen lainnya, diantaranya rangkaian sumber catu daya yang berfungsi sebagai pengubah tegangan AC menjadi DC 24V30A. Catu daya sumber DC menggunakan jembatan dioda sehingga dihasilkan penyearah gelombang penuh yang lebih stabil. Sensor temperatur termokopel Untuk mengukur suhu keluaran dari lilitan. Power supply DC 24V 10A, Modul DC dimmer, Coil.

a) Power Supply 12V30A

Berfungsi untuk menjadi suply daya untuk rangkaian pemanas yang memiliki daya yang besaar dengan total daya $\pm 360\text{Watt}$, namun sebelum masuk ke rangkaian pemanas daya akan di teruskan terlebih dahulu ke dimmer DC.

b) Modul DC dimmer

Berfungsi untuk mengendalikan tegangan yang masuk ke modul pemanas induksi sehingga akan menghasilkan arus yang diinginkan sesuai dengan kebutuhan set point temperatur.

c) Rangkaian pemanas utama

Rangkaian ini bekerja dengan cara membangkitkan frekuensi osilasi melalui komponen LC. Transistor T1 dan T2 (Mosfet), masing-masing bekerja secara bergantian selama setengah periode dari frekuensi osilasi.

d) Coil

akan menjadi ujung muara rangkaian yang mana menjadi penghasil panas dan yang akan menjadi objek ukur pada penelitian kali ini.

e) Arus eddy

memainkan peran penting dalam konsep pemanas induksi. Panas yang dihasilkan dalam material sangat bergantung pada arus eddy yang diinduksi oleh belitan. Ketika kumparan diberi energi dengan arus bolak-balik, medan magnet dibuat di sekitar kabel konduktif. Besarnya medan magnet bervariasi tergantung dari arus yang mengalir kumparan. Jika ada material konduktif disekitar medan magnet yang berubah, maka material konduktif tersebut akan mengalirkan arus yang disebut *arus eddy*. Arus eddy adalah induksi arus listrik bolak-balik dalam bahan konduktif oleh medan magnet bolak-balik (dihasilkan oleh arus listrik bolak-balik). Arus yang diinduksi dalam material yang dimodifikasi

mengubah nilai arus yang diinduksi oleh material. Perubahan arus yang diinduksi dapat dianalisis dan kemungkinan modifikasi material dapat ditampilkan.

Prinsip dasar arus eddy mengacu pada hukum Faraday, yang menyatakan bahwa ketika konduktor melintasi garis gaya suatu medan magnet dengan kata lain, gaya gerak listrik akan diinduksi di dalam penghantar. Jumlah PEM tergantung pada:

1. Besaran dan kekuatan medan magnet.
2. Kecepatan pemotongan garis gaya magnet.
3. Kualitas panduan.

Hukum Lenz mengatakan bahwa medan magnet arus induksi berlawanan arah dengan penyebab arus induksi. Medan magnet arus eddy berlawanan dengan medan magnet yang dihasilkan dari kumparan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam uji rangkaian yang sudah dirakit diatas, penulis menggunakan beberapa percobaan dengan beberapa nilai Daya dan Arus yang berbeda dan tegangan tetap, seperti pada tabel di bawah ini :

Tabel 1. Kenaikan Output Suhu terhadap waktu dengan Input Daya 180 watt, dan arus 15 Ampere pada tegangan tetap 12 Volt.

Arus(A)	Tegangan (V)	Waktu(s)	Suhu(C)
15	12	1	32
		2	41
		3	48
		4	55
		5	61
		6	67
		7	73
		8	79
		9	83
		10	88
		11	92
		12	96
		13	99
		14	100

Tabel 2. Kenaikan Output Suhu terhadap waktu dengan Input Daya 240 watt, dan arus 20 Ampere pada tegangan tetap 12 Volt.

Arus(A)	Tegangan (V)	Waktu(s)	Suhu(C)
20	12	1	32
		2	41
		3	49
		4	57
		5	64
		6	71
		7	78
		8	85
		9	91
		10	96
		11	100

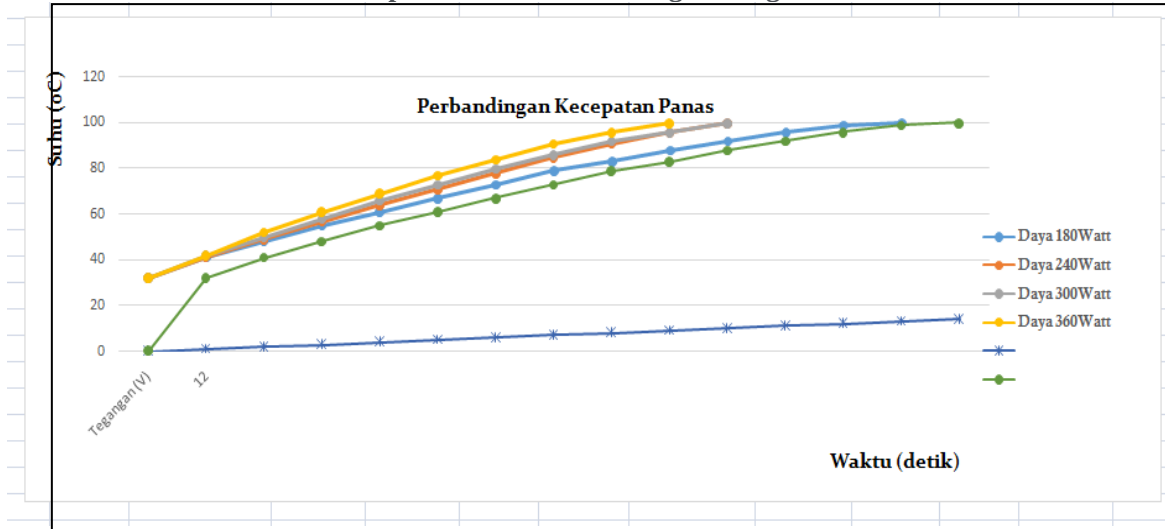
Tabel 3. Kenaikan Output Suhu terhadap waktu dengan Input Daya 300 watt, dan arus 25 Ampere pada tegangan tetap 12 Volt.

Arus(A)	Tegangan (V)	Waktu(s)	Suhu(C)
25	12	1	32
		2	42
		3	50
		4	58
		5	66
		6	73
		7	80
		8	86
		9	92
		10	96
		11	100

Tabel 4. Kenaikan Output Suhu terhadap waktu dengan Input Daya 360 watt, dan arus 30 Ampere pada tegangan tetap 12 Volt.

Arus(A)	Tegangan (V)	Waktu(s)	Suhu(C)
30	12	1	32
		2	42
		3	52
		4	61
		5	69
		6	77
		7	84
		8	91
		9	96
		10	100

Dari beberapa kali percobaan di atas dengan beberapa nilai Daya dan Arus yang terus dinaikan untuk mencari waktu yang dipakai seefisien mungkin maka dapat digambarkan hasil output panas seperti pada grafik di bawah ini :



Efisiensi dari pemakaian kompor induksi (Energi terpakai) ini bisa diketahui dengan menghitung perbandingan Q_{out} dan Q_{input} yaitu :

1. Untuk kenaikan daya terhadap waktu dari 180 watt ke 240 watt

$$2. \text{ Untuk } \eta(\%) = \frac{Q_{Out}}{Q_{in}} \times 100\% = \frac{\Delta t_{Out}}{\Delta t_{in}} \times 100\% \frac{11}{14} \times 100\% = 78,5\%$$

kenaikan daya terhadap waktu dari 240 watt ke 300 watt :

$$3. \text{ Untuk } \eta(\%) = \frac{Q_{Out}}{Q_{in}} \times 100\% = \frac{\Delta t_{Out}}{\Delta t_{in}} \times 100\% \frac{11}{11} \times 100\% = 100\%$$

kenaikan daya terhadap waktu dari 300 watt ke 360 watt :

$$\eta(\%) = \frac{Q_{Out}}{Q_{in}} \times 100\% = \frac{\Delta t_{Out}}{\Delta t_{in}} \times 100\% \frac{10}{11} \times 100\% = 90,9\%$$

Sehingga bisa dihitung energy listrik kwh yang dipakai selama memasak memakai kompor induksi dengan besarnya daya diatas yaitu : **Energi listrik = watt – hour**

Daya (watt)	Selang Waktu Δt (sekon)	Energi Listrik (watt hour)
180	14	2520
240	11	2640
300	11	3300
360	10	3600

Dari data tersebut, dapat di simpulkan bahwa penggunaan daya 240 watt adalah yang paling efisien namun penggunaan daya lebih tinggi dapat mempercepat pemanasan namun mengurangi efisiensinya.

4. Simpulan

Rangkaian pemanas kompor induksi berbasis medan elektromagnetik sudah bekerja dengan baik dan menghasilkan luaran panas yang mencapai 100 derajat celsius dalam waktu yang singkat dengan mengatur power supply yang disetting dengan pengaturan kenaikan arus dan daya yang berkala, dilihat dari lamanya pemakaian rangkaian kompor induksi maka yang menunjukan lebih efisien adalah pada setting daya 240 watt dan kenaikan arus 20 Ampere pada tegangan 12 volt DC, sedang semakin dinaikan daya maka efisiensi dirasa kurang karena sudah terjadi pemuain panas pada rangkaian.

Ucapan Terima Kasih

Dalam kesempatan ini penulis sangat berterima kasih kepada bapak ibu pimpinan yang sudah mendukung sehingga terselenggaranya kegiatan penelitian ini, terutama penulis haturkan terima kasih kepada : Bapak Rektor Uhamka, Bapak Ketua Lemlitbang Uhamka, Bapak Dekan Fakultas Teknik Uhamka, dan Bapak Kaprodi Teknik Elektro, Hatur Nuhur Bapak-bapak sekalian, semoga tulisan ini bisa bermanfaat dan dapat dikembangkan untuk variable induksi elektromagnetik penelitian keterbaharuan lainnya.

Daftar Pustaka

- [1] Arif Wahyu Budiarto* dan M. Syafei Gozali, “Rancang Bangun Pemanas Induksi Dengan Metode Multiturn Helical Coil” Politeknik Negeri Batam, Juni, 2019.
- [2] Galih Yulianto Firmansyah, Heri Suryoatmojo, S.T., M.T., Ph.D., Ir. Sjamsjul Anam, M.T., “Perancangan dan Pembuatan Inverter Setengah Jembatan Ganda Untuk Pemanfaatan Kompor Induksi Menggunakan Pengaturan Fasa Bergeser” Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh November (ITS), 2016.
- [3] Budiarto, Arif Wahyu. 2019. “Rancang Bangun Pemanas Induksi Dengan Metode Multiturn Helical Coil.” *Journal of Applied Electrical Engineering* 3(1): 1–4.
- [4] Subekti, Lukman, and Diploma Teknik Elektro. 2012. “PADA KINERJA KOMPOR INDUKSI R : R.” *entnur ;\ 'o.sional InJL,rntatika 20I) (semnas/F 20I2) [.tP,\ “I.'eteron’’]’ogyaknrta, 30 Juni 2012.”*
- [5] Yulianto Firmansyah, Galih. 2016. “Perancangan Dan Pembuatan Inverter Setengah Jembatan Ganda Untuk Pemanfaatan Kompor Induksi Menggunakan Pengaturan Fasa Bergeser 1.” (1): 1–6.
- [6] Lukman Subekti, Mu,un Budiyanto, “Pengaruh Perbaikan Faktor Daya Pada Kinerja Kompor Induksi”, Program Diploma Teknik Elektro Sekolah \iokasi UGM, Juni, 2012.
- [7] Siti Sailah, Cekmas Cekdin, “Medan Elektromagnetik”, Penerbit ANDI, Januari 2014.