

# SISTEM PEMANAS INDUKSI DENGAN MENGGUNAKAN SOLENOID COIL DAN MIKROKONTROLER

Sri Kurniati<sup>1</sup>, Sudirman Syam<sup>2</sup>, Febri Lumban Bantoruan<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> Program Studi Teknik Elektro, Universitas Nusa Cendana, Jl. Adisucipto, Penfui-Kupang, 0380-881558

Email: <sup>1</sup>[sri\\_kurniati@staf.undana.ac.id](mailto:sri_kurniati@staf.undana.ac.id),

Email: <sup>2</sup>[sudirman\\_s@staf.undana.ac.id](mailto:sudirman_s@staf.undana.ac.id),

Email: <sup>3</sup>[febrisimon77@gmail.com](mailto:febrisimon77@gmail.com)

## Info Artikel

Histori Artikel:  
Diterima Mar 12, 2021  
Direvisi Apr 25, 2021  
Disetujui Apr 26, 2021

## ABSTRACT

An induction heater is closely related to coil diameter, workpiece, and heated load. These three factors influence the characteristics of the made heater. This study aimed to determine the effect of heating performance on changes in the diameter and number of turns of the induction coil. The method used is an experimental method by making an induction heating system and testing the made heater. The test results showed that in trying a temperature of 100<sup>0</sup>C without load, the heating time is 1.32 minutes, at a coil diameter of 7 cm with seven turns. It is the shortest time compared to a diameter of 7 cm with 12 turns, namely 2.22 minutes. Furthermore, in the loading test against time, with a water volume of 231 mL, the heating time was 2.79 minutes with a temperature of 100<sup>0</sup>C. In addition, the smallest energy used in this short time is 83.89 kJ.

**Keywords:** eddy current, electromagnetic induction, induction coil, radiation

## ABSTRAK

Pemanas induksi memiliki keterkaitan erat dengan diameter kumparan, benda kerja, dan beban yang dipanaskan. Ketiga faktor ini memiliki pengaruh terhadap karakteristik pemanas yang dibuat. Tujuan dari penelitian adalah mengetahui pengaruh kinerja pemanas terhadap perubahan diameter dan jumlah lilitan kumparan induksi. Adapun metode yang digunakan adalah metode eksperimental, dengan membuat sistem pemanas induksi dan melakukan pengujian terhadap pemanas yang telah dibuat. Hasil pengujian menunjukkan bahwa dalam pengujian suhu 100<sup>0</sup>C tanpa beban, waktu pemanasan adalah 1,32 menit pada diameter benda kerja 7 cm dengan 7 lilitan. Ini adalah waktu tersingkat dibanding dengan diameter 7 cm dengan 12 lilitan yakni 2,22 menit. Selanjutnya, pada pengujian dengan beban terhadap waktu, dengan volume air 231 mL diperoleh waktu pemanasan 2,79 4 menit. Selain itu, energi terkecil yang digunakan dalam waktu yang singkat ini adalah 83,89 kJ.

**Kata Kunci:** eddy current, induksi eletromagnetik, koil induksi, radiasi,

## Penulis Korespondensi:

Sri Kurniati,,  
Program Studi Teknik Elektro Fakultas Sains dan Teknik,  
Universitas Nusa Cendana,  
Jl. Adisucipto Penfui - Kupang.  
Email: [sri\\_kurniati@staf.undana.ac.id](mailto:sri_kurniati@staf.undana.ac.id)

### 1. PENDAHULUAN

Pemanas induksi atau *induction heater* (IH) merupakan teknologi yang banyak dikembangkan karena IH tidak menggunakan api untuk memanaskan benda melainkan dengan menginduksi yang didapat dari arus listrik bolak-balik mengalir melalui koil yang terbuat dari tembaga. Prinsip kerja IH adalah timbulnya panas pada logam yang terkena induksi medan magnet. Hal ini disebabkan karena pada logam timbul arus eddy atau arus pusar yang arahnya melingkar melingkupi medan magnet. Terjadinya arus pusar diakibatkan oleh induksi magnet yang menimbulkan fluks magnetik yang menembus logam, sehingga menyebabkan panas pada logam.

Beberapa penelitian mengenai IH telah berhasil direalisasikan dalam penerapannya, seperti [1, 2] dengan pemanas induksi *low power* dengan supply daya DC berbasis mikrokontroler, metode hidrotermal [3], metode *pancake coil* berbasis Atmega 8535 [4] Atmega 328 [5], dan Atmega 32 [6]. Selanjutnya Kurniati, et. al. [7] membuat pemanas induksi berbasis mikrokontroler untuk pengolahan biodiesel, dan Nababan [8] membuat pemanas induksi berdaya rendah dengan metode *solenoid coil*.

Pemanas induksi memiliki keterkaitan erat dengan lilitan kumparan kerja, diameter kumparan, benda kerja, dan beban yang ingin dipanaskan untuk menghasilkan suhu dalam waktu yang diperlukan menurut penggunaanya [9]. Masing - masing faktor tersebut memiliki pengaruh terhadap karakteristik pemanas yang akan dibuat. Beberapa penelitian sebelumnya tidak memberikan informasi pengaruh jumlah lilitan, kumparan kerja dan diameter kumparan terhadap kinerja pemanas induksi. Umumnya, para peneliti hanya memberikan informasi mengenai keluaran suhu / panas yang dihasilkan baik kumparan selenoide maupun *pancake coil*. Dengan menggunakan mikrokontroler dan komponen elektronika daya, dapat dibuat pemanas

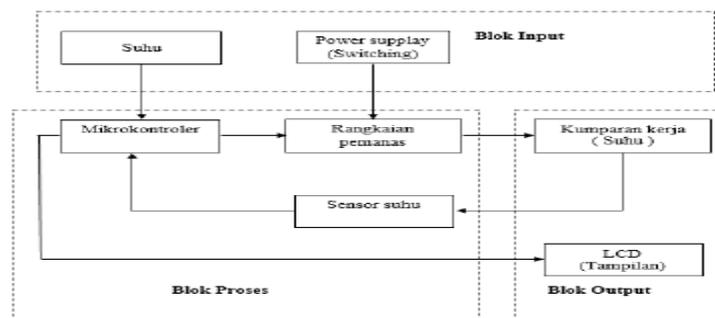
induksi untuk untuk melihat pengaruh perubahan beberapa parameter yang memungkinkan untuk melihat kinerja pemanas dengan menguji pemanas yang dibuat.

Dalam penelitian ini akan dibuat sistem pemanas induksi dengan menerapkan kumparan berbentuk *solenoid coil* dengan memvariasikan jumlah lilitan dan diameter. Tujuannya untuk melihat pengaruh kinerja pemanas induksi terhadap perubahan diameter dan jumlah lilitan kumparan induksinya. Pemanas induksi akan dirancang dan dibuat dengan memanfaatkan mikrokontroler dan elektronika daya untuk melihat kinerja pemanas berdasarkan parameter – parameter tertentu dan berdasarkan pada teori - teori yang ada.

### 2. METODE PENELITIAN

#### 2.1 Blok Diagram

Dalam paper ini digunakan metode eksperimen dengan melakukan perancangan, pembuatan dan pengujian alat pemanas induksi sesuai dengan perancangan penelitian yang telah dibuat. Gambar 1 memperlihatkan 3 bagian dalam blok diagram atau gambaran dasar dari rangkaian sistem secara keseluruhan. Setiap blok dalam suatu diagram me miliki fungsinya masing-masing. Blok input merupakan bagian yang berfungsi sebagai masukan yang diberikan kepada sistem untuk diproses sehingga mendapatkan hasil yang diinginkan. Yang termasuk dalam blok ini adalah besaran suhu yang diinginkan dan sumber daya dari *power supply*. Selanjutnya blok proses berfungsi untuk mengolah masukan dari blok input dimulai dari rangkaian pemanas akan beroperasi dan menghasilkan suhu tertentu. Keluaran dari suhu ini akan dideteksi oleh sensor sebagai informasi yang akan diolah oleh mikrokontroler. Terakhir adalah blok output yang merupakan keluaran atau hasil dari masukan yang diolah atau diproses. Keluaran dari sistem ini adalah berupa suhu yang dihasilkan pemanas serta informasi daya yang akan ditampilkan pada LCD.



Gambar 1. Diagram blok diagram system

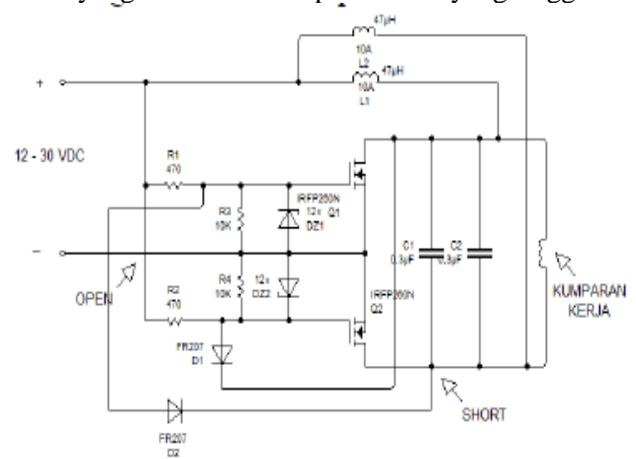
Gambar 2 memperlihatkan skema rangkaian pemanas yang terdiri dari sebuah rangkaian inverter *half-bridge* resonansi frekuensi tinggi dan rangkaian resonansi paralel. Ini adalah rangkaian inverter frekuensi tinggi adalah suatu rangkaian elektronika yang berfungsi untuk merubah arus listrik DC menjadi AC frekuensi tinggi. Rangkaian ini terdiri dari MOSFET, resistor, dioda dan induktor serta kapasitor sebagai komponen utamanya. R1 dan R2 adalah resistor dengan nilai tahanan masing – masing 470Ω. Besarnya tahanan menentukan kecepatan MOSFET menyala. Untuk

itu nilai tahanan sebaiknya kecil sehingga kecepatan MOSFET cukup tinggi namun juga tidak terlalu rendah sehingga dapat tereliminasi oleh dioda pada saat MOSFET yang lain dalam posisi on.

Terdapat juga dua buah induktor, L1 dan L2 serta kapasitor yang dipasang paralel, kemudian dua dioda D1 dan D2 yang terhubung ke kaki *gate* kedua MOSFET, Q1 dan Q2. Ketika sinyal pertama kali beresilasi akan ada tegangan positif di satu sisi kapasitor dan tegangan negatif di sisi lainnya. Jadi salah satu dioda akan memunculkan aliran arus dan salah satunya tidak. Kemudian, salah satu MOSFET akan ON dan yang salah satunya akan OFF. Tetapi beberapa saat kemudian, setelah proses tersebut, polaritas pada C1 akan berubah dan itu akan membuat MOSFET kedua ON dan MOSFET yang lain akan OFF, proses ini akan berulang terus menerus dan itu akan mengubah aliran arus di dalam kumparan kerja.

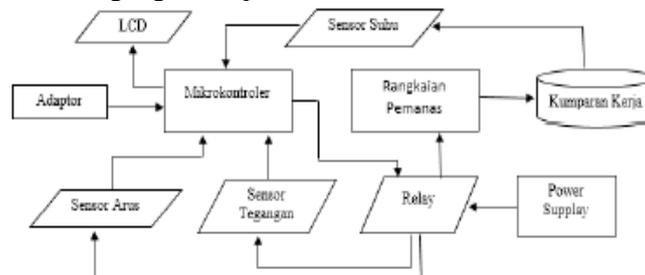
Penggunaan dioda *Schottky* dipilih sebagai pengamanan karena memiliki voltage drop yang rendah (12V) dan kecepatan tinggi. Tegangan yang diizinkan pada dioda harus cukup untuk mengantisipasi kenaikan tegangan pada

rangkaian resonansi. MOSFET Q1 dan Q2 dengan spesifikasi IRFP250 dengan  $I_{max} = 30A$  dan  $V_{max} = 200V$  dan dipasang heatsink untuk mencegah kerusakan akibat kenaikan temperatur yang tinggi. MOSFET dipilih dengan tahanan drain yang rendah dan response time yang tinggi.



Gambar 2. Skema rangkaian pemanas

Adapun blok rangkaian sistem yang merupakan gambaran bagian – bagian utama dan pendukung yang membangun sistem diperlihatkan dalam Gambar 3. Pada bagian ini merupakan gambaran bagian – bagian utama dan pendukung yang membangun sistem. Sistem dirancang dengan menggunakan mikrokontroler dan rangkaian pemanas sebagai pusat dari rancangan system yang dibuat. Adapun sensor dan relay berfungsi sebagai masukan untuk mikrokontroler yang nan tinya akan dikelola sebagai keluaran pada LCD, kemudian keluaran mikrokontroler pada relay berfungsi untuk pengkondisian rangkaian pemanas ke dalam keadaan *on* atau *off*.



Gambar 3. Blok rangkaian sistem

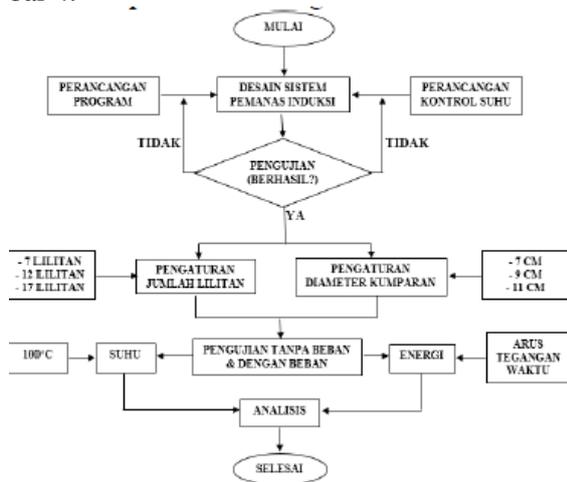
## 2.2 Prosedur penelitian

Adapun prosedur penelitian dalam penelitian ini diuraikan sebagai berikut:

1. Melakukan pengujian suhu tanpa beban dan berbeban dengan variasi diameter benda kerja 7 cm, 9 cm dan 11 cm.

2. Melakukan pengujian suhu tanpa beban dengan berbeban pada variasi jumlah belitan 7, 12 dan 17 lilitan
3. Melakukan pengukuran frekuensi untuk setiap pengujian suhu dengan menggunakan osiloskop.
4. Melakukan analisis dan perhitungan energi.

Untuk lebih jelasnya dapat dilihat flowchart penelitian seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 4.

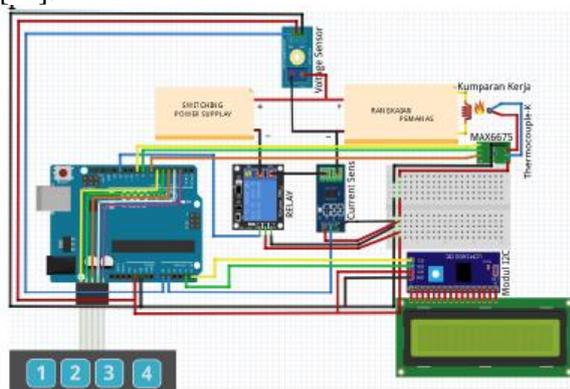


Gambar 4. Flowchart penelitian

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Realisasi Rangkaian Pemanas Induksi

Gambar 5 memperlihatkan rangkaian pemanas induksi yang telah dibuat. Ini merupakan rangkaian inverter resonansi frekuensi tinggi yang bekerja dengan metode *zero voltage switching* yang disupply dengan tegangan 12 VDC [10]. Rangkaian inverter frekuensi tinggi ini terdiri dari rangkaian driver dan rangkaian daya tersusun dari berbagai komponen elektronika seperti Mosfet, resistor, diode, induktor dan kapasitor [11].



Gambar 5. Skema rangkaian sistem

Secara keseluruhan prototipe ini terdiri dari *powersupply switching*, rangkaian pemanas, mikrokontroler arduino, sensor, keypad, LCD, kumparan kerja, dan beberapa komponen pendukung lain yang mendukung kinerja sistem beroperasi. Prinsip kerjanya adalah, pertama kali akan sistem di inialisasi melalui keypad dan dikirimkan ke mikrokontroler sebagai sinyal masukan suhu yang ingin dihasilkan oleh pemanas. Seiring dengan pemanas berlangsung, terjadi peningkatan suhu benda kerja di area kumparan induksi. Perubahan suhu yang terjadi dikirim ke mikrokontroler sebagai pembandingan dengan masukan suhu dari keypad. Jika suhu yang dihasilkan pemanas lebih besar atau sama dengan suhu masukan keypad, maka relay akan beroperasi memutuskan sumber arus dan tegangan dari *power supply*. Dengan demikian pemanas induksi akan berhenti beroperasi, demikian sebaliknya. Parameter – parameter yang diukur oleh sensor pada mikrokontroler akan dikirimkan ke LCD untuk ditampilkan sebagai informasi kinerja pemanas.

Gambar 6 memperlihatkan benda kerja berupa wadah yang terbuat dari bahan *stainless steel ferritic*. Dalam penelitian ini digunakan 3 wadah benda kerja dengan diameter yang berbeda-beda, yaitu, 7 cm, 9 cm, dan 11 cm. Variasi benda kerja yang diterapkan berdasarkan pada kemampuan wadah dalam menahan radiasi induksi yang dihasilkan oleh kumparan frekuensi.



Gambar 6. Benda Kerja

Kumparan induksi yang digunakan adalah kawat email dengan diameter kawat 1,5 mm. Dalam penelitian ini digunakan tiga variasi jumlah belitan dan diameter kumparan, yakni: 7, 12, 17 lilitan, dan diameter kumparan 7 cm, 9 cm, dan 11 cm.



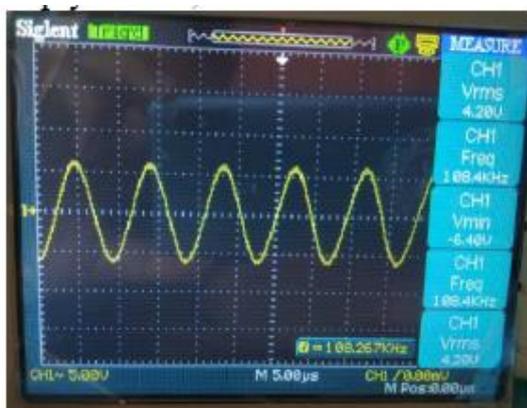
Gambar 7. Kumparan kerja

### 3.2 Pengujian Frekuensi

Pada tahap ini, pengujian dilakukan dengan menggunakan osiloskop. Fungsinya adalah untuk mengetahui bagaimana pengaruh perubahan variasi diameter dan jumlah lilitan kumparan kerja terhadap frekuensi pemanas induksi. Adapun untuk pelaksanaannya, dilakukan dengan mengukur frekuensi pemanas tanpa beban atau tanpa benda kerja dan dengan beban atau dengan benda kerja.

#### 4.2.1 Pengujian

Pengujian frekuensi dilakukan bertujuan untuk mengetahui pengaruh perubahan variasi diameter dan jumlah lilitan kumparan kerja terhadap frekuensi kerja pemanas induksi. Pengujian pertama dilakukan kumparan dengan diameter 8 cm dan 7 jumlah. Gambar 8 memperlihatkan bentuk gelombang sinus dari osiloskop tanpa beban dengan frekuensi 108,267 kHz. Sementara pada pengukuran dengan beban menggunakan air yang diisi dalam wadah (benda kerja) diperoleh penurunan frekuensi sebesar 96,637 kHz. Dengan cara yang sama, maka pengukuran frekuensi dapat diperoleh seperti yang ditunjukkan dalam Tabel 1.



Gambar 8. Pengujian frekuensi kerja pada diameter kumparan 8 cm dan 7 lilitan.

### 3.3 Pengujian Suhu dengan diameter dan Jumlah Lilitan yang Bervariasi

#### 3.3.1 Pengujian Suhu Tanpa Beban

Pengujian ini dilakukan dengan mengatur suhu sampai titik didih air 100°C dengan kondisi suhu ruangan 30°C. Hasil pengujian berdasarkan variasi diameter dan jumlah lilitan berturut-turut dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 1. Hasil pengujian frekuensi

Diameter (cm)	Jumlah lilitan	Frekuensi (kHz)	
		Tanpa beban	Berbahan
7	7	108,28	96,64
	12	7,81	59,71
	17	54,44	45,80
9	7	91,19	86,37
	12	56,58	54,83
	17	37,82	34,71
11	7	75,43	72,42
	12	53,94	52,71
	17	36,64	35,57



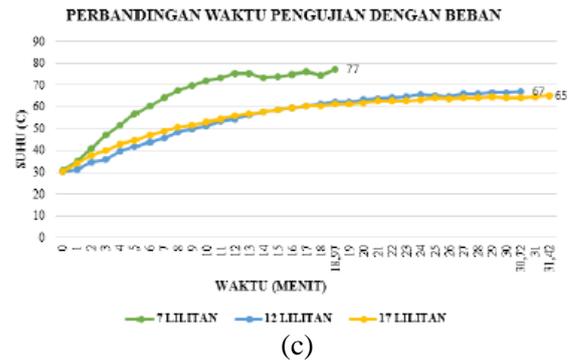
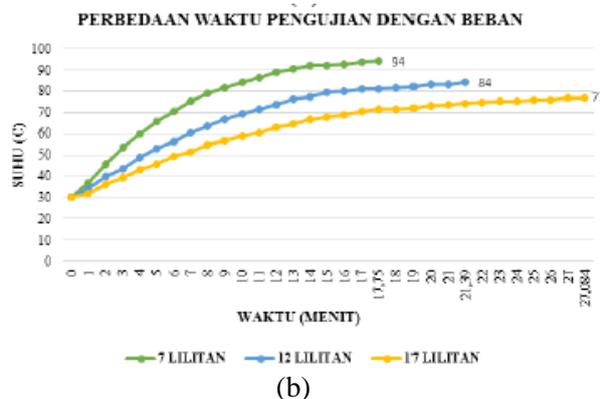
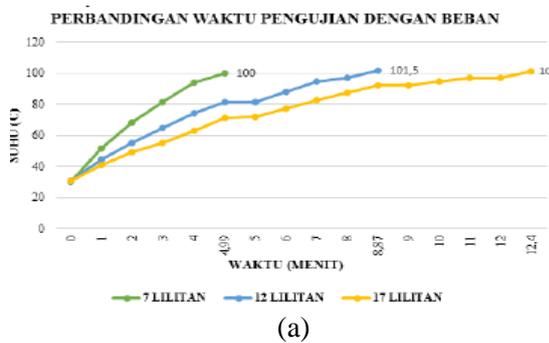
Gambar 9. Pengujian suhu tanpa beban dengan diameter kumparan bervariasi: (a) 7 cm; (b) 9 cm. (c) 11 cm

Seperti yang terlihat dalam Gambar 9 (a), waktu pengukuran suhu tercepat pada suhu 100°C diperoleh dalam waktu 1,32 menit pada kumparan 7 lilit dengan diameter 7 cm. Kemudian waktu 2,2 menit diperoleh pada kumparan 9 belitan, sedangkan waktu yang paling lama terjadi pada kumparan 17 belitan yakni 2,79 menit.

Hal yang sama juga terjadi pada variasi diameter 9 cm dan 11 cm seperti dalam Gambar 9 (b) dan 9 (c). Pada kumparan dengan jumlah 7 belitan dapat menghasilkan panas suhu titik didih air lebih cepat dibanding dengan kedua variasi diameter benda kerja tersebut, yakni 3,04 menit (diameter 9 cm), dan 4,87 menit (diameter 11 cm). Sementara untuk waktu yang paling lama adalah jumlah kumparan 17 lilitan dengan lama waktu 8,7 menit (diameter 9 cm) dan 20,57 menit (diameter 11 cm). Khusus untuk kumparan dengan diameter 11 cm dan 17 lilitan pemanasan suhunya bisa lebih lagi untuk pengukuran suhu titik didih air, karena dalam kasus ini hanya terukur sampai 73°C

**3.3.2 Pengukuran Suhu dengan Berbeban**

Sama seperti pada pengukuran suhu tanpa beban. Prosedur yang digunakan mulai dari variasi jumlah belitan dan variasi diameter. Dalam pengujian ini wadah diisi beban air sebanyak 231mL dengan suhu titik didih air 100°C. Hasil pengujian yang diperoleh dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. Pengujian suhu dengan kondisi berbeban dengan variasi diameter kumparan: (a) 7 cm. (b) 9 cm. (c) 11 cm

Berdasarkan Gambar 10 (a), ketiga variasi lilitan membutuhkan waktu yang berbeda-beda untuk mencapai suhu 100°C. Setiap variasi lilitan memiliki interval waktu sekitar 4 menit untuk suhu mencapai nilai pengujian yang ditetapkan dengan waktu tercepat 4,99 menit untuk variasi 7 lilitan. Sementara Gambar 11 (b) menunjukkan hasil pengujian suhu pada ketiga variasi lilitan tidak mencapai suhu pemanasan 100°C. Pada kumparan 7 lilitan hanya mencapai suhu 94°C dengan waktu 17,75 menit. Kemudian untuk 12 lilitan mencapai suhu pemanasan 85°C dengan waktu 21,39 menit, dan 17 lilitan hanya mencapai suhu 77°C dengan waktu 27,08 menit. Dalam pengujian ini terdapat perbedaan penurunan suhu sekitar 10°C pada tiap variasi. Kasus yang sama juga terjadi pada kumparan dengan diameter 11 cm seperti yang terlihat dalam Gambar 11(c). Pengukuran ketiga variasi hanya mencapai 77°C, 67°C, dan 65°C untuk variasi belitan 7, 12, dan 17 lilitan. Sedangkan waktu pemanasan untuk ketiga variasi membutuhkan waktu yang cukup lama yakni 18,91 menit (7 lilitan), 30,32 (12 lilitan), dan 31,42 menit (17 lilitan)

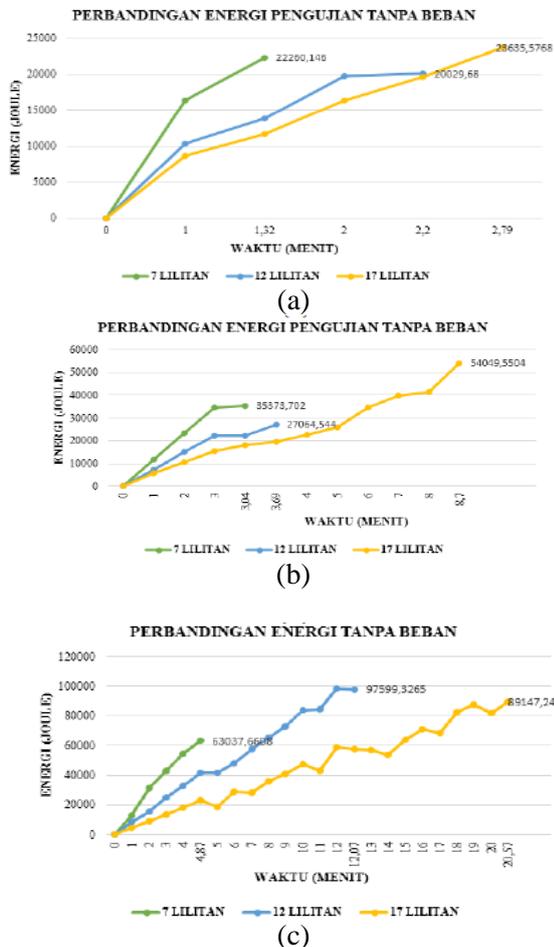
**3.3 Analisis Penggunaan Energi**

**3.3.1 Tanpa**

Analisis penggunaan energi dilakukan setelah pengujian suhu dilakukan untuk semua variasi jumlah lilitan dan variasi diameter kumparan. Gambar 11 memperlihatkan hasil perbandingan penggunaan energi dari pemanas induksi tanpa beban. Sebagaimana telah diketahui penggunaan energi berbanding lurus dengan waktu sebagai yang telah dirumuskan dalam persamaan hukum Joule. Seperti yang telah diuraikan bahwa kumparan dengan diameter 7cm dan 7 belitan adalah waktu yang paling singkat dari semua pengujian. Akan tetapi dalam kasus ini

ternyata kumparan dengan 9 belitan menggunakan energi lebih sedikit dibanding dengan 7 belitan dengan diameter yang sama. Hal ini dikarenakan pada kumparan 7 lilitan menggunakan arus yang lebih besar dibanding dengan 9 lilit. Dalam hal ini penggunaan energi untuk 7 lilit sebesar 22,22 kJ lebih tinggi dibanding dengan 9 lilit sebesar 20,03 kJ. Sementara untuk kumparan dengan 17 lilit adalah pengujian yang membutuhkan energi lebih besar dibanding dengan yang lain sebesar 23,64 kJ.

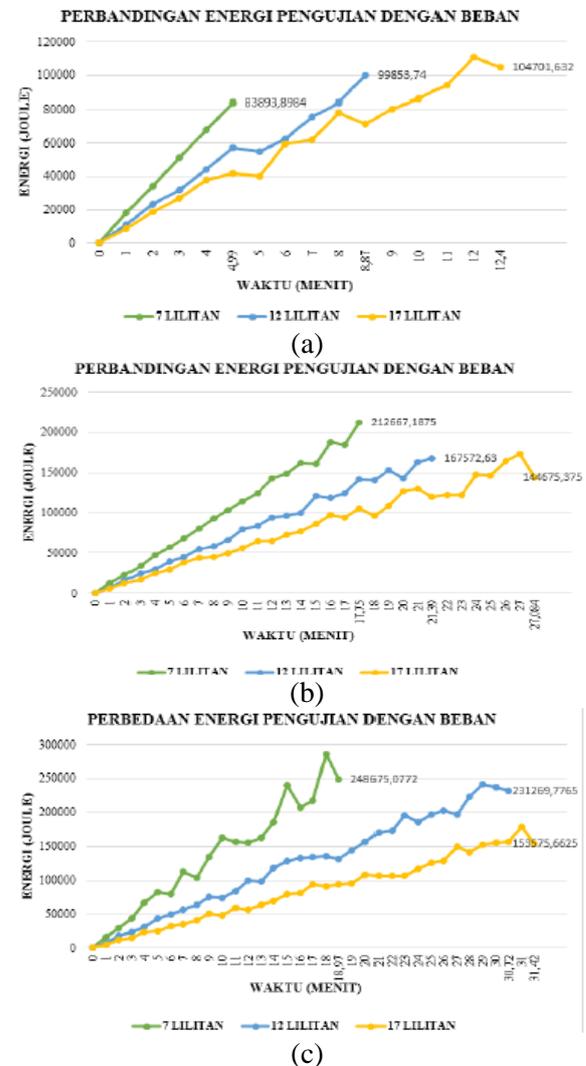
Selanjutnya, kasus yang sama juga terjadi pada variasi diameter 9 cm seperti yang diperlihatkan dalam Gambar 11 (b). Penggunaan energi tetap tertinggi pada kumparan 17 lilit sebesar 54,05 kJ. Sementara untuk kumparan 7 lilit tetap lebih tinggi dibanding dengan 9 lilit, walaupun waktunya lebih singkat. Akan tetapi berbeda dengan kasus pada kumparan diameter 12 cm. Seperti yang terlihat dalam Gambar 11 (c) penggunaan energi yang terkecil terdapat pada kumparan 7 lilit, diikuti 12 lilit dan 17 lilit. Sebagai tambahan, perubahan energi seluruh variasi lilitan tergolong berfluktuasi meningkat sesuai dengan perubahan waktu.



Gambar 11. Perbandingan penggunaan energi pemanas induksi tanpa beban dengan diameter kumparan yang berbeda-beda: (a) 7 cm; (b) 9 cm; (c) 11 cm.

3.3.2 Berbeban

Hasil analisis penggunaan energi pemanas induksi dalam keadaan berbeban diperlihatkan dalam Gambar 12. Terlihat bahwa penggunaan energi berbanding lurus dengan waktu pemanasan. Dalam hal ini, sama dengan kondisi tanpa beban, penggunaan energi tertinggi terjadi pada kumparan 17 lilitan sebesar 104,70 kJ. Sementara penggunaan energi yang paling kecil terjadi pada kumparan dengan diameter 7 cm dan 7 lilitan sebesar 212,67 kJ. Pada variasi 12 lilitan dan 17 lilitan tidak terlalu memiliki perbedaan penggunaan energi yang signifikan.



Gambar 12. Perbandingan penggunaan energi pemanas induksi berbeban dengan variasi diameter yang berbeda-beda: (a) 7c m; (b) 9 cm; (c) 11 cm.

### 3.4 Pembahasan Hasil Penelitian

Berdasarkan hasil pengujian suhu diketahui bahwa kumparan dengan diameter 7cm dibanding dengan variasi diameter 9cm dan 11cm. Demikian juga variasi jumlah belitan, kumparan dengan jumlah 7 belitan merupakan waktu yang tercepat pemanasan suhu sampai 100<sup>0</sup>c dibanding dengan kedua variasi 12 dan 17 lilitan. Terlihat dalam Gambar 9 kumparan dengan diameter 7cm dan 7 lilitan merupakan variasi yang mempunyai pemanasan suhu tercepat yakni 1,32 menit.

Selanjutnya, dengan berdasarkan pengukuran frekuensi kumparan kerja seperti dalam Tabel 1 belitan dengan diameter r 7 cm dan 7 belitan mempunyai frekuensi 108,28 kHz. Selain itu terlihat bahwa ketika kumparan diubah baik diameternya maupun penambahan jumlah belitan akan mengubah frekuensi kerja kumparan kerja dari pemanas induksi. Penambahan diameter dan jumlah belitan kumparan akan mengakibatkan penurunan frekuensi kerja dari pemanas induksi. Menurut [12] semakin sedikit nilai resistansi lilitan atau jumlah lilitan *coil* maka perubahan temperatur semakin cepat. Artinya, dengan adanya penambahan jumlah lilitan mengakibatkan adanya penambahan resistansi belitan dan penurunan frekuensi kerja pemanas induksi. Dengan kata lain semakin tinggi frekuensi kerja pemanas induksi semakin cepat waktu pemanasan yang terjadi di area kumparan.

Demikian halnya dengan perubahan diameter kumparan juga menambah resistansi kumparan. Penambahan diameter kumparan berarti menambah penggunaan kawat belitan yang sebanding dengan peningkatan nilai resistansi belitan. Hal ini sudah dikemukakan oleh [13] bahwa adanya penambahan jumlah dan panjang kumparan akan menambah nilai resistansi kumparan. Hal ini terjadi pada variasi diameter kumparan dalam penelitian ini. Hal ini juga membuktikan bahwa jika diameter kumparan diperkecil akan mempercepat laju perubahan suhu yang semakin cepat.

Oleh karena itu, terdapat dua variable yang dapat dilakukan untuk mendapatkan waktu pemanasan yang lebih cepat, yaitu dengan mengurangi jumlah belitan dan mengurangi diameter kumparan. Selain itu, optimasi perancangan pemanas induksi dapat dilakukan dengan mengukur frekuensi kerja dari kerja ketika akan merubah jumlah dan diameter kumparan kerja dari pemanas induksi. Sementara penggunaan energi dari pemanas induksi tergantung dari lama waktu pemanasan.

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ini diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Berdasarkan pengujian yang telah dilakukan, baik pengujian tanpa beban dan pengujian dengan beban, perubahan variasi ukuran diameter dan jumlah lilitan kumparan kerja berpengaruh terhadap waktu pemanasan. Artinya perubahan jumlah lilitan dan diameter kumparan akan mempengaruhi frekuensi kerja dari pemanas induksi.
2. Semakin tinggi frekuensi kerja kumparan induksi semakin cepat waktu pemanasan yang terjadi. Dalam hal ini, kumparan dengan diameter 7cm dan 7 lilitan mempunyai waktu tercepat 1,32 menit untuk mencapai suhu 100<sup>0</sup>C dibanding dengan variasi kumparan lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] I. Dirja, M. A. Jihan, P. T. Mesin, dan I. Pendahuluan, "Rancang Bangun Pemanas Air ( Water Heater ) dengan menggunakan Baterai Berbasis Arduino Pro Mini," *Infomatik*, vol. 21, no. September, 2019.
- [2] I. A. Bangsa, R. Rahmadewi, dan A. Wijaya, "Rancang Bangun Pemanas Induksi Low Power Berbasis Mikrokontroler," *Jitekh*, vol. 7, no. 2, pp. 8–11, 2019.
- [3] Nurkholis, A. Bawono, dan Priyono, "Pembuatan Pemanas Induction untuk Sistensis Material," *Berkala Fisika*, vol. 23, no. 2, pp. 70–74, 2020.
- [4] Y. Zhulkarnaen, "Perancangan dan Pembuatan Pemanas Induksi dengan Metode Pancake Coil Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *Tek. Elektro Univ. Brawijaya*, pp. 1–6, 2013, [Online]. Available: <http://elektro.studentjournal.ub.ac.id/index.php/teub/article/view/211>.
- [5] M. F. Hakiki, "Rancang Bangun Sistem Induction Heater Berbasis Mikrokontroler Atmega 328," *JRM*, vol. 4, no. 3, pp. 83–89, 2018.
- [6] O. Candra, Z. Saputra, dan Aswardi, "Sistem Pemanas Logam dengan Induction Heater Berbasis Atmega32," *Seminar FORTEI*, pp. 151–157, 2019.
- [7] S. Kurniati, S. Soeparman, S. S. Yuwono, L. Hakim, dan S. Syam, "A novel process for production of calophyllum inophyllum biodiesel with electromagnetic induction," *Energies*, vol. 12, no. 3, 2019, doi: 10.3390/en12030383.

- [8] J. W. Nababan, "Rancang Bangun Pemanas Induksi Berdaya Rendah dengan Menggunakan *Solenoid Coil* Berbasis Mikrokontroler Atmega 8535," *Skripsi*, 2015, [Online]. Available: <http://weekly.cnbnews.com/news/article.html?no=124000>.
- [9] L. Aditia dan E. P. Satrianto, "Analisis Pengaruh Jumlah Lilitan Koil pada Pemanas Menggunakan Temokopel Tipe K dengan Metode induksi," *Jurnal Ilmiah Elektrokrisna*, vol. 9, no. 2, 2021.
- [10] I. Rokhim, H. Budi, dan H. Wahyudi, "Optimasi Zero Voltage Switching dan Buck Converter sebagai Pemanas Induksi," *Steman*, no. 1, pp. 1–5, 2014.
- [11] R. D. Alem, dan Enny, "Inverter Frekuensi Tinggi Sebagai Pemanas Piringan Logam dengan Metode Induksi pada Aplikasi Pemanas Roti," *Metana*, vol. 11, no. 01, 2015, doi: 10.14710/metana.v11i01.12581.
- [12] M. K. Faza, "Pengaruh Variasi Jumlah Lilitan Coil Induktansi Terhadap Perubahan Temperatur pada Dapur Induksi Elektromagnetik," *Skripsi*, 2020.
- [13] A. Khalifah, "Analisis Pengaruh Jumlah dan Panjang Kumparan Luar terhadap Daya Keluaran pada Hubbard Coil," *Skripsi*, 2015.