

# PENGARUH BENTUK ELEMEN PEMANAS TERHADAP JUMLAH KALOR YANG DIHASILKAN

Myco Hersandi <sup>1)</sup>, Bambang Supriyadi <sup>2)</sup>, Yushardi <sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika

<sup>2)</sup>Dosen Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNEJ  
Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Jember

Email: mhersandi@yahoo.co.id

## ABSTRACT

*The research aims to identify the effect of the element shape toward the total heat which is resulted. The strains source used was 22.5 volt and also used calorie meter that contain of water 200ml. The element was made of nickel wire in coil shape. This research used three kinds of coil shape such as: 1) threat spiral; 2) circle spiral; 3) planplanar spiral. Those elements produced different total heat. The threat spiral produced heat up to 2760.32 calorie. The circle spiral produced heat up to 2438.25 calorie. Finally, the planplanar spiral produced heat up to 2541.24 calorie. This experiment can be conclude that the shape of the element effect the total heat.*

**Keyword:** *element shape, total heat*

## PENDAHULUAN

Hukum Kekekalan Energi menyatakan bahwa energi tidak dapat diciptakan maupun dimusnahkan, melainkan hanya dapat diubah dari satu bentuk ke bentuk lain. Hukum ini akan berlaku apabila tidak ada gaya luar yang bekerja (terisolasi). Konversi energi merupakan suatu proses perubahan bentuk energi dari yang satu menjadi bentuk energi lain. Untuk memperoleh suatu bentuk energi, perlu adanya energi lain yang dikonversikan menjadi energi yang dibutuhkan tersebut. Salah satu contohnya untuk mendapatkan energi panas yang tidak dapat diperoleh secara langsung, tetapi ada proses konversi energi sebelum energi panas tersebut didapat.

Penggunaan elemen pemanas dalam perubahan energi biasanya terbuat dari kawat nikelin bebentuk lilitan. Nikelin merupakan bahan yang mudah menghantarkan panas dan memiliki resistivitas yang tinggi, sehingga dipilih sebagai elemen penghantar yang ideal. Elemen pemanas pada kalorimeter berbentuk spiral, hal ini dimungkinkan agar penyebaran kalor lebih merata, akan tetapi bentuk-bentuk

lain pada elemen pemanas bisa diteliti lebih lanjut.

Kalor adalah energi yang ditransfer dari suatu benda ke benda yang lain karena beda temperatur. Jumlah energi panas  $Q$  yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat adalah sebanding dengan massa zat, kalor jenis dan perubahan temperatur pada zat tersebut:

$$Q = C \Delta T = mc \Delta T$$

Dengan  $C$  adalah kapasitas kalor zat. Kapasitas kalor adalah banyaknya kalor yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat sebesar satu derajat. Kalor jenis  $c$  adalah kapasitas kalor per satuan massa.. Kalori didefinisikan dengan menyatakan dalam satuan SI untuk energi, yaitu Joule :

$$1 \text{ kal} = 4,184 \text{ J}$$

Berikut ini merupakan nilai-nilai kalor jenis dan kapasitas kalor pada bahan-bahan yang berbeda dapat dilihat pada tabel1.

Perpindahan kalor dapat didefinisikan sebagai berpindahnya energi dari suatu daerah ke daerah lainnya sebagai akibat dari beda suhu antara daerah-daerah tersebut.

Perpindahan kalor pada fluida terjadi secara konveksi.

**Tabel 1.** Nilai-nilai kalor jenis dan kapasitas kalor

Zat	Kalor Jenis (kJ/kg K)	Kalor Jenis (kcal/kg.K)	Kapasitas Kalor Molar (J/mol.K)
Aluminium	0,900	0,215	24,3
Bismut	0,123	0,0294	25,7
Tembaga	0,386	0,0923	24,5
Emas	0,126	0,0301	25,6
Nikelin	0,44	0,104	24,8
Es (-10°C)	2,05	0,49	36,9
Timah hitam	0,128	0,0305	26,4
Perak	0,233	0,0558	24,9
Tungsten	0,134	0,0321	24,8
Seng	0,387	0,0925	25,2
Alkohol	2,4	0,58	111
Raksa	0,140	0,033	28,3
Air	4,18	1,00	75,2

Konveksi adalah proses transport energy dengan kerja gabungan dari konduksi panas, penyimpanan energi, dan gerakan mencampur. Konveksi sangat penting sebagai mekanisme perpindahan energi antara permukaan benda padat dan cairan atau gas. Adapun persamaan menentukan kalor dalam konveksi alami adalah

$$\frac{dQ}{dt} = h_c dA (T_w - T_\infty)$$

Keterangan:

$\frac{dQ}{dt}$  = laju perpindahan kalor (kJ/s atau W)

$h$  = koefisien perpindahan panas konveksi (W/m<sup>2</sup>.°C)

$A$  = luas permukaan (ft<sup>2</sup> atau m<sup>2</sup>)

$T_w$  = Temperatur dinding (°C)

$T_\infty$  = Temperatur sekeliling (°C)

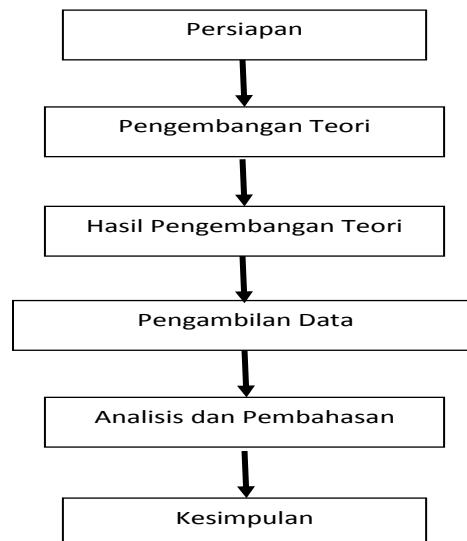
Bentuk merupakan wujud sesuatu yang tidak bergantung pada posisi, ukuran, warna, isi maupun bahan. Bentuk hanya ditentukan oleh batas-batas terluarnya saja. Jika terdapat sebuah benda yang mengalami deformasi seperti membengkok atau menekuk maka secara ekstrinsik bentuk benda tersebut berubah, namun secara intrinsik tetap (Sanjaya, 2011). Oleh karena itu, jumlah kalor pada elemen pemanas dengan jenis dan ukuran yang sama seharusnya memiliki nilai tetap meskipun bentuknya bervariasi. Suatu kawat penghantar ketika mengalami deformasi bentuk seperti menekuk atau membengkok, maka atom-atom bahan dari kawat tersebut mengalami cacat pada struktur kristal di daerah-daerah yang menekuk atau membengkok tadi. Cacat ini dapat berupa

dislokasi atom-atom, Sehingga aliran elektron mengalami hambatan. Akibat tumbukannya dengan atom-atom bahan inilah, elektron-elektron bebas menjadi tak leluasa dalam menghantarkan arus listrik sehingga timbulah hambatan listrik.

## METODE PENELITIAN

Metode penelitian berisi tentang langkah-langkah penelitian dan langkah-langkah percobaan yang akan dijelaskan berikut ini.

### Langkah-langkah Penelitian



### Langkah-langkah Percobaan

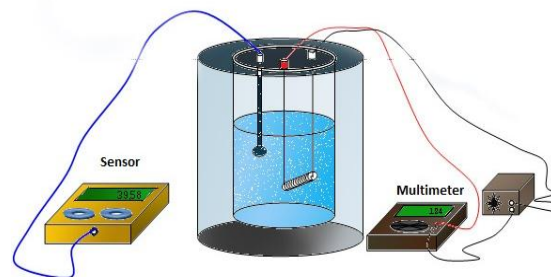
#### a. Alat dan Bahan

1. Kalorimeter
2. Elemen pemanas dari kawat nikelin dengan 3 jenis bentuk
3. Air
4. Sensor suhu
5. Catu daya
6. Stopwatch
7. Baker glass
8. Multimeter
9. Neraca Ohaus
10. Kabel penghubung.

#### b. Langkah Kerja

1. Mempersiapkan alat dan bahan

2. Menimbang kalorimeter kosong (bejana aluminium), elemen dan air kemudian mencatat massanya pada tabel pengamatan.
3. Mengisi kalorimeter dengan 200 ml air (hingga kumparan nikelin tercelup)
4. Menyusun rangkaian alat percobaan seperti pada gambar
5. Mengukur suhu awal air dan kalorimeter dan mencatat hasil pengukuran.
6. Setelah alat dan bahan dirangkai, maka penelitian dapat dilakukan. Adapun proses penelitian dijelaskan sebagai berikut:
  - a. Menghubungkan rangkaian percobaan pada catu daya
  - b. Menyalakan sumber tegangan sebesar 22,5 volt dan menghidupkan timer (pencatat waktu)
  - c. Mencatat suhu akhir setelah mencapai waktu 5 menit.
7. Mengulangi langkah 1-6 pada masing-masing elemen.
8. Mencatat hasil pengukuran pada tabel pengamatan
9. Mencatat hasil percobaan pada tabel pengamatan



**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Peelitian ini berjenis penelitian eksperimen. Pada pengambilan data dari eksperimen pengaruh bentuk elemen pemanas terhadap jumlah kalor yang dihasilkan terdapat 2 penelitian yaitu: 1) penelitian menentukan massa tiap alat dan bahan yang digunakan pada kalorimeter, 2) penelitian mengukur perubahan suhu pada pemanasan air didalam kalorimeter menggunakan bentuk elemen pemanas yang berbeda.

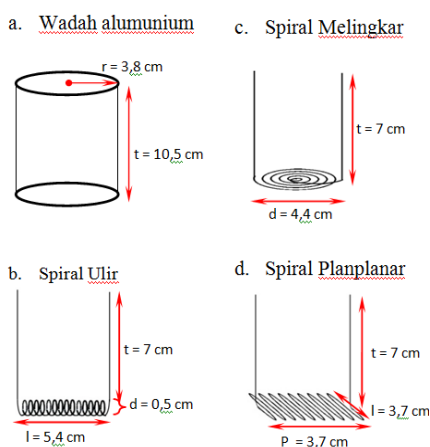
Pada penelitian pertama untuk mengetahui massa tiap alat dan bahan yang digunakan dilakukan dengan menimbang menggunakan neraca Ohaus pada tiap alat dan bahan. Setelah melakukan pengukuran maka diketahui massa seperti pada Tabel 2.1

**Tabel 2.** Tabel penyajian data pengukuran massa

No	Alat dan Bahan	Massa
1	Air	200 ± 0,05 gram
2	Wadah Alumunium	88,4 ± 0,05 gram
3	Elemen Pemanas	0,7 ± 0,05 gram

**c. Desain Alat Penelitian**

1. Dimensi Ukuran Alat dan Bahan Yang Digunakan :




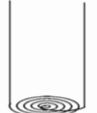
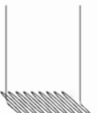
2. Desain kalorimeter seperti pada gambar dibawah ini.

Penelitian yang kedua yaitu pengambilan data tentang pengaruh bentuk elemen pemanas terhadap jumlah kalor yang dihasilkan yaitu dengan cara mengukur perubahan suhu pada pemanasan air didalam kalorimeter menggunakan bentuk elemen pemanas yang berbeda. Data pengamatannya dapat dilihat pada Tabel 3

Penelitian eksperimen ini mengukur perubahan suhu dengan menggunakan bentuk elemen pemanas yang berbeda dalam selang waktu 5 menit. Dalam pengukuran yang dilakukan massa air yang digunakan 200 gram. Kemudian wadah dari kalorimeter dari bahan aluminium memiliki massa 88,4 gram Sedangkan elemen pemanas yang digunakan menggunakan bahan berjenis nikelin memiliki

massa 0,7 gram. Nilai kalor jenis pada tiap alat dan bahan dapat ditentukan dengan melihat tabel 1.

**Tabel 3** Tabel penyajian data pengukuran suhu

No.	Bentuk Elemen	T <sub>awal</sub> (°C)	T <sub>akhir</sub> (°C)	ΔT (°C)	Q (kalori)
1.		26,08 ± 0,005	38,68 ± 0,829	12,60 ± 0,829	2760,32 ± 182,45
2.		26,08 ± 0,005	37,21 ± 1,182	11,13 ± 1,182	2438,25 ± 259,69
3.		26,08 ± 0,005	37,68 ± 0,726	11,60 ± 0,726	2541,24 ± 170,72

Pada umumnya setiap logam akan menghasilkan kalor apabila dialiri arus listrik. Namun jumlah kalor yang dihasilkan berbeda tiap jenis logam yang digunakan, Karena jumlah kalor yang dihasilkan bergantung pada konduktivitas thermal dan resistifitas logam tersebut. Berbeda dengan eksperimen ini, meskipun menggunakan panjang dan jenis logam yang sama tetapi jumlah kalor yang dihasilkan berbeda. Ketika suatu kawat mengalami deformasi bentuk seperti menekuk atau membengkok, maka atom-atom bahan dari kawat tersebut mengalami cacat pada struktur kristal di daerah-daerah yang menekuk atau membengkok tadi. Cacat ini dapat berupa dislokasi atom-atom, atom-atom yang tidak pada tempatnya, dan lain sebagainya. Akibatnya terjadi tumbukan antara atom-atom yang menyebabkan elektron-elektron bebas menjadi tak leluasa dalam menghantarkan arus listrik sehingga timbullah hambatan listrik. Adanya cacat kristal tersebut dapat menghambat pergeseran elektron bebas, yakni menghambat mobilitas elektron sehingga mengurangi kecepatan geser elektron bebas. Mobilitas elektron akan semakin kecil seiring dengan semakin sulitnya elektron melintasi kawat penghantar. Hal inilah yang menyebabkan penambahan nilai hambatan pada kawat penghantar yang bervariasi bentuk, meskipun kawat tersebut

memiliki jenis dan ukuran yang sama. Terbukti pada data pengukuran besar hambatan tiap elemen. Sehingga secara tidak langsung bentuk tersebut akan mempengaruhi nilai resistivitas logam yang digunakan dan secara tidak langsung pula mempengaruhi jumlah kalor yang dihasilkan.

Pada bentuk elemen yang pertama yaitu berbentuk spiral ulir, menghasilkan kalor yang paling besar karena lekukannya lebih bengkok apabila dibandingkan dengan kedua bentuk yang lain, sehingga pada bentuk ini Mobilitas elektron akan semakin kecil seiring dengan semakin sulitnya elektron melintasi kawat penghantar yang berpengaruh terhadap resistivitasnya dan menghasilkan kalor sebesar 2760,32 kalori. Kemudian elemen yang berbentuk spiral melingkar menghasilkan kalor yang paling kecil dibandingkan kedua bentuk yang lain. Bentuk tersebut mengindikasikan elektron-elektron bergerak lebih lancar karena bentuk pada elemen ini tidak terlalu mengalami pembengkokan, pada elemen ini menghasilkan kalor sebesar 2438,25 kalori. Selanjutnya pada elemen berbentuk planplanar menghasilkan kalor yang besarnya diantara kedua bentuk elemen yang lain. Karena lekukan hanya berada disamping ujung elemen tersebut dan jumlah kalor yang dihasilkan sebesar 2541,24 kalori. Jadi dapat disimpulkan bahwa perbedaan bentuk elemen pemanas mempengaruhi nilai resistivitas dan secara tidak langsung berpengaruh terhadap jumlah kalor yang dihasilkan.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil analisis data yang diperoleh, maka dapat diperoleh data sebagai berikut: Pada bentuk spiral ulir menghasilkan kalor sebesar 2760,32 kalori. Pada bentuk spiral melingkar menghasilkan kalor sebesar 2438,25 kalori. Bentuk yang terakhir spiral planplanar menghasilkan jumlah kalor sebesar 2541,24 kalori. Dari data percobaan yang dilakukan dapat disimpulkan bentuk elemen pemanas berpengaruh terhadap jumlah kalor yang dihasilkan

**DAFTAR PUSTAKA**

- Asyari, D. Y. 2009. *Diktat Kuliah struktur dan Sifat Material Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Darma Persada*. Jakarta: Universitas Darma Persada.
- Bueche, F. J. 1989. *Teori dan Soal-Soal Fisika*. Edisi VIII. Jakarta: Erlangga
- Chuzan, A. 2010. *Penentuan Tara Kalor Mekanis Secara Teliti Dengan Metode Gesekan Dua Kerucut*. Prosiding Seminar Nasional Fisika ISBN: 978-979-98010-6-7.
- Dekker, M. 1998. *Electrical Power Cable Engineering Series Book 7*. University of Wisconsin Madison.
- Halliday, D. dan Resnick, R. 1985. *Fisika Jilid 1*. Edisi III. Jakarta: Erlangga.
- Panuntun, B. 2011. *Komparasi Efektifitas Elemen Pemanas Berbentuk Spiral Dan Persegi Planar Untuk Inkubator Bayi*. Laboratorium Eksperimen Program Studi Fisika Unsoed.
- Pujatomo, I. 2010. *Dasar Konversi Energi Listrik Modul*. Pusat Pengembangan Bahan Ajar : Universitas Mercu Buana.
- Sanjaya, R. 2011. Bentuk. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bentuk>. (16 desember 2012)
- Sudirham, S. dan Utari, N. 2012. *Mengenal sifat-sifat Material*. Edisi Januari 2012. Darpublic, Bandung
- Sutrisno dan Ik, T. G. 1997. *Fisika Dasar: Listrik, Magnet, dan Termofisika*. Bandung: ITB.