

**PENETAPAN ENERGI YANG DILEPASKAN DAN DITERIMA KALORIMETER:  
MENCARI KEPASTIAN DALAM NILAI KESETARAAN KALOR**

***DETERMINING THE ENERGY RELEASED AND RECEIVED BY THE  
CALORIMETERS: SEARCHING FOR CERTAINTY IN THE VALUE OF HEAT  
EQUIVALENCE***

Aulia Dwi Khusnarini\*, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta,  
Indonesia

Riki Perdana, Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

\*e-mail: auliadwi.2023@student.uny.ac.id (corresponding author)

**Abstrak.** Energi listrik diperlukan untuk kehidupan sehari-hari manusia, terutama di era modern ini. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat dibuat atau dimusnahkan; namun, energi panas dapat dibuat. Menurut azas Black bahwa panas dan kalor yang dilepas sama dengan panas dan kalor yang diterima, eksperimen ini akan menghasilkan perubahan panas pada air dan kalorimeter, termasuk pengaduk. Tujuan penelitian ini adalah untuk menentukan jumlah energi listrik yang dilepas dan diterima oleh kalorimeter serta nilai kesetaraan kalor listrik. Data suhu dikumpulkan pada detik ke-60, 180, 300, dan 420 yang diperoleh sebesar 35°C, 37°C, 39°C, dan 41°C. Hasil menunjukkan bahwa nilai kesetaraan kalor listrik yang diukur adalah sebesar  $(2,7 \pm 0,5)$  J. Nilai ini jauh lebih rendah daripada nilai yang diantisipasi berdasarkan teori, yang adalah 4,184 J. Untuk memahami penyebab perbedaan ini dan meningkatkan validitas hasil percobaan di masa mendatang, evaluasi menyeluruh proses percobaan dan analisis data sangat penting.

**Kata Kunci:** *Asas Black, kalorimeter, kalor, suhu, tegangan*

**Abstract.** *Electrical energy is necessary for everyday human life, especially in this modern era. The law of energy perpetuity states that energy cannot be created or destroyed; however, heat energy can be created. According to Black's argument that the heat and the calories released are equal to heat and calories received, this experiment will result in heat changes in the water and the calorimeter, including the mixer. The purpose of this study is to determine the amount of electric energy released and received by the calorimeter as well as the value of electric caloric equality. Temperature data collected in the 60th, 180th, 300th, and 420th seconds were obtained at 35°C, 37 °C, 39°C and 41°C. The results showed that the measured electric caloric equality values were  $(2.7 \pm 0.5)$  J. These values are much lower than the theoretically anticipated values, which are 4.184 J. To understand the causes of these differences and improve the validity of future experimental results, a thorough evaluation of the experimental process and data analysis is essential.*

**Keywords:** *Asas Black, calorimeter, heat, temperature, voltage*

## PENDAHULUAN

Praktikum Kesetaraan Kalor-Listrik adalah salah satu judul praktikum di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UNY. Praktikum tersebut bertujuan menentukan besarnya energi yang dilepas dan diterima oleh calorimeter dan menentukan nilai kesetaraan (kalor-listrik). Pandangan pertama mungkin membuat kalor dan listrik terlihat seperti dua fenomena yang berbeda. Namun, melalui penelitian mendalam, ilmuwan menemukan bahwa ada hubungan yang kompleks dan menarik antara keduanya. Dalam dunia yang sangat teknologi, memahami kesetaraan kalor listrik sangat penting untuk mengembangkan berbagai macam perangkat elektronik, seperti komputer dan perangkat energi terbarukan.

Energi listrik adalah kebutuhan penting bagi kehidupan sehari-hari manusia, terutama di era modern. Baik rumah, sekolah, maupun gedung tinggi seperti perkantoran, hotel, dan masih banyak lagi tentu membutuhkannya untuk menjalankan kegiatannya sehari-hari. Hukum kekekalan energi menyatakan bahwa energi tidak dapat dibuat atau dimusnahkan, tetapi dapat diubah menjadi energi panas. Ini terjadi karena arus listrik di rangkaian menghasilkan panas dalam jangka waktu tertentu. Beberapa alat yang menggunakan prinsip perub dapat mengubah energi listrik menjadi panas.

Panas dalam menunjukkan energi yang berbeda yang dihasilkan oleh perubahan suhu. Energi yang berpindah dari suatu sistem yang bersuhu tinggi ke sistem yang bersuhu rendah disebut kalor. Seperti yang disebutkan sebelumnya, energi panas juga dapat diubah menjadi energi listrik. Ini adalah peristiwa yang disebut sebagai tara kalor listrik. Hukum Joule dan Azas Black adalah teori dasar dari tara kalor listrik ini.

Percobaan ini membahas energi kalor dan listrik. Energi listrik dihasilkan oleh suatu catu daya pada suatu resistor dengan Persamaan (1):

$$W = VIt \quad (1)$$

dengan  $V$  adalah tegangan Listrik (volt),  $I$  adalah arus listrik (ampere),  $t$  adalah waktu/lama aliran listrik (sekon).  $W$  adalah energi listrik (joule).

Jumlah kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu zat dinyatakan dengan Persamaan (2):

$$Q = mc(T - T_a) \quad (2)$$

dengan  $m$  adalah massa zat (gram),  $c$  adalah kalor jenis zat (kal/g °C),  $T$  adalah suhu mula-mula zat (°C),  $T_a$  adalah suhu akhir zat (°C), dan  $Q$  adalah jumlah kalor yang diperlukan (kal).

Percobaan ini akan menghasilkan perubahan panas pada air dan calorimeter karena azas Black bahwa panas dan kalor yang dilepas sama dengan panas dan kalor yang diterima. Oleh karena itu, air dan calorimeter, termasuk pengaduk, akan menerima energi listrik yang dilepaskan. Adapun besar nilai kesetaraan kalor listrik dapat dinyatakan dengan Persamaan (3):

$$\gamma = \frac{VIt}{(m_k c_k + m_a c_a)(T_1 - T_2)} \quad (3)$$

$V$  adalah tegangan listrik (volt),  $I$  adalah arus listrik (ampere),  $t$  adalah waktu/lama aliran listrik (sekon),  $m_k$  adalah massa calorimeter (gram),  $c_k$  adalah kalor jenis calorimeter (kal/gr°C),  $m_a$  adalah massa air dalam calorimeter (gram),  $c_a$  adalah kalor jenis air (kal/gr°C),  $T_1$  adalah suhu mula-mula zat (°C), dan  $T_2$  : suhu akhir zat (°C).

Kapasitas kalor per satuan massa suatu benda, yang disebut kalor jenis, adalah karakteristik dari bahan yang membentuknya, sebagaimana ditunjukkan oleh Persamaan (4).

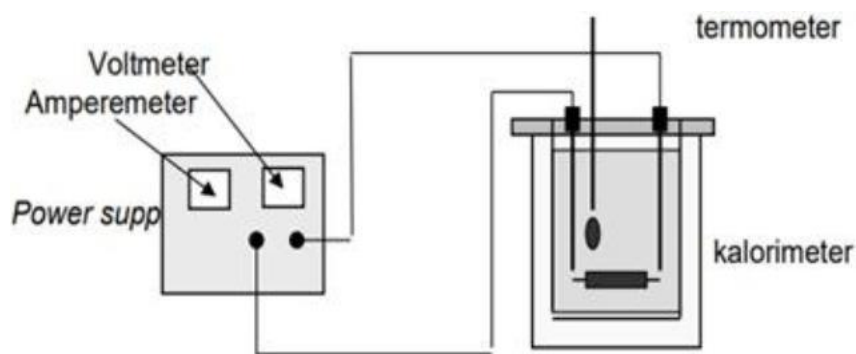
$$c = \frac{\Delta Q}{m\Delta T} \quad (4)$$

(David Halliday, 1985:725)

Hubungan antara energi listrik dan energi panas disebut sebagai kesetaraan kalor listrik. Nilai ini menunjukkan berapa banyak energi panas yang dihasilkan atau diserap ketika jumlah tertentu energi listrik dialirkan melalui sistem. Nilai kesetaraan kalor listrik 1 kalori setara dengan 4,184 joule; dengan kata lain, jika 1 kalori energi panas dihasilkan atau diserap, maka jumlah energi listrik yang diperlukan atau dilewatkan sistem adalah 4,184 joule.

## METODE

Skema penelitian ditunjukkan pada Gambar 1, pemanas dimasukkan ke dalam calorimeter yang sudah diisi air dan dialiri arus sebesar 3,4 ampere pada tegangan 5 volt. Sebelumnya dilakukan penimbangan massa calorimeter sebelum dan sesudah ditambahkan air.



Gambar 1: Skema Rangkaian Penelitian

Perangkat praktikum utama, calorimeter dan kumparan panas, berasal dari laboratorium Fisika Dasar Universitas Negeri Yogyakarta. Voltmeter, amperemeter, *power supply* (DC power), termometer, dan stopwatch adalah perangkat pendukungnya. Langkah pertama dalam percobaan ini adalah mengukur massa calorimeter baik dalam keadaan kosong maupun terisi air. Setelah itu, masukkan hasilnya ke dalam tabel 1. Selanjutnya, pasang rangkaian listriknya, seperti yang ditunjukkan pada gambar 1. Untuk mengukur harga  $V$ , pasang calorimeter dan voltmeter pada *power supply*. Kemudian, hidupkan saklar daya bersamaan dengan stopwatch. Setiap beberapa menit, catat suhu air.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada praktikum kali ini memiliki tujuan menentukan besarnya energi listrik yang dilepas dan diterima oleh kalorimeter dan menentukan nilai kesetaraan (kalor-listrik). Variabel bebas yang dimanipulasi dalam eksperimen ini adalah waktu yang dibutuhkan untuk mencapai suhu yang diinginkan. Suhu air dalam kalorimeter dicatat sebagai respons terhadap manipulasi waktu sebagai variabel terikat. Untuk memastikan bahwa perubahan suhu tidak disebabkan oleh sumber luar yang tidak terkontrol, variabel kontrol seperti massa air, massa kalorimeter, arus listrik, dan tegangan tetap konstan. Untuk itu dilakukan percobaan dengan mengukur waktu dan tegangan yang diperlukan untuk menaikkan suhu. Menggunakan kalorimeter bermassa 90,07 gram dan massa air 155,43 gram. Praktikum kali ini menggunakan variasi waktu 60s, 180s, 300s, dan 420s dengan tegangan dan kuat arus yang tetap sama yaitu 5 V dan 3,4 A. Data hasil eksperimen ditunjukkan oleh Tabel 1. Dengan variasi tersebut diperoleh data kenaikan suhu pada detik ke-60 mencapai 35°C, detik ke-180 mencapai 37°C, detik ke-300 mencapai 39°C, dan detik ke-420 mencapai 41°C.

Tabel 1. Data Hasil Eksperimen

No.	$m_k$ (gram)	$m_a$ (gram)	V (volt)	I (A)	t (sekon)	T (°C)
1.	90,07	155,43	5	3,4	60	35
2.	90,07	155,43	5	3,4	180	37
3.	90,07	155,43	5	3,4	300	39
4.	90,07	155,43	5	3,4	420	41

Besarnya energi, kalor, dan kesetaraan kalor disajikan pada Tabel 2. Pada data pertama yaitu detik ke-60 diperoleh hasil nilai kesetaraan kalor ( $\gamma$ ) dan nilai ralat kesetaraan kalor ( $\Delta\gamma$ ) sebesar  $(0 \pm 0)$  J. Nilai 0 diperoleh karena tidak ada perubahan suhu antara detik ke-0 sampai detik ke-60. Selanjutnya, data kedua yaitu detik ke-180 diperoleh hasil ( $\gamma \pm \Delta\gamma$ ) sebesar  $(2,1 \pm 0,6)$  J. Kemudian, detik ke-300 diperoleh hasil nilai kesetaraan kalor ( $\gamma \pm \Delta\gamma$ ) sebesar  $(3,5 \pm 1,1)$  J. Data yang terakhir yaitu detik ke-420 diperoleh hasil ( $\gamma \pm \Delta\gamma$ ) sebesar  $(4,9 \pm 1,5)$  J. Dari hasil tersebut diperoleh rata-rata berbobot sebesar  $(2,7 \pm 0,5)$  J. Berdasarkan dasar teori, nilai kesetaraan kalor listrik sebesar 4,184 joule sedangkan hasil yang diperoleh dari praktikum kali ini sebesar  $(2,7 \pm 0,5)$  J.

Tabel 2. Energi, Kalor, dan Kesetaraan Kalor

No.	$(W \pm \Delta W)$ J	$(Q \pm \Delta Q)$ J	$(\gamma \pm \Delta\gamma)$ J
1.	$(1.020 \pm 74)$	$(0 \pm 366)$	$(0 \pm 0)$
2.	$(3.060 \pm 206)$	$(1.464,0 \pm 366,5)$	$(2,1 \pm 0,6)$
3.	$(5.100 \pm 338)$	$(1.464,0 \pm 366,5)$	$(3,5 \pm 1,1)$
4.	$(7.140,0 \pm 470,5)$	$(1.464,0 \pm 366,5)$	$(4,9 \pm 1,5)$

Hasil tersebut terlampaui jauh dari dasar teori yang ada. Hal ini disebabkan oleh beberapa hal, antara lain: (1) hasil pengukuran akan dipengaruhi oleh ketelitian alat ukur untuk menimbang massa dari kalorimeter dan air yang sulit dikalibrasi, (2) Ada kemungkinan bahwa panas yang dihasilkan oleh perlakuan pengadukan yang sering dan terlalu cepat akan memengaruhi hasil, dan (3) ada kerusakan pada power supply yang tiba-tiba mati saat praktikum.

## **SIMPULAN**

Hasil praktikum menunjukkan perbedaan yang signifikan antara hasil eksperimen dan teori. Nilai-nilai kesetaraan kalor listrik yang diperoleh dari percobaan ( $2,7 \pm 0,5$ ) J jauh lebih rendah daripada nilai yang diprediksi dalam teori, yang sebesar 4,184 J. Kesimpulannya, hasil percobaan menunjukkan bahwa nilai yang diharapkan dari teori berbeda secara signifikan. Ini menunjukkan betapa pentingnya melakukan evaluasi menyeluruh dari seluruh proses eksperimen, mulai dari perencanaan hingga analisis data, untuk mengetahui apa yang menyebabkan perbedaan tersebut. Dengan memahami faktor-faktor tersebut, kita dapat melakukan perbaikan untuk meningkatkan validitas hasil eksperimen di masa mendatang.

## **UCAPAN TERIMA KASIH**

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dosen Pembimbing dan pihak-pihak yang telah berperan penting dalam pelaksanaan penelitian.

## **DAFTAR PUSTAKA**

Fisika, D. P. (2023). Petunjuk Praktikum Thermodinamika. 5-7.

Halliday, R. (1985). *Fisika Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.

Sulistya, E. (2018). Penggunaan Arduino dan Sistem Akuisisi Data Excel Pada Praktikum Kesetaraan Kalor Listrik. *Jurnal Fisika Indonesia*, 12-14.

Wijaya, D. P. (2018, April 20). *Laporan Praktikum Fisika II*. Diambil kembali dari Scribd: <https://www.scribd.com/document/406201656/Laporan-Praktikum-fisika-Tara-KalorListrik>.

Yuningsih, S. &. (2021). Penentuan Kapasitas Panas Kalorimeter Bejana Dewar Menggunakan Percobaan Konversi Energi Listrik Menjadi Kalor sesuai Hukum Joule. *Prosiding The 12th Industrial Research Workshop and National Seminar*, 805-809.

Zaenab, S. (2013). *Praktikum Kesetaraan Kalor Listrik*. Diambil kembali dari Scribd: <https://www.scribd.com/document/141072999/Prak-kesetaraan-Kalor-Listrik-6>.