

# Pengaruh Diameter Kawat Kumputan Terhadap Suhu Mesin Sterilisasi Alat Medis Portabel

Rahmawati<sup>1</sup>, Ike Bayusari<sup>1</sup>, Caroline<sup>1</sup>, Hermawati<sup>1</sup>, Akmal Syukri Hanafi<sup>1</sup>  
Jurusan Teknik Elektro, Fakultas Teknik  
Universitas Sriwijaya  
Indralaya, Indonesia  
Penulis Korespondensi: etikmahyuddin@yahoo.com

**Abstrak**— Setiap kegiatan rumah sakit harus memenuhi standar medis yang telah disepakati, termasuk sterilisasi penggunaan alat medis. Dengan metode sterilisasi panas kering dalam oven, diperlukan mesin sterilisasi yang bisa mudah dibawa dalam bentuk portabel. Penggunaan kawat kumputan sebagai penghantar panas diperlukan untuk membuat mesin sterilisasi, dimana semakin besar diameter kumputan dapat memperkecil daya yang digunakan dan semakin kecil diameter kumputan dapat mempercepat perubahan suhu pada kumputan. Penelitian ini dilakukan dengan cara merangkai mesin sterilisasi dengan berbagai komponen yang diperlukan agar dapat dilakukan pengukuran terhadap tegangan, arus, waktu untuk mencapai suhu steril serta perhitungan daya yang dihasilkan. Dalam membuat mesin sterilisasi alat medis portabel, telah diuji penggunaan kawat kumputan berdiameter 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm sebagai pemicu suhu panas pada mesin dimana pada kawat kumputan berdiameter 0,8 mm mampu memberikan hasil yang terbaik daripada diameter kawat kumputan yang lain. Dari keempat variasi diameter kawat kumputan, kawat kumputan yang berdiameter 0,8 mm menghasilkan nilai maksimum dengan tegangan sebesar 56,2 volt, arus listrik sebesar 4,08 Ampere, dan waktu pemanasan tercepat yaitu 18,51 menit. Hal ini sesuai berdasarkan hubungan antara diameter dan hambatan dimana semakin kecil diameter maka semakin besar nilai hambatan pada suatu rangkaian yang dapat mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang mengalir. Nilai daya terbesar berasal dari kawat kumputan berdiameter 0,8 mm yang bernilai 114,64 Watt. Hal ini berdasarkan pada korelasi antara nilai daya serta nilai tegangan dan arus yaitu semakin besar nilai tegangan dan arus maka akan semakin besar juga nilai daya yang dihasilkan. Untuk nilai daya terkecil berasal dari kawat kumputan berdiameter 1,3 mm yang bernilai 19,31 Watt.

**Kata Kunci**— Mesin Sterilisasi, Diameter Kawat, Daya

**Abstract**— Every hospital activity must meet agreed medical standards, including sterilization of the use of medical devices. With the dry heat sterilization method in the oven, a sterilization machine is needed that can be easily carried in a portable form. The use of wire coils as heat conductors is needed to make sterilization machines, where the larger the diameter of the coil can reduce the power used and the smaller the diameter of the coil can accelerate temperature changes in the coil. This research was carried out by assembling a sterilization machine with various components needed so that measurements can be made of voltage, current, time to reach sterile temperatures and calculation of the power produced. In making portable medical device sterilizers, the use of coil wires with diameters of 0.8 mm, 1 mm, 1.2 mm, and 1.3 mm has been tested as a trigger for hot temperatures in machines where the coil wire with a diameter of 0.8 mm is able to provide the best results than other coil wire diameters. Of the four variations in coil wire diameter, coil wire with a diameter of 0.8 mm produces a maximum value with a voltage of 56.2 volts, an electric current of 4.08 Amperes, and the fastest heating time of 18.51 minutes. This is appropriate based on the relationship between diameter and resistance where the smaller the diameter, the greater the resistance value in a circuit which can affect the value of current and voltage flowing. The largest power value comes from a 0.8 mm diameter coil wire rated at 114.64 Watts. This is based on the correlation between the power value, the voltage and current value, that is, the greater the current value, the greater the power value produced. The smallest power value comes from a coil wire with a diameter of 1.3 mm valued at 19.31 Watts.

**Keywords**— Sterilization Machine, Wire Diameter, Power

## I. PENDAHULUAN

Kehidupan dunia saat ini tidak terlepas dari kebutuhan energi, salah satunya energi listrik. Pertumbuhan jumlah manusia serta peningkatan teknologi mampu menghabiskan energi listrik yang begitu besar. Rumah sakit dapat menjadi tempat yang aman bagi para penderita sakit, akan tetapi dapat berbahaya jika terjadi pelanggaran terhadap aturan yang berlaku. Seperti halnya aktivitas yang dilakukan oleh tenaga medis, harus memenuhi standar medis yang telah disepakati, termasuk sterilisasi penggunaan alat medis. Sterilisasi merupakan pembersihan alat dari kehidupan mikroorganisme dengan cara pemanasan alat yang akan digunakan oleh tenaga medis. Penyakit infeksi dapat beredar pada alat medis berupa infeksi nosokomial yang bisa berkembang selama pasien berada di rumah sakit. Dengan metode sterilisasi panas kering dalam oven dengan suhu 160°C selama waktu 120 menit - 170°C selama waktu 60 menit. Oleh karena itu diperlukan mesin sterilisasi yang bisa mudah dibawa dalam bentuk portabel. Di sisi lain, penggunaan kawat kumputan sebagai penghantar panas diperlukan

untuk membuat mesin sterilisasi. Semakin besar nilai panjang coil maka akan meningkatkan nilai induktansi dan daya yang dihasilkan serta semakin besar diameter kumparan dapat memperkecil daya yang digunakan dan semakin kecil diameter kumparan dapat mempercepat perubahan suhu pada kumparan, sehingga diperlukan penelitian untuk menganalisis pengaruh diameter kawat kumparan pada mesin sterilisasi alat medis portabel.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Mesin Sterilisasi

Dalam melakukan suatu sterilisasi diperlukan suatu alat mesin sterilisasi. Pengertian dari mesin merupakan alat yang dapat bergerak dengan bantuan tenaga tertentu untuk membantu pekerjaan manusia dalam mengerjakan produk tertentu. Mesin biasanya digunakan sebagai fasilitas perusahaan untuk memproduksi suatu barang yang dapat menurunkan kegagalan produk serta menghemat waktu produksi sesuai dengan kebutuhan permintaan yang mengefisienkan penggunaan bahan dasar agar tercapai standar kualitas produk [1]. Sterilisasi memiliki arti dalam dunia medis sebagai suatu proses yang dilakukan dengan memanfaatkan metode tertentu dalam menghilangkan berbagai mikroorganisme yang dapat membawa penyakit pada berbagai peralatan medis. Berbagai peralatan kesehatan yang bersentuhan langsung dengan pasien bisa menimbulkan suatu infeksi, sehingga diperlukan sterilisasi alat medis secara teliti. Dalam melaksanakan sterilisasi diperlukan suatu alat atau mesin yang disebut mesin sterilisasi. Mesin ini dirancang khusus agar terhindar dari kuman pembawa penyakit. Proses sterilisasi dilakukan dengan cara memanaskan alat medis dengan berbagai macam metode dalam membunuh mikroorganisme yang menempel pada alat medis. Salah satu metode yang digunakan ini berupa metode panas kering dengan penggunaan suhu mencapai 130°C serta pemanasan yang dilakukan selama 30 menit untuk menghilangkan koloni kuman yang ada pada alat medis. Penggunaan alat pelindung diri bagi petugas medis juga harus diperhatikan dalam menjaga kesterilan alat medis [2].

### B. Pemanas Induksi

Produk teknologi yang biasa digunakan dalam melakukan pemanasan terhadap benda dengan bantuan kawat kumparan yang bendanya ditaruh di atas kumparan (metode pancake bowl), ada juga yang ditaruh di dalam putaran lingkaran suatu kumparan berspiral (metode multiturn helical coil) dinamakan alat pemanas induksi. Proses perlakuan panas menggunakan metode induksi ini ialah sistem kerja panas yang tidak terdapat sentuhan dengan pusat panasnya, namun yang dimanfaatkan menjadi media yang bisa memanaskan artinya gelombang magnet yang didapatkan dari kumparannya. Pemanas induksi ini bekerja dengan cara membarui tegangan DC menjadi tegangan AC. Pemanas induksi pula dianggap proses munculnya panas di logam dampak induksi medan magnet yang ditentukan oleh timbulnya arus pusar Eddy yang beranjak memutar mengikuti medan magnet sebagai akibatnya membentuk fluks magnetik yang menembus logam. Sedangkan induksi magnet ialah besaran medan magnet yang mengalir dalam konduktor akibat efek arus listrik [3].

### C. Arus Eddy

Eddy current atau arus Eddy atau arus pusar artinya arus AC yang menginduksi ke dalam materi konduktif sang medan magnetik AC (yang didapatkan oleh arus AC tadi). Medan listrik terbentuk disekitar potongan kawat sewaktu teraliri arus. Pada dasarnya hukum Faraday mempengaruhi cara kerja arus Eddy dengan menunjukkan garis gaya elektromotif yang terinduks ke konduktor. Ukuran, kerapatan dan kekuatan medan magnet, kecepatan garis gaya magnet, dan konduktor berkualitas mempengaruhi besaran garis gaya magnet. Lingkaran yang memutar konduktor merupakan deskripsi arus Eddy yang mana jumlah lilitan dan arus mempengaruhi kekuatan asal medan magnetik. Konduktor yang bergerak dengan arah  $v$  menimbulkan arus Eddy. Arah medan magnet tergantung dari penyebab yang menimbulkan medan magnet tersebut yaitu arah dari arus yang mengalir di batang konduktor [4].

### D. Daya Aktif

Daya adalah energi per satuan waktu. Daya listrik merupakan besar jumlah energi yang diproduksi atau diserap dalam sebuah rangkaian listrik dengan satuan watt. Daya aktif adalah daya yang digunakan untuk melakukan energi sebenarnya. Contohnya energi panas, cahaya, mekanik dan lain – lain. Daya aktif dirumuskan sebagai berikut :

$$P = V \cdot I \cdot \cos \varphi \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana:

- P = Daya aktif (Watt)
- V = Tegangan (Volt)
- I = Arus (Ampere)
- $\cos \varphi$  = faktor daya

### E. Tembaga

Kumparan tembaga diproduksi dari logam tembaga dan banyak digunakan pada pumbling atau pada produksi peralatan pemanas, ventilasi, dan penyejuk udara. Selain dari kekuatannya yang tinggi, kumparan tembaga merupakan konduktor panas yang baik dan cocok pada industri minyak dan gas. Diameter tembaga merupakan garis lurus yang melewati titik pusat tembaga antara titik suatu sisi ke sisi yang lain. Besaran diameter tembaga bervariasi mulai dari 0,1 mm, 0,2 mm, 1 mm, 2 mm dan lain-lain. Nilai resistivitas kawat tembaga antara  $29,96 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  hingga  $318,45 \times 10^{-8} \Omega\text{m}$  [5]. Pada kabel listrik, tembaga memiliki daya hantar listrik tinggi yaitu 57 U.mm<sup>2</sup>/m pada suhu 20°C, titik lebur tinggi yaitu 1083°C, konduktivitas panas dan listrik yang tinggi yaitu  $59,6 \times 10^6 \text{ S/m}$ , dan tahan karat [6].

## III. METODOLOGI PENELITIAN

Lokasi yang digunakan untuk perancangan, pembuatan, pengujian, dan pengambilan data pada alat dilakukan di Laboratorium Konversi Energi Jurusan Teknik Elektro Universitas Sriwijaya. Penelitian dimulai dari bulan September 2022 sampai Maret 2023 dengan melakukan perencanaan dan konsep penelitian, lalu melakukan studi literatur pada buku serta jurnal, melakukan penulisan proposal, merangkai alat penelitian, lalu pengambilan data pada alat, dan menganalisa serta menarik kesimpulan.

### A. Diagram Alir Penelitian



Gambar 1. Diagram Alir Penelitian

### B. Rangkaian Alat Penelitian

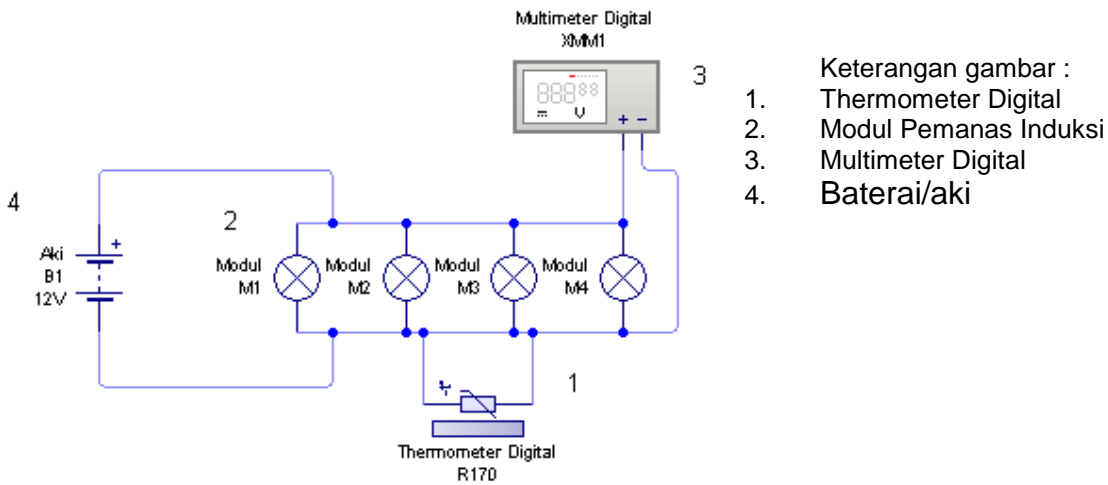
Pada perancangan kumparan kawat tembaga yang akan digunakan pada mesin sterilisasi ditunjukkan sebagai berikut dengan modul pemanas induksi berada di belakang yang terhubung dengan baterai aki.



Gambar 2. Rangkaian Alat Penelitian

C. Skema Pengambilan Data

Dapat dilihat pada gambar 3. berikut ini merupakan skema pengambilan data penelitian.



Gambar 3. Skema Pengujian

Berikut adalah langkah-langkah perancangan pemasangan kawat kumparan pada mesin sterilisasi alat medis portabel:

1. Perancangan kerangka tempat memasang kawat kumparan.
2. Memasang kawat kumparan pada kerangka yang telah dibuat.
3. Sambungkan baterai aki ke modul pemanas induksi kemudian disambungkan ke kawat kumparan sebagai sumber energi panas yang akan digunakan untuk mesin sterilisasi alat medis portable.
4. Sambungkan termometer digital pada mesin sterilisasi untuk mengukur suhu.
5. Sambungkan multimeter ke kawat kumparan untuk mengukur arus listrik dan tegangan pada mesin sterilisasi alat medis portabel.
6. Sediakan Stopwatch untuk menghitung waktu penelitian pada mesin sterilisasi alat medis portable.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Umum

Setelah merangkai semua keperluan mesin sterilisasi alat medis portabel yang memakai kawat kumparan dengan variasi diameter sebesar 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm. Di saat melaksanakan pengujian dengan penggunaan baterai aki berkapasitas 12 V 100 Ah yang dihubungkan ke modul pemanas induksi berspesifikasi tegangan masukan 12 V - 30 V dan daya keluaran 120 W yang terletak pada mesin sterilisasi, penulis mengukur suhu yang dihasilkan dengan menggunakan termometer digital yang memiliki bagian batang besi yang dimasukkan ke bagian dalam mesin sterilisasi yang juga dihitung waktu tempuhnya menggunakan stopwatch digital. Untuk modul yang digunakan berjumlah empat buah yang dipasang pada bagian belakang mesin sterilisasi. Untuk kawat kumparan yang dipasang pada bagian dalam mesin berjumlah empat buah yang berupa dua buah berbentuk helical coil pada atas, dan bawah mesin sterilisasi serta dua buah berbentuk pancake coil pada bagian kanan, dan kiri mesin sterilisasi.

B. Data Hasil Pengukuran dan Perhitungan

Pada percobaan yang telah dilakukan dengan mengukur menggunakan multimeter digital berdasarkan pengaruh variasi diameter kawat kumparan 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm terhadap tegangan, arus listrik, daya, serta waktu. Dikarenakan penggunaan empat buah modul pada mesin sterilisasi ini, maka pengukuran nilai tegangan dan arus bolak balik yang didapat sebagai berikut.

TABLE I. DATA HASIL PENGUKURAN TEGANGAN DAN ARUS

Diameter Kawat	Tegangan (Volt)				Total Tegangan (Volt)	Diameter Kawat	Arus (Ampere)				Total Arus (Ampere)
	Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4			Modul 1	Modul 2	Modul 3	Modul 4	
0,8 mm	15,7	12,4	12,4	15,7	56,2	0,8 mm	0,91	1,13	1,13	0,91	4,08
1 mm	15,5	11,6	11,6	15,5	54,2	1 mm	0,48	0,82	0,82	0,48	2,6
1,2 mm	15,4	11,3	11,3	15,4	53,4	1,2 mm	0,21	0,33	0,33	0,21	1,08
1,3 mm	15	11,1	11,1	15	52,2	1,3 mm	0,15	0,22	0,22	0,15	0,74

Dalam mengkalkulasikan nilai besaran daya yang diproses oleh mesin sterilisasi maka diperlukan nilai arus dan tegangan yang telah terukur serta nilai Cos φ yang diperoleh berdasarkan asumsi spesifikasi modul sebagai berikut.

$$\text{Cos } \phi = P / (V \times I)$$

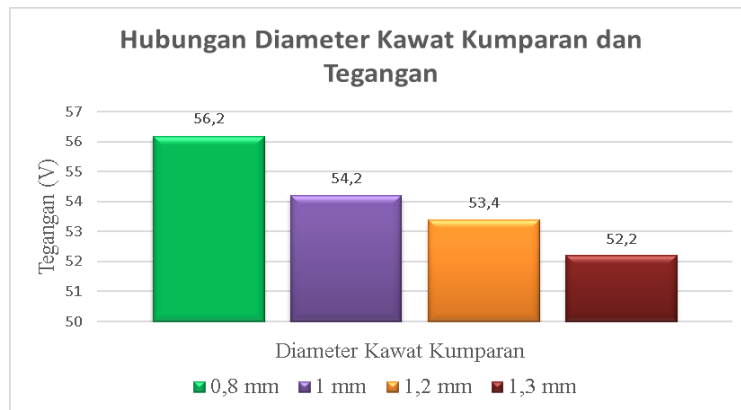
$$\text{Cos } \phi = (120 \text{ Watt}) / (12 \text{ V} \times 20 \text{ A})$$

$$\text{Cos } \phi = 0,5$$

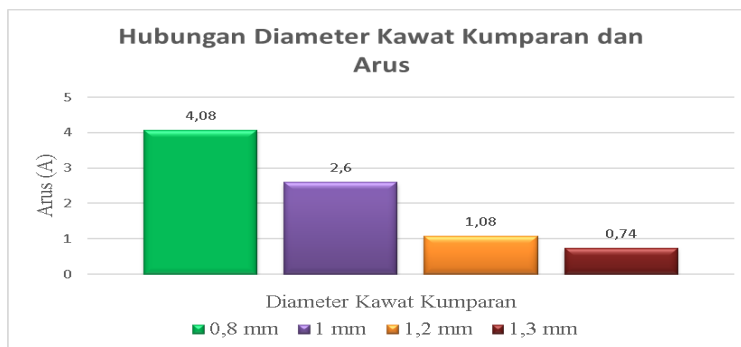
Maka diperoleh data hasil pengukuran sebagai berikut.

TABLE II. DATA HASIL PENGUKURAN DAN PERHITUNGAN

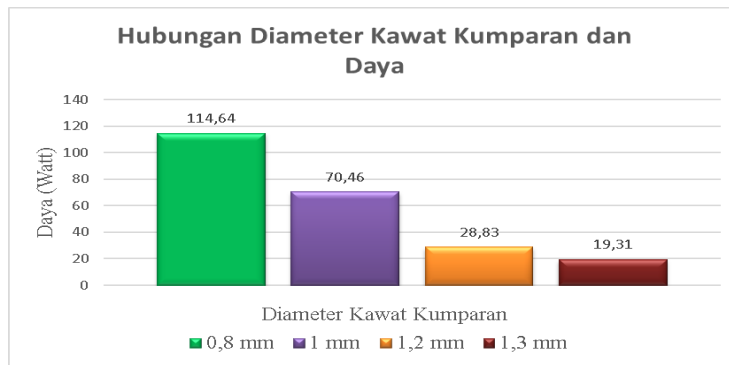
No.	Suhu (°C)	Panjang Kawat (m)	Jumlah Lilitan	Diameter Kawat (mm)	Tegangan AC (V)	Arus Listrik AC (A)	Daya (Watt)	Waktu (menit)
1.	170	11	38	0,8	56,2	4,08	114,64	18,51
2.				1	54,2	2,6	70,46	24,25
3.				1,2	53,4	1,08	28,83	29,35
4.				1,3	52,2	0,74	19,31	35,26



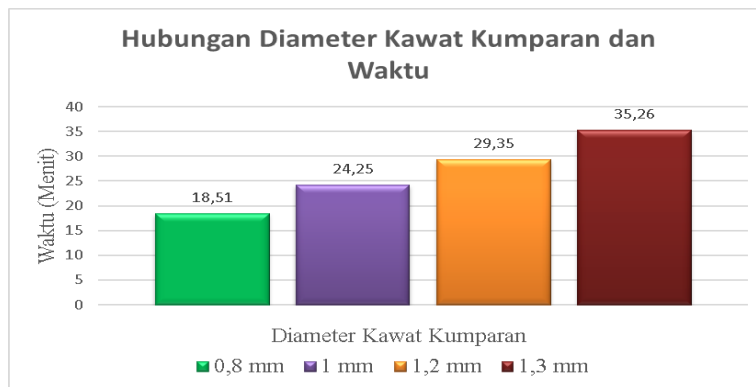
Gambar 4. Grafik Hubungan Diameter Kawat Kumbaran dan Tegangan



Gambar 5. Grafik Hubungan Diameter Kawat Kumbaran dan Arus



Gambar 6. Grafik Hubungan Diameter Kawat Kumpan dan Daya



Gambar 7. Grafik Hubungan Diameter Kawat Kumpan dan Waktu

Gambar 4 merupakan grafik hubungan antara diameter kawat kumpan terhadap nilai tegangan yang diperoleh dari data hasil pengukuran mesin sterilisasi alat medis portabel. Pada grafik di atas mempresentasikan nilai tegangan maksimum yang ditunjukkan pada diameter 0,8 mm dengan nilai tegangan sebesar 56,2 volt. Sedangkan untuk nilai tegangan minimum dihasilkan pada diameter 1,3 mm dengan nilai tegangan sebesar 52,2 volt. Dalam hal ini diameter kawat kumpan berbanding terbalik dengan besaran nilai tegangan yang digunakan oleh mesin sterilisasi, dimana ketika diameter kawat kumpan yang digunakan semakin kecil nilainya dapat mengakibatkan nilai tegangan semakin besar dikarenakan diameter kawat kumpan mempengaruhi nilai hambatan pada rangkaian.

Gambar 5 merupakan grafik hubungan antara diameter kawat kumpan terhadap nilai arus yang diperoleh dari data hasil pengukuran mesin sterilisasi alat medis portabel. Pada grafik di atas mempresentasikan bahwa arus maksimum yang terukur berada pada diameter kawat kumpan 0,8 mm dengan nilai arus sebesar 4,08 A. Sedangkan untuk besaran nilai arus minimum yang terukur berada pada diameter kawat kumpan 1,3 mm dengan nilai arus sebesar 0,74 A. Sehingga diameter kawat kumpan berbanding terbalik terhadap nilai arus yang dihasilkan, dimana semakin kecil nilai diameter kumpan maka arus yang dihasilkan akan semakin besar. Hal ini dikarenakan diameter kawat kumpan mempengaruhi nilai hambatan pada rangkaian. Adanya pengaruh induksi elektromagnetik pada kawat kumpan sehingga nilai arus yang didapat menjadi lebih besar.

Gambar 6 merupakan grafik hubungan antara diameter kawat kumpan terhadap nilai daya yang diperoleh dari data hasil pengukuran mesin sterilisasi alat medis portabel. Pada grafik di atas mempresentasikan bahwa nilai daya maksimum yang terhitung berada pada diameter kawat kumpan 0,8 mm dengan nilai daya sebesar 114,64 Watt. Sedangkan untuk besaran nilai daya minimum yang terukur berada pada diameter kawat kumpan 1,3 mm dengan nilai daya sebesar 19,31 Watt. Sehingga diameter kawat kumpan berbanding terbalik terhadap nilai daya yang dihasilkan, dimana semakin kecil nilai diameter kumpan maka nilai daya yang dihasilkan akan semakin besar.

Gambar 7 merupakan grafik hubungan antara diameter kawat kumpan terhadap waktu yang diperoleh dari data hasil pengukuran mesin sterilisasi alat medis portabel. Pada grafik di atas, waktu yang terukur merupakan masa pemanasan mesin sterilisasi untuk mencapai suhu 1700C. Grafik tersebut mempresentasikan bahwa waktu tercepat yang terukur berada pada diameter kawat kumpan 0,8 mm dengan nilai sebesar 18,51 menit. Sedangkan untuk waktu terlama yang terukur berada pada diameter kawat kumpan 1,3 mm dengan nilai sebesar 35,26 menit. Sehingga diameter kawat kumpan berbanding lurus terhadap waktu yang ditempuh,

dimana semakin kecil nilai diameter kumparan maka waktu yang ditempuh akan semakin cepat. Waktu yang ditempuh juga dipengaruhi oleh efek induksi elektromagnetik pada rangkaian ini.

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### A. Kesimpulan

Didapatkan kesimpulan dari penelitian yang telah dilakukan dengan berdasarkan tujuan dan hasil dari penelitian yaitu:

1. Dalam membuat mesin sterilisasi alat medis portabel, telah diuji penggunaan kawat kumparan berdiameter 0,8 mm, 1 mm, 1,2 mm, dan 1,3 mm sebagai pemicu suhu panas pada mesin dimana pada kawat kumparan berdiameter 0,8 mm mampu memberikan hasil yang terbaik daripada diameter kawat kumparan yang lain.
2. Dari keempat variasi diameter kawat kumparan, kawat kumparan yang berdiameter 0,8 mm menghasilkan nilai maksimum dengan tegangan sebesar 56,2 volt, arus listrik sebesar 4,08 Ampere, dan waktu pemanasan tercepat yaitu 18,51 menit. Hal ini sesuai berdasarkan hubungan antara diameter dan hambatan dimana semakin kecil diameter maka semakin besar nilai hambatan pada suatu rangkaian yang dapat mempengaruhi nilai arus dan tegangan yang mengalir.
3. Nilai daya terbesar berasal dari kawat kumparan berdiameter 0,8 mm yang bernilai 114,64 Watt. Hal ini berdasarkan pada korelasi antara nilai daya serta nilai tegangan dan arus yaitu jika nilai tegangan dan arus semakin besar mengakibatkan nilai daya yang dihasilkan semakin besar juga. Untuk nilai daya terkecil berasal dari kawat kumparan berdiameter 1,3 mm yang bernilai 19,31 Watt.

### B. Saran

Terdapat beberapa saran yang diperlukan agar memperoleh hasil yang terbaik, yaitu:

1. Perlu ditambah penguat tegangan yang sesuai terhadap spesifikasi modul pemanas yang digunakan agar dapat memberikan hasil yang maksimal.
2. Pada penelitian selanjutnya dapat mengubah atau menambahkan bahan yang mampu menyerap panas dengan cepat pada mesin sterilisasi tersebut.
3. Pada penelitian selanjutnya dapat ditambahkan data logger sehingga dapat mengetahui nilai suhu, tegangan, dan arus yang lebih teliti dan akurat

## DAFTAR PUSTAKA

- [1] A. Sofyan, Tujuan Pemeliharaan Mesin. Jakarta: Rajawali, 2004.
- [2] I. S. Raudah, Tien Zubaidah, "EFEKTIVITAS STERILISASI METODE PANAS KERING PADA ALAT MEDIS RUANG PERAWATAN LUKA RUMAH SAKIT Dr. H. SOEMARNO SOSROATMODJO KUALA KAPUAS," 2017.
- [3] A. Wahyu, M. S. Gozali, and P. N. Batam, "Rancang Bangun Pemanas Induksi dengan Metode Multiturn Helical Coil," pp. 3–6, 2019.
- [4] D. U. Suwarno, "Alat Peraga Efek Arus Eddy Dengan Menggunakan Piringan Magnet Berputar," Pros. SNIPS, pp. 268–274, 2016.
- [5] D. Ahmad Diencephalon Nur, "RANCANG BANGUN KIT PERCOBAAN PENENTUAN RESISTIVITAS KAWAT BERBASIS MIKROKONTROLER," J. Inov. Fis. Indones., vol. 08, pp. 39–42, 2019.
- [6] I. K. A. W. Raharja, "PENGGUNAAN TEMBAGA SEBAGAI BAHAN KONDUKTOR YANG BAIK PADA KABEL LISTRIK," Jur. Tek. Elektro, Fak. Tek. Univ. Udayana, 2014.