

## **INVERTER FREKUENSI TINGGI SEBAGAI PEMANAS PIRINGAN LOGAM DENGAN METODE INDUKSI PADA APLIKASI PEMANAS ROTI**

**Rio Dery Alem<sup>1</sup>, Enny<sup>2</sup>**  
PSD III Teknik Elektro Fakultas Teknik  
Universitas Diponegoro- Semarang

### **Abstrak**

*Kegiatan rumah tangga di Indonesia seringkali melakukan kegiatan masak-memasak, baik untuk membuat makanan atau hanya sekedar memanaskan, oleh karena itu diperlukan teknologi yang praktis, murah dan aman. Untuk membuat sebuah alat yang mampu meringankan proses pemanasan makanan, metode induksi dapat digunakan sebagai pemanas piringan logam untuk meningkatkan keamanan dalam proses tersebut. Pemanas induksi ini dipilih karena tidak menimbulkan api, dan antara alat pemanas dan obyek yang dipanasi tak terjadi kontak fisik sehingga aman. Untuk membuat pemanas induksi dibutuhkan modul inverter frekuensi tinggi dengan arus yang besar. Dari sumber tegangan AC 1 fasa 220 volt yang di step down menjadi 12 V dan disearahkan menggunakan penyearah jembatan penuh, kemudian inverter akan mengkonversi besaran listrik DC menjadi besaran listrik AC dengan frekuensi yang tinggi. Pada dasarnya frekuensi dapat di atur dengan menggunakan rangkaian driver. Rangkaian driver memiliki fungsi untuk memicu gate MOSFET IRFP 260. Pada inverter ini keluaran inverter berupa tegangan AC dengan frekuensi mencapai 71,4 kHz. Keluaran inverter tersebut dilewatkan pada sebuah kumparan penginduksi yang akan digunakan sebagai pemanas piringan logam. Hasil pengukuran menunjukkan modul inverter yang dibuat memiliki frekuensi sebesar 71,4 kHz, dapat menghasilkan panas diatas 80 derajat celcius, diharapkan dengan tingginya daya yang digunakan untuk menginduksi beban, suhu pada beban akan cepat meningkat.*

**Keyword :** pemanas induksi, mosfet, arus eddy, frekuensi, inverter, driver.

### **Abstract**

*Household activities in Indonesia are often doing the cooking, either to make a meal or just heat up, therefore the necessary technology is practical, cheap and safe. To create a tool capable of easing the process of heating food, it can be used as a method of induction heating metal disks to improve security in the process. Induction heating is selected because it does not cause a fire, and between the heater and heated object is not in physical contact so safe. To make the required induction heating high-frequency inverter module with a large current. From the first phase AC voltage source 220 volts in step-down to 12 V and rectified using full bridge rectifier, then inverter will convert the DC power into a massive amount of AC power with a high frequency. Basically, the frequency can be set by using the driver circuit. Rangkaian driver has a function to trigger the MOSFET gate IRFP 260. In this inverter, inverter output in the form of AC voltage with a frequency of 71.4 kHz achieve. The inverter output is passed in a coil inducer to be used as heating metal plate. The measurement results show inverter modules are made to have a frequency of 71.4 kHz, can generate heat above 80 degrees Celsius, is expected by the high frequency used to induce the load, the temperature of the load will quickly increase.*

**Keyword:** induction heating, mosfet, eddy current, frequency, inverter, driver.

### **PENDAHULUAN**

Dalam kehidupan sehari-hari sering dilakukan kegiatan masak-memasak, dalam kegiatan tersebut tentunya dibutuhkan suatu alat yang dapat menghasilkan panas untuk

proses memasak. Panas yang dibutuhkan untuk kegiatan masak-memasak dapat dihasilkan dari pembakaran minyak bumi, gas ataupun kayu. Seiring perkembangan

## INVERTER FREKUENSI TINGGI.....

(Rio Dery Alem, dkk)

zaman proses memasak dengan menggunakan kayu bakar dan minyak bumi sudah hampir ditinggalkan, karena proses pembakaran menggunakan minyak bumi atau kayu menimbulkan polusi yang banyak, dan perlu diketahui minyak bumi merupakan suatu bahan bakar yang tidak dapat diperbaharui, artinya semakin sering dipakai maka ketersediannya akan semakin berkurang, dan proses terbentuknya minyak bumi memerlukan waktu yang sangat lama selain itu pemanasan yang dilakukan dengan bahan bakar minyak bumi, gas, ataupun kayu bakar akan menimbulkan api.

Sehingga, faktor keselamatan jugamenjadi perhatian khusus dalam kegiatan masak-memasak, karena api memiliki suhu yang sangat tinggi. Sehingga sangat berbahaya apabila panas yang dihasilkan oleh api terkena manusia. Untuk itu, sumber energi alternatif untuk pemanasan sangat diperlukan dalam kegiatan masak-memasak agar dapat menghemat bahan bakar dan menambah faktor keselamatan sehingga dapat mengurangi resiko kecelakaan.

### LANDASAN TEORI

Pemanas induksi adalah salah satu teknik pemanasan logam dengan cara mengalirkan listrik arus bolak-balik dengan frekuensi yang tinggi pada kumparan kerja, sehingga pada kumparan kerja tersebut terbentuk ggl yang digunakan untuk menginduksi suatu logam. (Mahardika, T, 2012). Setelah logam tersebut terinduksi maka pada logam akan mengalir arus Eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar sehingga menyebabkan panas pada logam, prinsi ini hamper sama dengan prinsip kerja transformator, besarnya arus yang mengalir pada logam yang terinduksi kumparan kerja, tergantung pada besar arus yang mengalir pada kumparan kerja dan jumlah lilitan kumparan kerja dengan perbandingan lilitan  $N1/N2$  dan  $I2/I1$  ketika logam dianggap satu lilitan maka besar yang mengalir setara dengan  $I2 = N1 \times I1$  (Zhulkarnaen, Y., 2014) Dengan arus yang besar dan frekuensi yang tinggi maka akan timbul panas pada logam tersebut.

Pada inverter frekuensi yang dibuat menggunakan rangkaian resonansi paralel seperti pada gambar 5, impedansi dari rangkaian paralel diberikan oleh:

$$Z = \frac{R \times X_L \times X_C}{\sqrt{X_L^2 \times X_C^2 - R^2 (X_L - X_C)^2}} \dots\dots\dots$$

.....(Mahardika, T. 2012 )

Dimana Z adalah impedansi dari rangkaian paralel (dalam ohm), pada keadaan resonansi rangkaian akan memiliki impedansi maksimum. ( Neidle, M, 1999).

### METODE PENELITIAN

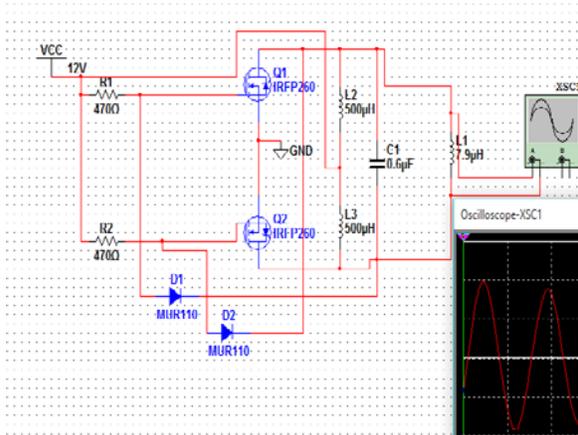
Pada perancangan pemanas induksi ini digunakan metode half bridge inverter frekuensi tinggi, yang disupply dengan tegangan 12 VDC, dengan frekuensi pensaklaran sebesar 71 kHz, dengan rangkaian yang tersusun dari power supply dengan tegangan sumber 220 V yang distep down menjadi 12 V dan disearahkan dengan penyearah gelombang penuh, rangkaian inverter frekuensi tinggi yang terdiri dari rangkaian driver dan rangkaian daya tersusun dari berbagai komponen elektronika seperti Mosfet, resistor, diode, induktor dan kapasitor. ( Noviansyah, R., 2012).) gambar blok diagram alat ditunjukkan pada gambar 1.



Gambar 1 Blok Diagram Pemanas Induksi

### PERANCANGAN ALAT

Untuk mengetahui cara kerja dan besar nilai komponen yang diperlukan, terlebih dahulu dilakukan simulasi dengan menggunakan software multisim pada gambar 2.



Gambar 2 Simulasi Multisim

Pada pembuatan penelitian ini inverter bekerja pada tegangan 12 V dan merupakan suatu rangkaian resonansi paralel dimana:

Tabel 1 komponen yang digunakan(5),(6)

MOSFET	Type	$I_D$	$V_D$
	IRFP260	50A	200V
Dioda	Type	I	V
	FR107	1 A	50-1000 V
Kapasitor	Type	V	Kapasitas
	MKP	275V	2x0.33uF
Kumparan kerja	N	d	Kapasitas
	9	0,8 <sub>mm</sub>	7.9uH

Frekuensi yang dihasilkan sebesar(Neidle, M, 1999)

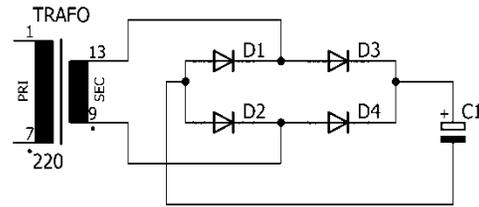
$$f = \frac{1}{2\pi\sqrt{LC}} \dots \dots \dots \text{ (Zhulkarnaen, Y., 2014)}$$

$$f = \frac{1}{2.3,14\sqrt{7.9 \times 10^{-6} \times 0.625 \times 10^{-6}}}$$

$$f = 71,6 \text{ kHz}$$

**A. Power Supply**

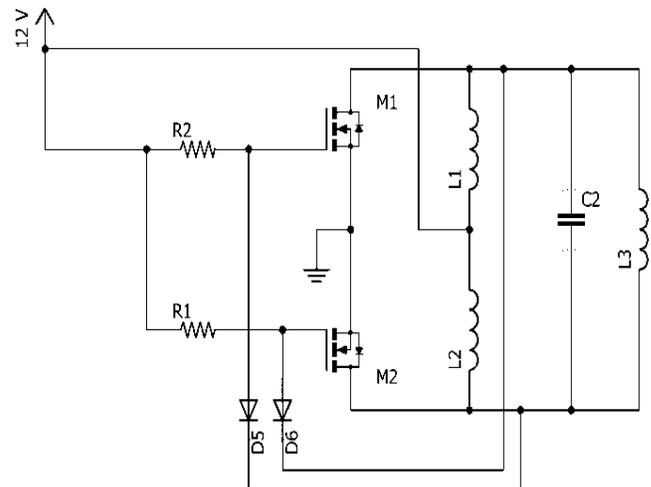
Rangkaian power supply digunakan sebagai penyearah arus bolak-balik menjadi arus searah, rangkaian ini terdiri dari beberapa komponen elektronika seperti dioda, dan kapasitor. Setelah sumber listrik 220 v dari pln distep down oleh transformator selanjutnya dilewatkan ke diode bridge sehingga arus menjadi searah dan difilter oleh kapasitor polar untuk mengurangi besar ripple, gambar rangkaian ditunjukkan pada gambar 4.



Gambar 4 Rangkaian Power Supply

**B. Inverter Frekuensi Tinggi**

Fungsi dari inverter secara umum adalah untuk mengubah listrik arus searah (DC) menjadi listrik arus bolak-balik (AC) namun dalam inverter yang dibuat dalam tugas akhir ini bekerja pada frekuensi tinggi yang digunakan untuk membangkitkan ggl induksi pada kumparan kerja. Dalam inverter frekuensi tinggi ini terdapat rangkaian daya dan rangkaian driver dimana masing masing rangkaian memiliki fungsi tertentu. Rangkaian daya terdiri atas Mosfet, diode, dan inductor (Noviansyah, R., 2012). Mosfet M1 dan M2 bekerja secara bergantian (M1-on, M2 off) (Rachmadi, T., 2014) dan sebaliknya. Sehingga pada kumparan kerja (L3) akan timbul arus bolak-balik, fungsi induktor (L1, L2) pada rangkaian ini adalah sebagai choke (Raharjo, P., 2013) untuk menahan osilasi frekuensi tinggi masuk pada power supply. Gambar rangkaian inverter ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 5 Rangkaian Inverter Frekuensi Tinggi

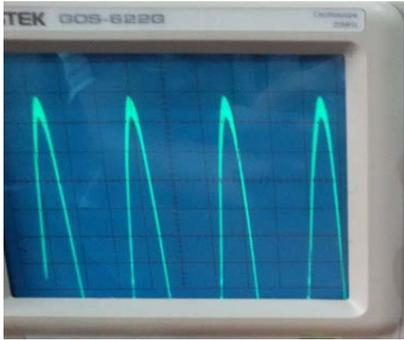
## INVERTER FREKUENSI TINGGI.....

(Rio Dery Alem, dkk)

### PERCOBAAN DAN PENGUKURAN

Percobaan dan pengukuran pada alat pemanas roti dengan menggunakan metode induksi ini adalah sebagai berikut:

1. Percobaan bentuk gelombang tegangan keluaran modul inverter frekuensi tinggi.
  2. Percobaan lama waktu memanaskan roti hingga merubah warna dan tekstur permukaan roti.
1. Percobaan gelombang keluaran inverter meliputi percobaan pada frekuensi 71,4 kHz. Dari percobaan keluaran menggunakan osciloscop diperoleh gambar sebagai berikut:



Gambar ;6 Gelombang Keluaran

2. Percobaan lama waktu memanaskan roti hingga merubah warna dan tekstur permukaan roti.

Tabel 2 Pengukuran Suhu Terhadap Waktu

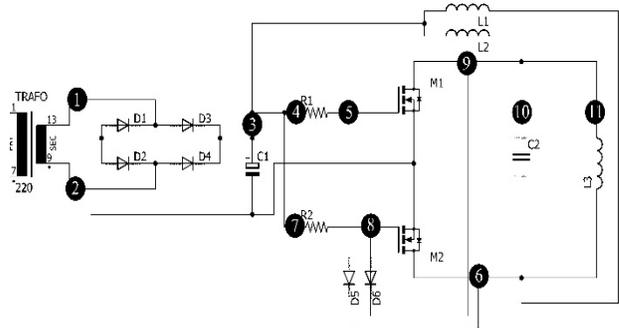
Suhu (°C)	Jumlah Kapasitor 0,33 uF	Waktu (S)
50	1	23
60		40
70		57
80		82
90		155
100		250

3. Percobaan pengaruh frekuensi dan arus terhadap perubahan waktu.

Tabel 3 Pengaruh Arus dan Frekuensi

Suhu (°C)	Jumlah Kapasitor 0,33 uF	Kapasitas (uF)	Frek. Berbeban (kHz)	Arus Berbeban (A)	Waktu (S)
50	1	0,33	132	4,23	26
	2	0,66	90	5,98	23
	3	0,99	70,4	6,41	22
	4	1,32	60	7,22	21
	5	1,65	55	7,96	19

Gambar pengukuran tegangan keluaran sebagai berikut:



Gambar 7 Pengukuran Rangkaian Pemanas Roti

Tabel 4 Pengukuran Tegangan:

Probe Merah	Probe Hitam	Keterangan	Tegangan
1	2	Sekunder Trafo	12 VAC
3	—	Output supply	14 VDC
4	—	Resistor	14 VDC
7	—	Resistor	14VDC
10	—	Kapasitor	13,37 VAC
11	—	Lilitan Penginduksi	13,37VAC

Table 5.4. Percobaan Gelombang Keluaran pada Osiloskop

Probe (+)	Probe (-)	Keterangan	Gambar Gelombang
5		Gate, Anoda	
6		Katoda, Kapasitor	
8		Gate, Anoda	

**KESIMPULAN**

Dalam pembuatan tugas akhir yang berjudul Inverter Frekuensi Tinggi Sebagai Pemanas Piringan Logam Dengan Metode Induksi pada Aplikasi Pemanas Roti yang menggunakan rangkaian inverter *half bridge* dengan mosfet IRFP260, penulis mengambil beberapa kesimpulan yang diambil dari hasil percobaan dan beberapa teori penunjang yang telah diringkas dari bab-bab terdahulu, yaitu:

1. Percobaan dilakukan pada frekuensi 71,4 kHz untuk mengetahui perubahan suhu terhadap waktu
2. Inverter frekuensi tinggi yang dibuat dapat digunakan sebagai pemanas induksi yang mampu memanaskan piringan logam yang berdiameter 17 cm dengan bahan *stainless steel* digunakan untuk memanaskan roti yang diletakan di atasnya, dengan besar frekuensi 71,4 kHz dan mampu mencapai suhu 50°C dalam waktu 20 detik.
3. Untuk memanaskan roti hingga merubah warna dan tekstur roti diperlukan waktu selama 5-6 menit dengan suhu mencapai 112°C.
4. Kenaikan suhu dipengaruhi besar daya yang diberikan, semakin besar daya yang diberikan semakin cepat kenaikan suhu pada piringan logam tersebut.
5. Besar daya dan besar frekuensi yang dihasilkan tergantung dari besar

kapasitor yang dipasang, semakin besar nilai kapasitansinya semakin kecil frekuensi yang dihasilkan, namun semakin besar daya yang diberikan. Begitupun sebaliknya, semakin kecil nilai kapasitansinya semakin besar frekuensi yang dihasilkan dan semakin kecil daya yang diberikan.

6. Penulis hanya menggunakan 2 kapasitor 0,33 uF yang dipasang paralel sehingga besar frekuensi yang dihasilkan sebesar 71,4 kHz, tidak menggunakan jumlah kapasitor yang dapat mencapai titik tercepat kenaikan suhu dikarenakan untuk menjaga daya tahan komponen-komponen elektronika, karena komponen tersebut memiliki nilai maksimumnya.

**SARAN**

Untuk melengkapi dan mengembangkan tugas akhir Inverter Frekuensi Tinggi Sebagai Pemanas Piringan Logam Dengan Metode Induksi pada Aplikasi Pemanas Roti yang telah dibuat, penulis memberikan beberapa saran, yaitu:

1. Frekuensi yang dibangkitkan perlu ditingkatkan namun daya yang dihasilkan perlu ditingkatkan juga agar perubahan suhu dapat lebih cepat.
2. Memiliki berbagai macam kumparan penginduksi dengan nilai induktansi yang berbeda untuk keperluan percobaan besarnya daya yang dihasilkan.
3. Melakukan percobaan apakah frekuensi yang timbul pada kumparan penginduksi dapat merusak komponen-komponen elektronika dalam jangka waktu panjang.
4. Penggunaan panel-panel indikator yang lebih baik seperti indikator kerusakan alat, arus, tegangan, dan daya.

**DAFTAR PUSTAKA**

Mahardika, T. (2012). **Perancangan Inverter Full Bridge Resonansi Seri Frekuensi Tinggi Untuk Aplikasi Induction Cooker**. Semarang Universitas Diponegoro.

Neidle, M. (1999) **Teknologi Instalasi Listrik Edisi Ketiga** (terjemahan Ir. Sahat Pakpahan). Jakarta: Erlangga.

Noviansyah, R. (2012). **Pemanas Induksi (*Induction Heating*) Kapasitas 200 Watt**. Cimanggis: Universitas Gunadarma.

Rachmadi, T. (2014) **Realisasi Modul Inverter Full Bridge Menggunakan MOSFET IRFP460 Pada Aplikasi Pemanas Induksi** Semarang: Universitas Diponegoro.

Raharjo, P. (2013). **Rancang Bangun Pemanas Induksi Berkapasitas 600 W Untuk Proses Perlakuan Panas dan Perlakuan Permukaan**. Surakarta: Universitas Sebelas Maret (UNS).

Zhulkarnaen, Y. (2014) **Perancangan dan Pembuatan Pemanas Induksi Dengan Metode Pancake Coil Berbasis Mikrokontroller Atmega 8535**. Malang: Universitas Brauwijaya.