

**ANALISIS KONVERSI ENERGI PADA ALAT PEMANAS INDUKSI 200 W
BERBASIS RANGKAIAN ZVS DRIVER**

SKRIPSI

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika



Disusun Oleh:

AHMAD IRAWAN ROEZMIN

NIM. 08021181419014

JURUSAN FISIKA

FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS SRIWIJAYA

2018

LEMBAR PENGESAHAN

**ANALISIS KONVERSI ENERGI PADA ALAT PEMANAS INDUKSI 200 W
BERBASIS RANGKAIAN ZVS DRIVER**

SKRIPSI

*Sebagai salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains Bidang Studi Fisika*

Disusun Oleh:

AHMAD IRAWAN ROEZMIN

NIM. 08021181419014

Inderalaya, Juli 2018

Pembimbing II

Pembimbing I



Drs. Muhammad Irfan, M.T.

NIP.19640913 199003 1 003




Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.

NIP. 19651001 199102 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Erinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 19700910 199412 1 001

LEMBAR PERSEMBAHAN

وَأَنْزَلْنَا الْحَدِيدَ فِيهِ بَأْسٌ شَدِيدٌ وَمَنْفَعٌ لِلنَّاسِ وَلِيَعْلَمَ اللَّهُ مَن يَتَصَدَّقُ وَرَسُولُهُ بِالْغَيْبِ إِنَّ اللَّهَ قَوِيٌّ عَزِيزٌ

Dan Kami ciptakan besi yang padanya terdapat kekuatan yang hebat dan berbagai manfa'at bagi manusia, (supaya mereka mempergunakan besi itu) dan supaya Allah mengetahui siapa yang menolong (agama) Nya dan rasul-rasul-Nya padahal Allah tidak dilihatnya. Sesungguhnya Allah Maha Kuat lagi Maha Perkasa. (Qs. Al-Hadid:25)

”Sukses adalah suatu aktivitas yang dilakukan terus menerus yang berkaitan dengan intelektualitas, fisik, spiritual, emosional, dan finansial sambil memberikan kontribusi positif untuk masyarakat”

-Antoni Robin-

“Berkat doa mama’, dan bapak yang senantiasa

menguatkan langkah kaki anaknya untuk menuju kesuksesan”

“Jadilah seperti lebah yang selalu memberikan kebermanfaatn”

“Sebaik-baiknya manusia adalah manusia yang bermanfaat bagi sekitarnya”

Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi para pembaca

Skripsi ini sebagai ungkapan syukurku kepada:

- ❖ Allah ﷻ
- ❖ Nabi Muhammad ﷺ
- ❖ Kedua orang tuaku
- ❖ Aak dan adikku
- ❖ Dosen, guru-guruku
- ❖ Almamaterku

(Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya)

- ❖ Dan semua pihak yang telah membantuku
(Staff jurusan, teman-teman, sahabat dan keluarga besar)

KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah ﷻ, karena atas rahmat dan izin-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul **Analisis Konversi Energi Pada Alat Pemanas Induksi 200 W Berbasis Rangkaian ZVS Driver** sebagai tugas akhir untuk memperoleh gelar sarjana strata satu yang dilaksanakan di Laboratorium Elinkom Jurusan Fisika FMIPA Universitas Sriwijaya. Sholawat serta salam juga penulis sampaikan kepada Nabi Muhammad ﷺ sebagai teladan dan pedoman hidup hingga hari akhir kelak.

Dengan perasaan suka cita semoga pembelajaran yang dapat penulis ambil selama proses penelitian dan menempuh pendidikan di Jurusan Fisika menjadi salah satu kunci kesuksesan di masa depan. Dalam proses penelitian dan penyusunan skripsi ini penulis mendapatkan banyak bantuan dari berbagai pihak sehingga semuanya dapat diatasi. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Bapak Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T selaku pembimbing I dan Bapak Drs. Muhammad Irfan, M.T selaku pembimbing II yang senantiasa sabar membimbing dan meluangkan waktunya untuk memberikan arahan dan bantuan selama pelaksanaan tugas akhir ini.

Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada :

1. Kedua orang tua, kakak dan adik yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada saya.
2. Bapak Dr. Fiber Monado, S.Si., M.Si., Bapak Khairul Saleh, S.Si., M.Si., dan Bapak Drs. Hadir Kaban, M.T., selaku dosen penguji yang telah memberikan arahan, kritik dan saran.
3. Bapak Drs. Arsali M.Sc., selaku dosen pembimbing akademik.
4. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc., selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.
5. Bapak Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T., selaku Ketua Jurusan Fisika.
6. Bapak, Ibu, dosen dan seluruh staff administrasi Jurusan Fisika FMIPA
7. Kawan-kawan KBI ELINKOMNUKLIR angkatan 2014; Abdurrahman, Novaldan, Bambang, Encep, Fitri, Fatiyah, Elza, Hartiwi, Luthfia, Natasha, dan Purwati.
8. Seluruh teman-teman angkatan 2014 Fisika yang tidak bisa disebutkan satu persatu, semoga tetap menjadi orang-orang yang berani, antusias dan handal (Berandal 14).
9. Teman-teman dan sahabat dalam satu wadah organisasi, KAMMI, BEM FMIPA Kabinet Lebah, IKAM SAI BATIN, dan BEM KM UNSRI Kabinet Bangga Sriwijaya, tetap semangat untuk menebar kebermanfaat.

10. Adik-adik Fisika angkatan 2015, 2016, dan 2017 yang telah membantu selama pelaksanaan penelitian.
11. Kepada keluarga besar, nenek, adik-adik sepupu, bibi, dan om yang memberikan semangat dan mendukung saya.
12. Kepada semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tugas akhir ini yang tidak bisa disebutkan satu persatu.

Akhir kata, penulis mengucapkan terimakasih banyak dan semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pembaca. Amiin

Inderalaya, Agustus 2018

Ahmad Irawan Roezmin
Nim. 08021181419014

**ANALISIS KONVERSI ENERGI PADA ALAT PEMANAS INDUKSI 200 W
BERBASIS RANGKAIAN ZVS DRIVER**

Oleh:
AHMAD IRAWAN ROEZMIN
NIM.08021181419014

ABSTRAK

Pemanas induksi adalah suatu alat pemanas yang menggunakan listrik sebagai sumber energinya. Pemanas induksi memanfaatkan medan magnet untuk menginduksi benda kerja yang bersifat logam. Sehingga pemanas induksi dapat digunakan sebagai tungku peleburan logam. Arus listrik yang melingkupi medan magnet dinamakan dengan arus eddy. Metode pemanasan yang digunakan pada alat pemanas induksi ini adalah dengan pemanasan non kontak dimana benda yang dapat dipanaskan hanya benda yang bersifat *ferromagnetik*. Pemanas induksi disertai dengan rangkaian *Zero Voltage Switching Driver* merupakan sirkuit osilasi yang dapat menghasilkan frekuensi tinggi pada koil induksi hingga mencapai 250 MHz. Sehingga spesimen yang menjadi beban pemanas induksi dapat naik suhunya dengan waktu yang relatif singkat. Pada prinsipnya energi panas yang dihasilkan oleh pemanas induksi akan berbeda pada setiap ukuran diameter spesimen. Diameter yang kecil akan menyebabkan arus eddy yang kecil disekitar koil induksi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi energi dari pemanas induksi pada masing-masing diameter spesimen yang akan di uji.

Kata kunci: spesimen, arus eddy, frekuensi, pemanas induksi.

Inderalaya, Agustus 2018

Pembimbing II



Drs. Muhammad Irfan, M.T.
NIP.19640913 199003 1 003

Pembimbing I



Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.
NIP. 19651001 199102 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Erinsyah Virgo, S.Si., M.T.
NIP. 19700910 199412 1 001

ENERGY CONVERSION ANALYSIS ON INDUCTION HEATERS 200 W BASED ON ZVS DRIVER CIRCUIT

By:
AHMAD IRAWAN ROEZMIN
NIM.08021181419014

ABSTRACT

Induction heating is a type of heater that uses electricity as its energy source. Induction heating used magnetic field to induct metal. So, It can be used as a metal melting furnace. The electric currents that surrounding the magnetic field called eddy currents. The heating method used non-contact heating that objects could be heated by ferromagnetic objects. It accompanied by Zero Voltage Switching Driver was an oscillation circuit than could produced high frequencies on the induction coil up to 250 MHz. So, that spesimens that becomes workloads In shorter temperature increased. In the heat energy principle was generated by an induction heater was different on each diameter size. A small diameter will cause a lower eddy current around the induction coil. Therefore this study aimed to determine the energy efficiency of the induction heating in each specimen diameter.

Keywords: specimen, eddy current, frequency, induction heating

Inderalaya, Agustus 2018

Pembimbing II

Pembimbing I



Drs. Muhammad Irfan, M.T.

NIP.19640913 199003 1 003



Drs. Octavianus Cakra Satya, M.T.

NIP. 19651001 199102 1 001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Fisika



Dr. Frinsyah Virgo, S.Si., M.T.

NIP. 19700910 199412 1 001

DAFTAR ISI

JUDUL PENELITIAN.....	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
KATA PENGANTAR.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
BAB I	
PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian.....	2
1.4. Batasan Masalah.....	2
1.5. Manfaat Penelitian.....	2
BAB II	
TINJAUAN PUSTAKA	3
2.1 Teori Elemen-Element Rangkaian	3
2.1.1. Resistor	4
2.1.2. Induktor dan Induktansi	4
2.1.3 Kapasitor	5
2.1.4 <i>Power Factor</i> (Faktor Daya).....	5
2.2 Konsep Dasar Kalor	7

2.3 Efisiensi Energi	9
2.4 Instrumen Pengukuran	10
2.4.1 Termometer	10
2.4.2 Multimeter	11
2.5 Pemanas Induksi (<i>Induction Heater</i>)	12
2.6 Prinsip Kerja Pemanas Induksi (<i>Induction Heater</i>)	13
BAB III	
METODOLOGI PENELITIAN	14
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	14
3.2. Alat dan Bahan	14
3.3. Metode Penelitian.....	15
3.3.1. Tahap Perencanaan dan Perancangan	15
3.3.2. Tahap Perakitan dan Pembuatan Rangkaian.....	15
3.3.3. Tahap Pengujian dan Pengambilan Data	15
3.4 Langkah Kerja.....	15
3.5 Desain Alat.....	16
3.6 Sistem Pengambilan Data	17
3.7 Teknik Analisis Data.....	17
BAB IV	
HASIL DAN PEMBAHASAN	18
4.1 Pengukuran Arus, Tegangan dan Suhu dengan Variasi Diameter Spesimen yang Berbeda	18
4.2 Data Pengukuran Pemanas Induksi Pada Spesimen ke 1	19
4.3 Data Pengukuran Pemanas Induksi Pada Spesimen ke 2.....	22
4.4 Data Pengukuran Pemanas Induksi Pada Spesimen ke 3.....	24
4.5 Data Pengukuran Pemanas Induksi Pada Spesimen ke 4.....	26

BAB V

PENUTUP..... 31

5.1 Kesimpulan 31

5.2 Saran..... 31

DAFTAR PUSTAKA 32

LAMPIRAN GAMBAR 33

LAMPIRAN DATA..... 33

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Bentuk umum terminal rangkaian listrik.....	3
Gambar 2.2 (a) tegangan sumber, (b) resistor, (c) induktor, (d) kapasitor, (e) dioda penyearah.....	3
Gambar 2.3 Kurva energi yang diserap oleh resistor.....	4
Gambar 2.4. Termokopel digital.....	11
Gambar 2.5 Multimeter analog.....	11
Gambar 2.6 Multimeter Digital.....	12
Gambar 2.7 Prinsip Kerja Pemanas Induksi.....	13
Gambar 3.1. Diagram alir langkah kerja penelitian	15
Gambar 3.2 Rangkaian ZVS <i>driver</i>	16
Gambar 3.3. Rangkaian Daya	16
Gambar 3.4. Rangkaian <i>Power Supply</i>	17
Gambar 4.1. Grafik perubahan suhu terhadap waktu pada masing-masing spesimen	18
Gambar 4.2 Grafik hubungan arus terhadap waktu.....	19

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Resistivitas jenis benda.....	6
Tabel 2.1 Kalor jenis benda.....	7
Tabel 4.1 Data hasil pengukuran spesimen ke 1.....	20
Tabel 4.2 Data hasil pengukuran spesimen ke 2.....	22
Tabel 4.3 Data hasil pengukuran spesimen ke 3.....	24
Tabel 4.4 Data hasil pengukuran spesimen ke 4.....	26
Tabel 4.5 Hasil pengukuran dan perhitungan energi dan kalor	28
Tabel 4.6 Perhitungan efisiensi energi terhadap masing masing spesimen.....	29

BAB I PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Produksi besi di dalam dunia industri sangatlah besar, negara-negara seperti: Cina, Jepang, India, Rusia, Amerika, Brasil dan sebagainya merupakan negara yang memproduksi besi dalam jumlah yang besar sepanjang tahun. Di dalam proses industri seringkali membutuhkan energi yang sangat besar, menggunakan peralatan yang canggih dan harganya yang mahal.

Sementara itu, di negara Indonesia yang sedang berkembang dihadapkan pada masalah cara penyediaan energi yang dibutuhkan dan cara pengelolaan sehingga diperoleh efisiensi penggunaan yang sebesar-besarnya. Pada kondisi energi yang terbatas, pabrik pemakai energi harus dikelola agar menjadi industri yang tidak boros energi. Dari aspek ekonomi, biaya energi listrik terbesar pembuatan baja di sebuah pabrik baja, proses peleburan menempati urutan pertama kemudian disusul peringkat berikutnya biaya refraktori, dan ketiga adalah biaya *electrode*. (Whardhana, 2007).

Teknik pemanas induksi secara luas digunakan pada industri logam untuk meleburkan atau memanaskan lempengan tipis yang selanjutnya dilakukan pencetakan. Teknik pemanas induksi ini digunakan karena memiliki efisiensi pemanasan yang baik, tingkat produksi yang tinggi, dan lingkungan kerja yang bersih (Lee, dkk).

Teknik pemanas induksi ini pada umumnya telah dikenal di dalam dunia industri, merupakan salah satu alat pemanas yang efektif. Penelitian ini bertujuan untuk membuat sebuah alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian ZVS *driver*. Yang menggunakan sumber daya arus DC. Selanjutnya dengan rangkaian ZVS *driver* singkatan dari (*Zero Voltage Switching*) merupakan sirkuit osilasi yang dapat digunakan untuk meningkatkan jumlah daya listrik yang memiliki efisiensi hingga 90%.

Penelitian ini membahas tentang pembuatan alat pemanas induksi 200 W berbasis ZVS *driver*, kemudian melakukan pengukuran tanggapan tegangan sumber terhadap waktu, pengukuran arus pada rangkaian, sehingga dapat dianalisa berapa besar energi listrik yang dibutuhkan dan menganalisis energi yang dilepaskan dalam bentuk panas.

1.2. Rumusan Masalah

Penelitian ini membahas tentang pembuatan alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver* dengan menggunakan sumber daya listrik DC 10-24 V, Alat ini di desain untuk menganalisis terhadap energi listrik yang dibutuhkan serta berapa energi panas yang dihasilkan oleh alat ini sehingga dapat mengetahui berapa efisiensi energinya.

1.3. Tujuan Penelitian

1. Membuat sebuah alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver*.
2. Melakukan pengukuran terhadap tegangan baterai, arus pada rangkaian, dan suhu pada spesimen induksi dengan variasi diameter berbeda .
3. Menganalisis energi panas yang dihasilkan dari rangkaian pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver*, mengetahui seberapa besar efisiensi dari alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver* terhadap variasi diameter spesimen.

1.4. Batasan Masalah

Penelitian ini hanya membahas tentang alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver*. Melakukan pengukuran tegangan baterai, arus pada rangkaian, dan suhu pada spesimen induksi berdasarkan variasi diameter yang berbeda. Serta menganalisis energi panas yang dihasilkan oleh rangkaian *ZVS driver* terhadap spesimen induksi.

1.5. Manfaat Penelitian

Manfaat dari penelitian tugas akhir ini adalah untuk membuat sebuah alat pemanas induksi 200 W berbasis rangkaian *ZVS driver*. Dapat mengetahui ukuran diameter spesimen beban yang memiliki efisiensi paling tinggi pada pemanas induksi. sehingga dapat diperoleh efisiensi yang tinggi dari segi pemakaian. Sehingga alat ini nantinya dapat dikembangkan lebih lanjut sebagai teknik pemanasan atau penggunaan lain yang membutuhkan energi panas yang besar.

Daftar Pustaka

- Anonim, 2014. *Intruksi Kerja Penggunaan Multimeter Digital*. Jawa Timur: Laboratorium Desain Prototipe Teknik Elektro Universitas Brawijaya.
- Edminister, J.A., 1990. *Rangkaian Listrik Edisi Kedua*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D. C., 2005. *Physics Principles with Application sixth Edition*. United State of America: Pearson Education, inc.
- Noviansyah, 2006. *Perancangan Pemanas Induksi berkapasitas 200W*, Prosiding Semnas Ilmu Rekayasa Universitas Gunadharma 20-21 Nopember 2006, Jakarta.
- Lee, J., Lim, S., Nam, K., Choi, D., 2004. *Design Method Of An Optimal Induction Heater Capacitance For Maximum Power Dissipation And Minimum Power Loss Caused By Esr*. Elsevier Ifac Publication. (IFAC Automation in Mining. Mineral and Metal Processing, Korea: Postech University.
- Pambudi, S., 2012. *Pengaruh Variasi Beban Pada Pemanas Induksi Untuk Mendapatkan Penghematan Optimum*. Jurnal Politeksains, Edisi Khusus Dies Natalis. Surakarta: Akademi Teknologi Warga Surakarta.
- Resnick, R., Walker, J., Halliday, D. , 2007. *Fundamentals of Physics Tenth Edition*. United State of America: John Wiley & Sony, inc.
- Rizqiawan, A., 2010. *Memahami Faktor Daya*. (konversi.wordpress.com) diakses pada tanggal (06 Juni 2018).
- Whardana, A. W., 2007. *Peningkatan Efisiensi Produksi Electric Arc Furnance Dengan Injeksi Oksigen Untuk Menghemat Biaya Energi Listrik Pada Industri Baja*. Jurnal Gema Teknik, Nomor 2. Jawa Tengah: Universitas Jendral Soedirman.