

# ANALISIS DAN PERBANDINGAN JENIS KAWAT KANTHAL A-1 DAN NICHROME 80 SEBAGAI ELEMEN PEMANAS PADA OVEN LISTRIK HEMAT ENERGI

Victorius Veinard Vingsabta<sup>\*)</sup>, Abdul Syakur dan Agung Warsito

Departemen Teknik Elektro, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. Sudharto, SH, Kampus UNDIP Tembalang, Semarang 50275, Indonesia

<sup>\*)</sup>E-mail: vingsabta@gmail.com

## Abstrak

Pada era ini kita membutuhkan peralatan elektronik yang hemat dan efisien, contohnya *oven*. Dalam *oven* terdapat elemen pemanas. Elemen pemanas yang digunakan harus menghasilkan panas yang optimum dan hemat energi. Elemen pemanas yang digunakan dalam penelitian ini yaitu FeCrAl alloy and NiCrSi alloy. FeCrAl alloy atau kawat Kanthal A-1 tersusun atas 20% kromium, 5,8% aluminium dan besi, sedangkan NiCrSi atau Nichrome 80 tersusun atas 80% nikel, 19,5% kromium dan 1,45% silikon. Digunakannya kedua bahan tersebut karena kedua bahan tersebut memiliki nilai resistansi yang rendah dan dapat menghasilkan panas yang tinggi. Dalam penelitian ini menggunakan Kawat Nichrome 80 dan Kanthal A-1 berdiameter kawat 0,8 mm dan 1 mm dengan variasi lilitan 8 mm, 10 mm dan 12 mm. Kedua kawat tersebut diaplikasikan dalam pemanas oven berukuran 40 cm x 40 cm x 50 cm. Didapatkan kawat Nichrome berdiameter kawat 1 mm dengan diameter lilitan 8 mm menghasilkan suhu maksimal 76,17 °C dengan waktu 60 menit. Daya terendah dikonsumsi yaitu 170 W oleh kawat Nichrome 80 (diameter kawat 0,8 mm dengan diameter lilitan 10 mm). Sedangkan energi terendah yang dikonsumsi yaitu 10,45 Wh oleh Kawat Nichrome 1 mm dengan diameter lilitan 8 mm. Dapat disimpulkan bahwa diameter kawat dan jenis kawat memengaruhi nilai resistansi. Nilai resistansi memengaruhi arus, daya dan energi yang digunakan.

*Kata kunci: Kawat Nichrome 80, Kawat Kanthal A-1, elemen pemanas, resistansi, konsumsi energi*

## Abstract

In this era we need efficient electronic equipment, for example ovens. In the oven there is a heating element. The heating element used must produce optimum heat and save energy. The heating elements used in this Final Project are FeCrAl alloy and NiCrSi alloy. FeCrAl Alloy or wire Kanthal A-1 is composed of 20% chromium, 5.8% aluminum and iron, while NiCrSi or Nichrome 80 is composed of 80% nickel, 19.5% chromium and 1.45% silicon. The use of these two wire is because both materials have low resistance values and can produce high heat. In this Final Project uses Nichrome 80 Wire and Kanthal A-1 wire with a diameter of 0.8 mm and 1 mm with winding variations of 8 mm, 10 mm and 12 mm. The two wires were applied in an oven dimension 40 cm x 40 cm x 50 cm. Nichrome wire with 1 mm wire diameter and 8 mm winding diameter produces a maximum temperature of 76.17 °C with 60 minutes. The lowest power consumed is 170 W by Nichrome 80 wire (0.8 mm wire diameter with 10 mm winding diameter). Whereas the lowest energy consumed is 10.45 Wh by Nichrome Wire 1 mm with a winding diameter of 8 mm. It can be concluded that the wire diameter and type of wire affect the resistance value. The resistance value affects the current, power and energy used..

*Keywords: Nichrome 80 wire, Kanthal A-1 wire, heating element, resistance, energy consumption*

## 1. Pendahuluan

Kebutuhan hidup manusia pada saat ini semakin kompleks, sehingga untuk membantu kehidupan sehari-hari diperlukan teknologi yang praktis, murah dan aman. Kemajuan teknologi ini tentunya tidak hanya bertujuan untuk teknologi itu sendiri melainkan yang lebih penting adalah untuk kesejahteraan manusia. Salah satunya pemanfaatannya adalah dalam bidang industri. Pada salah satu industri yaitu proses pemanggangan ikan. Maka

diperlukan suatu alat pemanggang (*oven*) yang bersifat aman, hemat dan ramah lingkungan [1]. Dalam pemanggang ikan (*oven*) tersebut digunakan pemanas (*heater*) untuk memanggang ikan, pemanas (*heater*) yang digunakan bervariasi [2].

*Oven* adalah alat yang digunakan untuk mengeringkan suatu bahan basah menjadi bahan kering agar dapat disimpan dalam jangka waktu yang lama. Proses pengeringan dengan *oven* menggunakan media yang dapat

menampung suhu panas secara konstan. Oven pada umumnya menggunakan pemanas (*heater*) sebagai penghasil pemanas [3][4].

Sebagai sumber panas yang dihasilkan oleh elemen pemanas listrik bersumber dari kawat ataupun pita bertahanan listrik tinggi (*resistance wire*) biasanya bahan yang digunakan adalah kawat Niklin yang digulung menyerupai bentuk *spiral* dan dimasukkan dalam selongsong/pipa sebagai pelindung, kemudian dialiri arus listrik pada kedua ujungnya dan dilapisi oleh isolator listrik yang mampu meneruskan panas dengan baik hingga aman digunakan. Bentuk dan tipe dari *electrical heating element* ini bermacam-macam disesuaikan dengan fungsi tempat pemasangan [5][6].

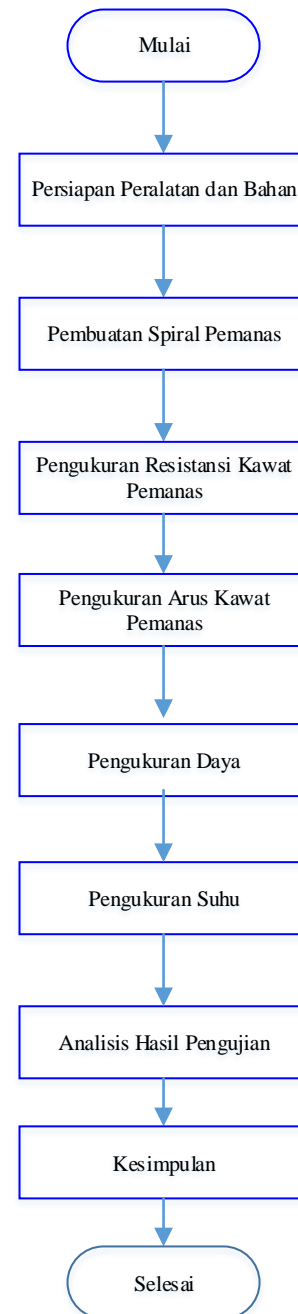
Kawat penghantar yang digunakan untuk penelitian ini yaitu berjenis Kanthal A-1 dan Nichrome 80/Ni 80. Kawat Kanthal A-1 mengandung campuran terdiri dari 20% kromium, 5,8 aluminium dan besi [7] dan kawat Nichrome 80/Ni 80 mengandung logam campuran 80% nikel, 19,5% kromium dan 1,45 silikon [8]. Alasan menggunakan kawat penghantar Kanthal A-1 dan Nichrome 80, karena kedua kawat tersebut memiliki resistansi rendah, sehingga dapat menghasilkan panas yang tinggi.

Penelitian ini dilakukan untuk mendapatkan metode terbaik dalam pemanasan yang efektif dan efisien. Melalui analisis elektrik bahan sehingga diketahui jenis kawat yang efektif dan efisien, sehingga menghasilkan panas yang optimum. Untuk lebih lanjutnya kawat penghantar manakah yang cocok untuk pemanas (*heater*) yang hemat energi.

## 2. Metode

### 2.1. Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini menggunakan 4 metode, yaitu pengukuran, resistansi, pengukuran arus, pengukuran daya dan pengukuran suhu. Keempat metode tersebut memiliki tahapan penelitian seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Prosedur penelitian

## 2.2. Pembuatan Sampel Uji

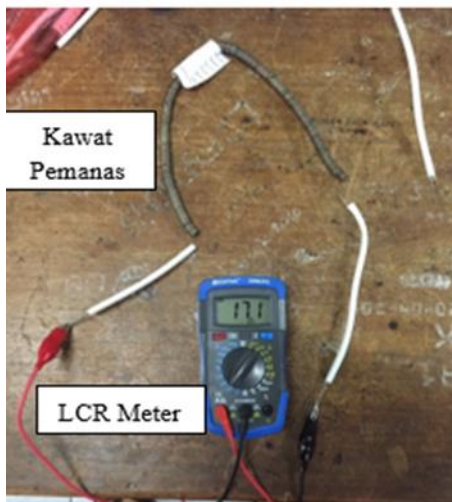
Pembuatan sampel uji dengan kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80 sepanjang 10 meter berdiameter kawat 0,8 mm dan 1 mm dengan variasi lilitan 8 mm, 10 mm dan 12 mm.

Tabel 1. Sampel uji

Jenis Kawat	Diameter kawat (mm)	Diameter Lilitan (mm)
Kanthal A-1	0,8	8
		10
		12
	1	8
		10
		12
Nichrome 80	0,8	8
		10
		12
	1	8
		10
		12

## 2.3. Pengukuran Resistansi

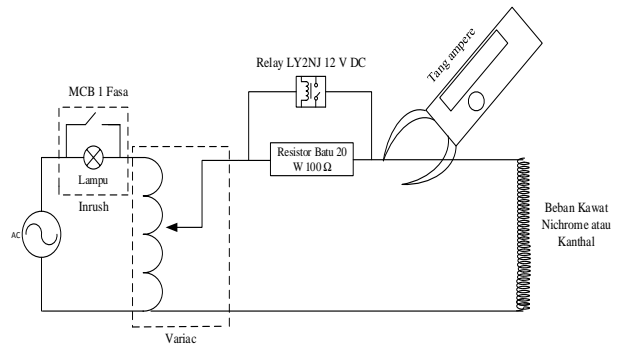
Pengukuran resistansi menggunakan LCR meter



Gambar 2. Pengukuran resistansi

## 2.4. Pengukuran Arus

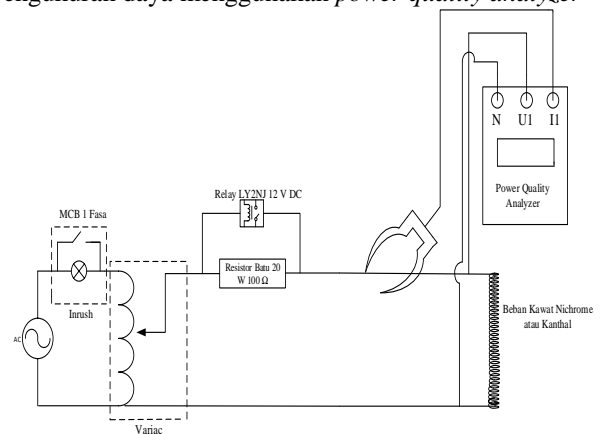
Pengukuran arus menggunakan tang ampere



Gambar 3. Rangkaian pengukuran arus

## 2.5. Pengukuran daya

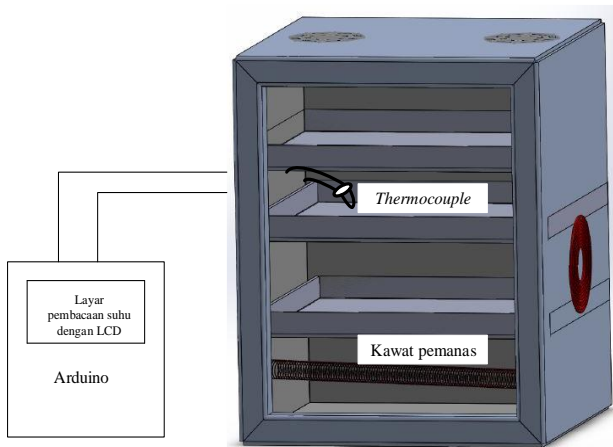
Pengukuran daya menggunakan *power quality analyzer*



Gambar 4. Rangkaian pengukuran daya

## 2.5. Pengukuran Suhu

Pengukuran suhu menggunakan thermocouple yang dihubungkan ke arduino



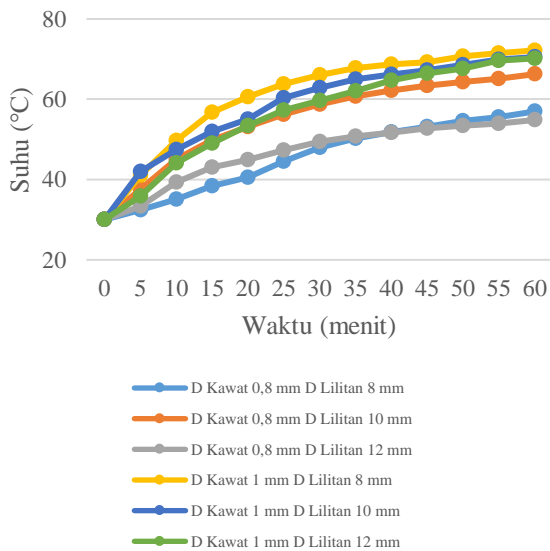
Gambar 5. Pengukuran suhu

### 3. Hasil dan Analisis

#### 3.1. Pengujian Kawat Kanthal A-1

Berdasarkan pengujian kawat Kanthal A-1 dapat didapatkan beberapa parameter yaitu :

##### 3.1.1 Suhu



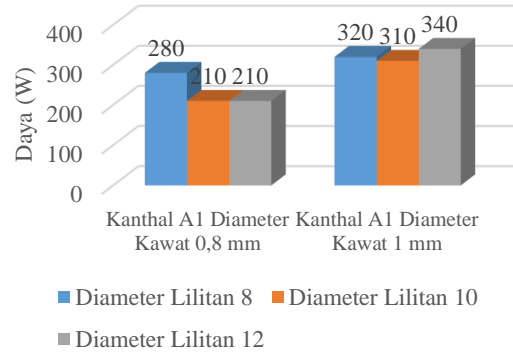
Gambar 6. Grafik pengaruh suhu terhadap waktu kawat Kanthal A-1 diameter kawat 0,8 mm dan 1 mm

Berdasarkan hasil pengujian ditunjukkan bahwa dengan semakin lama waktu pemanasan maka suhu yang dihasilkan akan mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena adanya arus listrik yang mengalir dalam sebuah kawat penghantar yang ditimbulkan oleh gerakan muatan elektron

Variasi diameter kawat memengaruhi suhu yang dihasilkan oleh kawat pemanas, karena semakin besar diameter kawat

(luas penampang), maka semakin kecil resistansinya. Dalam Hukum Ohm, nilai resistansi (hambatan) dan arus berbanding terbalik. Jika resistansi suatu kawat kecil maka arus yang mengalir besar. Arus yang menyebabkan panas pada kawat pemanas

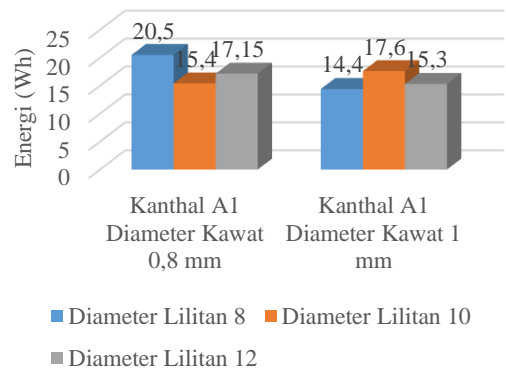
##### 3.1.2. Daya rata-rata



Gambar 7. Perbandingan daya rata-rata kawat Kanthal A-1 diameter 0,8 mm dan 1 mm

Pengaruh diameter kawat berpengaruh terhadap daya yang digunakan. Semakin besar luas penampang (diameter kawat), maka resistansinya semakin kecil. Dalam Hukum Ohm, nilai arus dan resistansi berbanding terbalik, jika nilai resistansinya kecil, maka nilai arusnya besar. Sedangkan daya yang dikonsumsi berbanding lurus dengan arus yang dihasilkan. Sehingga daya yang dikonsumsi kawat Kanthal A-1 berdiameter kawat 1 mm lebih besar dibandingkan kawat Kanthal A-1 berdiameter kawat 0,8 mm, karena nilai resistansi kawat Kanthal A-1 diameter kawat 1 mm lebih kecil dibanding kawat Kanthal A-1 berdiameter kawat 0,8 mm.

##### 3.1.3 Energi



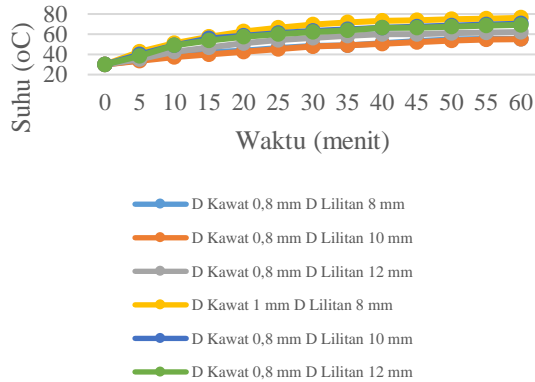
Gambar 8. Perbandingan konsumsi energi kawat Kanthal A-1 diameter 0,8 mm dan 1 mm

Konsumsi energi terendah untuk menghasilkan suhu 40 °C yaitu kawat Kanthal A-1 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 14,4 Wh. Sedangkan konsumsi energi terbesar untuk menghasilkan suhu 40 °C yaitu kawat

Kanthal A-1 (diameter kawat 0,8 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 20,5 Wh.

### 3.2. Pengujian Kawat Nichrome 80

#### 3.2.1. Suhu

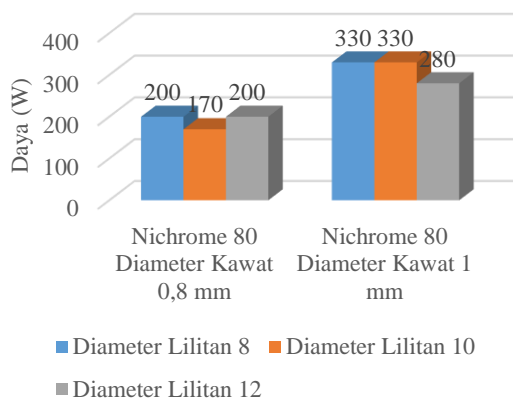


Gambar 9. Grafik pengaruh suhu terhadap waktu kawat Nichrome diameter kawat 0,8 mm dan 1 mm

Berdasarkan hasil pengujian ditunjukkan bahwa dengan semakin lama waktu pemanasan maka suhu yang dihasilkan akan mengalami kenaikan, hal ini disebabkan karena adanya arus listrik yang mengalir dalam sebuah kawat penghantar yang ditimbulkan oleh gerakan muatan elektron

Variasi diameter kawat memengaruhi suhu yang dihasilkan oleh kawat pemanas, karena semakin besar diameter kawat (luas penampang), maka semakin kecil resistansinya. Dalam Hukum Ohm, nilai resistansi (hambatan) dan arus berbanding terbalik. Jika resistansi suatu kawat kecil maka arus yang mengalir besar. Arus yang menyebabkan panas pada kawat pemanas

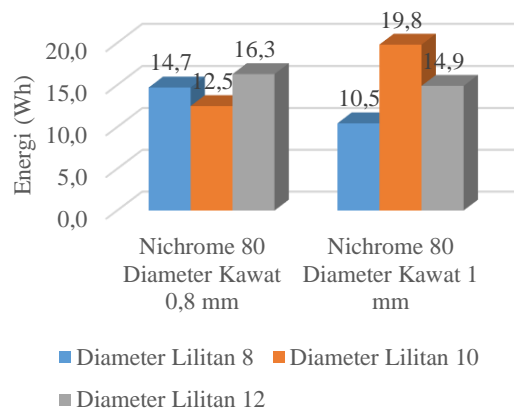
#### 3.2.2. Daya rata-rata



Gambar 10. Perbandingan daya rata-rata kawat Nichrome 80 diameter 0,8 mm dan 1 mm

Pengaruh diameter kawat berpengaruh terhadap daya yang dikonsumsi. Semakin besar luas penampang (diameter kawat), maka resistansinya semakin kecil. Dalam Hukum Ohm, nilai arus dan resistansi berbanding terbalik, jika nilai resistansinya kecil, maka nilai arusnya besar. Sedangkan daya yang dikonsumsi berbanding lurus dengan arus yang dihasilkan. Sehingga daya yang dikonsumsi kawat Nichrome 80 berdiameter kawat 1 mm lebih besar dibandingkan kawat Nichrome 80 berdiameter kawat 0,8 mm, karena nilai resistansi kawat Nichrome diameter kawat 1 mm lebih kecil dibanding kawat Nichrome berdiameter kawat 0,8 mm.

#### 3.2.3. Energi



Gambar 11. Perbandingan konsumsi energi kawat Nichrome 80 diameter 0,8 mm dan 1 mm

Konsumsi energi terendah yang digunakan untuk menghasilkan suhu 40 °C yaitu kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 10,5 Wh. Sedangkan daya terbesar untuk menghasilkan suhu 40 °C yaitu kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 10 yaitu 19,8 Wh.

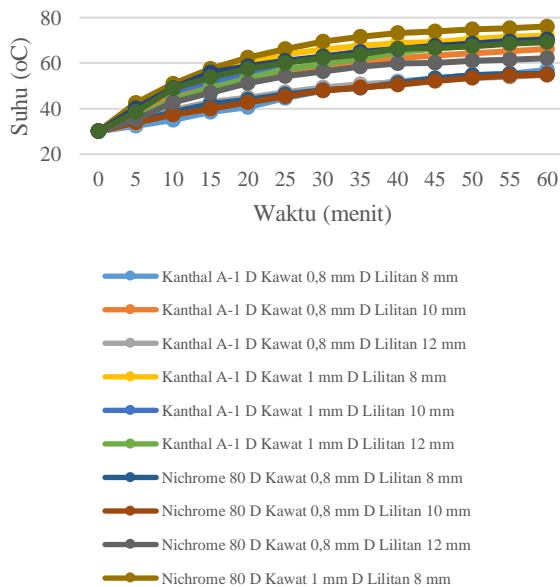
### 3.3. Perbandingan Kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80

#### 3.3.1. Suhu

Pada pengukuran suhu diperoleh data adanya pengaruh variasi diameter kawat dan jenis kawat terhadap suhu yang dihasilkan pada kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80. Suhu tertinggi dihasilkan oleh kawat Nichrome (diameter lilitan 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm, sedangkan suhu terendah dihasilkan oleh kawat Nichrome (diameter lilitan 0,8 mm) dengan diameter lilitan 10 mm. Suhu yang dihasilkan kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 76,17 °C, sedangkan suhu yang dihasilkan kawat Kanthal A-1 (diameter kawat 0,8 mm) dengan diameter lilitan 10 mm yaitu 55,04 °C.

Kawat Nichrome 80 menghasilkan panas lebih daripada kawat Kanthal A-1 karena nilai resistansi kawat Nichrome 80 lebih kecil dibanding kawat Kanthal A-1. Nilai

resistansi kawat Nichrome diameter kawat 1 mm yaitu 0,012  $\Omega/m$  dan diameter kawat 0,8 mm memiliki resistansi yaitu 0,019  $\Omega/m$ , kemudian nilai resistansi kawat Kanthal A-1 diameter kawat 1mm yaitu 0,016  $\Omega/m$  dan untuk diameter kawat 0,8 mm yaitu 0,025  $\Omega/m$ . Sehingga dapat dilihat diameter kawat (luas penampang) memengaruhi nilai resistansi, karena nilai resistansi berbanding terbalik dengan luas penampang. Sehingga jika luas penampang kawat makin besar, nilai resistansinya makin kecil. Dalam Hukum Ohm nilai arus dan resistansi berbanding terbalik. Semakin kecil nilai resistansinya, maka nilai arusnya semakin besar. Panas yang dihasilkan oleh kawat pemanas disebabkan oleh arus. Arus yang mengalir pada kawat pemanas disebabkan karena gerakan elektron-elektron bebas yang bertumbukan pada kawat pemanas.



Gambar 12. Perbandingan suhu terhadap waktu kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80

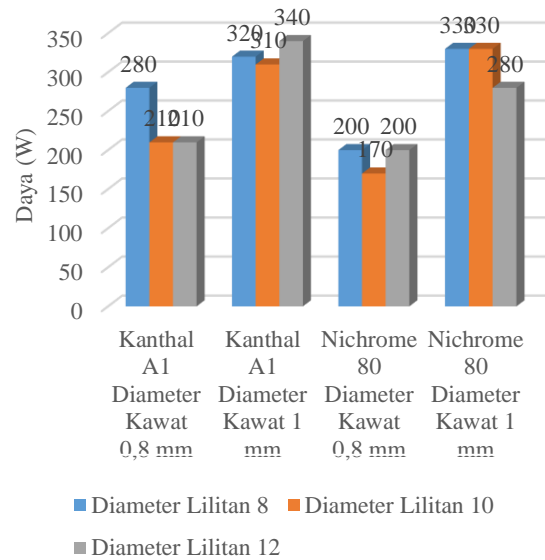
### 3.3.2. Daya rata-rata

Daya rata-rata yang dihasilkan selama 60 menit, daya rata-rata terendah dihasilkan oleh kawat Nichrome 80 (diameter kawat 0,8 mm) dengan diameter lilitan 10 mm. Sedangkan daya rata-rata terbesar yang selama 60 menit yaitu kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm dan 10 mm.

Kawat Nichrome 80 (diameter kawat 0,8 mm) dengan diameter lilitan 10 mm menghasilkan daya selama 60 menit yaitu 170 W. Untuk kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm dan 10 mm menghasilkan daya sebesar 330 W selama 60 menit.

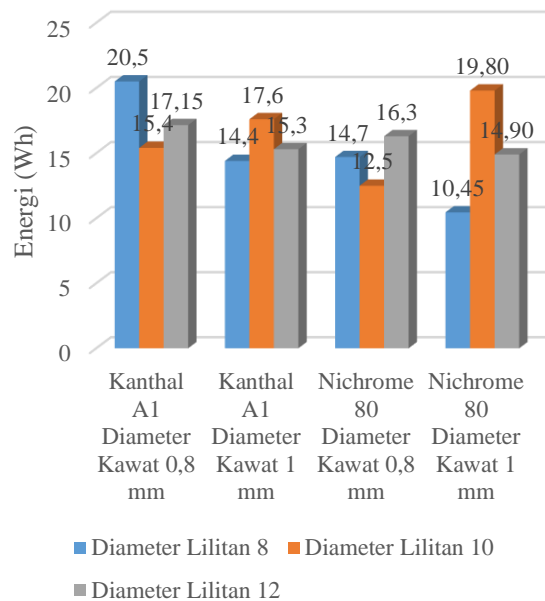
Dapat disimpulkan bahwa pengaruh jenis kawat berpengaruh terhadap daya yang dikonsumsi. Jenis kawat

memiliki nilai resistansi yang berbeda-beda. Dalam Hukum Ohm, nilai arus dan resistansi berbanding terbalik, jika nilai resistansinya kecil, maka nilai arusnya besar. Sedangkan daya yang dikonsumsi berbanding lurus dengan arus yang dihasilkan. Sehingga daya yang dikonsumsi kawat Nichrome 80 lebih besar daripada kawat Kanthal A-1. Namun akibat kesalahan dalam pembuatan nilai daya yang dihasilkan belum sesuai teori.



Gambar 12. Perbandingan daya rata-rata kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80

### 3.3.3. Energi



Gambar 13. Perbandingan konsumsi energi kawat Kanthal A-1 dan Nichrome 80

Konsumsi energi yang digunakan untuk menghasilkan suhu 40°C, konsumsi energi terendah dihasilkan oleh kawat Nichrome 80 (diameter kawat 1 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 10,45 Wh. Sedangkan konsumsi energi terbesar yang digunakan untuk menghasilkan suhu 40°C yaitu kawat Kanthal A-1 (diameter kawat 0,8 mm) dengan diameter lilitan 8 mm yaitu 20,5 Wh.

Konsumsi energi dipengaruhi oleh waktu dan juga daya yang digunakan. Nilai daya dipengaruhi oleh arus. Nilai arus dipengaruhi oleh resistansi, kemudian nilai resistansi dipengaruhi oleh nilai luas penampang dan jenis kawat. Jadi besar luas penampang/diameter lilitan dan jenis kawat memengaruhi nilai konsumsi energi. Nilai resistansi kawat Nichrome 80 lebih besar dibanding kawat Kanthal A-1, sehingga arus yang mengalir besar. Arus yang besar akan memengaruhi nilai daya yang digunakan. Sehingga jika arus besar dan tegangan konstan, maka daya yang dihasilkan besar, semakin besar daya yang dihasilkan maka memerlukan waktu yang cepat untuk mencapai suhu 40 °C. Sehingga dapat diketahui bahwa nilai resistansi berpengaruh pada nilai konsumsi energi

#### **4. Kesimpulan**

Berdasarkan hasil dan analisis yang telah dilakukan maka dapat dibuat kesimpulan resistansi dan jenis kawat berpengaruh pada nilai arus, suhu yang dihasilkan, daya yang digunakan dan konsumsi energi. Kawat Nichrome 80 memiliki nilai resistansi lebih kecil dibanding kawat Kanthal A-1. Nilai resistansi berpengaruh terhadap arus, karena dalam Hukum Ohm nilai arus dan resistansi berbanding terbalik. Apabila nilai resistansinya rendah maka arusnya tinggi. Arus tinggi menyebabkan panas yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut akibat adanya tumbukan antar elektron yang semakin kuat. Nilai resistansi memengaruhi daya karena daya berbanding lurus dengan resistansi. Nilai resistansi memengaruhi konsumsi energi, energi dengan resistansi berbanding lurus. Jadi dapat disimpulkan bahwa kawat Nichrome 80 lebih cocok dijadikan kawat pemanas, karena nilai resistansinya lebih rendah dibanding kawat Kanthal A-1, sehingga menghasilkan panas yang optimum, daya yang rendah dan konsumsi daya rendah.

#### **Referensi**

- [1] A. Nurhidayat, T. Mesin, U. Surakarta, K. Surakarta, and J. Barat, "Rekayasa Alat Pengering Untuk Meningkatkan Produktivitas Ukm Emping Mlinjo," *Semin. Nas. Sains dan Teknol.*, pp. 37–41, 2010.
- [2] A. S. I. Akbar, "Rancang Bangun Prototype Sistem Pemanggang Kue ( Oven ) Otomatis Dengan Menggunakan Mikrokontroler Avr Atmega 8535," *Dielektrika*, vol. 1, no. 2, pp. 69–81, 2014.
- [3] M. R. Rahmat, "Perancangan Dan Pembuatan Tungku Heat Treatment," *J. Ilm. Tek. Mesin*, vol. 3, no. 2, pp. 133–148, 2015.
- [4] F. B. Setiawan, M. Rizqiyanto, J. Umbu, and M. Yiwa, "Oven Terprogram Berbasis mikrokontroler," *Widya Tek.*, vol. 21, no. 2, pp. 10–14, 2013.
- [5] R. Triandi, "ANALISIS PENGARUH TEMPERATUR TERHADAP PENGHANTAR LISTRIK NFA2X 2x10mm rm 0.6/1kV SKRIPSI," *Tugas Akhir*, 2010.
- [6] D. Wulandari, "Perancangan Sistem Pemanas Pada Rancang Bangun Mesin Pengaduk Bahan Baku Sabun Mandi Cair" *JRM*, vol. 1, no. 2, pp. 52–57, 2014.
- [7] "Data Sheet Kanthal A-1," no. 510, pp. 1–3.
- [8] "Data Sheet Nichrome 80," vol. 80, no. 510.