

## ARTIKEL RISET

# Penggunaan Arduino dan Sistem Akuisisi Data Excel Pada Praktikum Kesetaraan Kalor Listrik

Eko Sulistya

## Ringkasan

Dalam penelitian ini telah dikembangkan teknik pembacaan dan pengolahan data dalam eksperimen fisika dasar dengan tujuan menentukan nilai kesetaraan kalor listrik. Suhu dibaca dengan sensor suhu dan mikrokontroler arduino, sedangkan interval waktu pembacaan ditentukan dalam pemrograman yang kemudian diunggah ke mikrokontroler. Data waktu dan suhu dibaca dan diolah dengan Microsoft Excel menggunakan add-in (macro) PLX-DAQ, Parallax Data Acquisition tool. Dengan PLX-DAQ, grafik antara waktu versus suhu dapat langsung diamati. Hasil nilai kesetaraan kalor listrik yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebesar 1 joule =  $(0,22 \pm 0,02)$  kalori, sedangkan nilai menurut referensi adalah 1 joule = 0,24 kalori.

**Kata Kunci** : Sensor temperatur, Arduino, Akuisisi Data, PLX-DAQ, Excel

## Abstract

In this research, data reading and processing techniques have been developed in basic physics experiments with the aim of determining the value of electric heat equality. The temperature is read with a temperature sensor and an Arduino microcontroller, while the reading time interval is determined in programming which is then uploaded to the microcontroller. Time and temperature data are read and processed with Microsoft Excel using the PLX-DAQ add-in (macro), Parallax Data Acquisition tool. With PLX-DAQ, graphs between time versus temperature can be directly observed. The results of the value of electric heat equality obtained from this study is 1 joule =  $(0.22 \pm 0.02)$  calorie, while the value according to the reference is 1 joule = 0.24 calorie.

**Keywords**: Temperature Sensor; Arduino; Data Acquisition; PLX-DAQ; Excel

## 1. Pendahuluan

Praktikum Penentuan Kesetaraan Kalor-Listrik adalah salah satu judul praktikum bidang kalor di Laboratorium Fisika Dasar Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam UGM[1]. Praktikum tersebut dilakukan oleh mahasiswa eksakta dari beberapa fakultas di UGM. Prinsip dasar praktikumnya adalah mengubah energi listrik menjadi panas; sehingga dari nilai-nilai energi listrik dan energi panas yang dihasilkan akan diperoleh kesetaraan antara joule dengan kalori. Dari praktikum ini mahasiswa diberi pemahaman bahwa kalor adalah energi dalam bentuk yang lain, dan sekaligus membuktikan angka kesetaraan kalor-energi, yang nilainya menurut referensi adalah 1 joule = 0,24 kalori.

Dalam pelaksanaan praktikum, energi listrik diberikan melalui pemanas yang dengan beda

potensial  $V$  dan dialiri arus  $i$ . Pemanas berupa lilitan kawat dan dimasukkan ke dalam kalorimeter berisi air dengan massa  $m$  yang telah ditimbang. Waktu pemanasan  $t$  ditentukan, suhu awal air sebelum pemanasan dan suhu akhir air setelah pemanasan dicatat. Dari perhitungan kalor yang diserap oleh air maka dapat dihitung angka kesetaraan energi listrik dengan kalor. Eksperimen harus dilakukan dengan dua massa air yang berbeda untuk mengeliminasi harga air kalorimeter sehingga diperoleh nilai  $a$  menurut persamaan

$$a = \frac{Vi}{c(m_1 - m_2)} \left( \frac{t_1}{\delta T_1} - \frac{t_2}{\delta T_2} \right) \quad (1)$$

Pada eksperimen yang dilakukan mahasiswa, waktu diukur dengan stopwatch sedangkan suhu diukur dengan termometer batang. Dalam penggunaan stopwatch hasil pembacaan dipengaruhi oleh waktu reaksi pengamat, yaitu pada saat menghidupkan dan mematikan stopwatch, sedangkan pada pembacaan

Correspondence: [sulistya@ugm.ac.id](mailto:sulistya@ugm.ac.id)

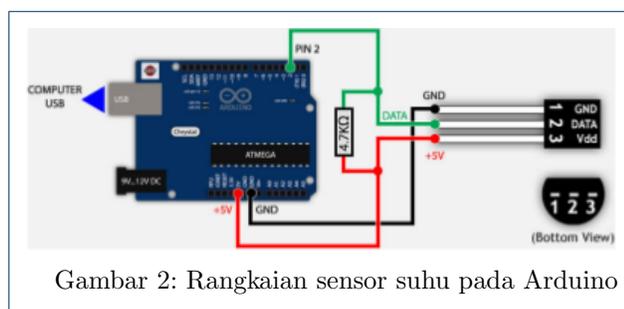
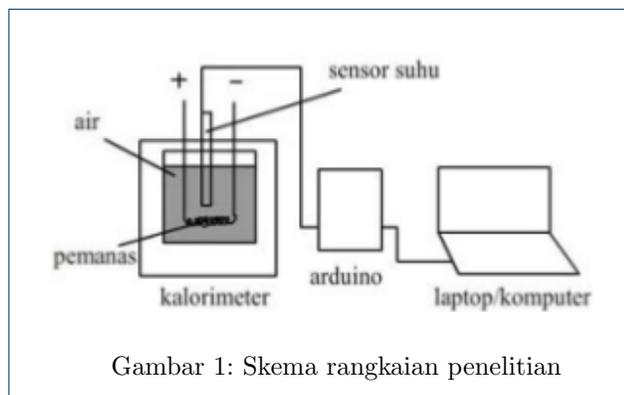
Departmen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, Indonesia

Full list of author information is available at the end of the article

\*Equal contributor

termometer dipengaruhi oleh sumber rapat paralaks. Saat ini, dengan telah berkembangnya teknologi, khususnya dalam bidang sensor dan transducer, ditambah dengan teknologi mikrokontroler, maka terbuka peluang untuk mengganti alat-alat yang bisa menjadi sumber ralat dengan bebas dari sumber ralat [2, 3]. Penggabungan antara eksperimen fisika dengan teknologi yang biasa dilakukan adalah dengan menggunakan mikrokontroler Atmega3264P yang terpasang pada Arduino [4, 5, 6]. Dalam penelitian ini stopwatch digantikan dengan program komputer sedangkan suhu dibaca dengan sensor suhu yang dihubungkan dengan Arduino.

## 2. Metode Penelitian

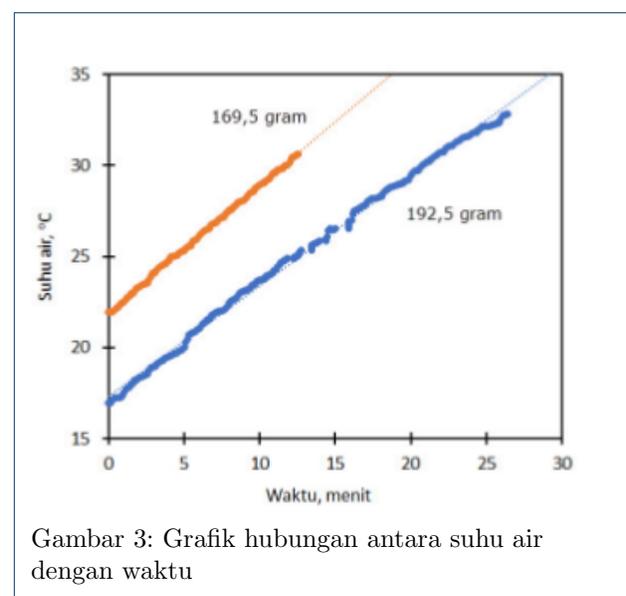


Skema penelitian ditunjukkan pada Gambar 1. Pemanas yang dimasukkan ke kalorimeter diairi arus 2 ampere pada tegangan 3,5 volt. Supaya kalor yang masuk dan kalor yang keluar dari kalorimeter besarnya sama, air yang sudah ditimbang dimasukkan lebih dahulu ke lemari es untuk mendinginkannya beberapa derajat di bawah suhu kamar. Selisih suhu awal air dengan suhu kamar digunakan untuk menentukan saat pemanas dimatikan, yaitu jika selisih suhu akhir dengan suhu kamar sama dengan selisih suhu kamar dengan suhu awal. Untuk mengukur suhu air digunakan sensor suhu bertipe DS18B20, *waterproof*. Rangkaian sensor suhu dengan arduino ditunjukkan

pada Gambar 2. Sensor suhu memerlukan 2 *library* untuk bisa berfungsi, yaitu *library OneWire* dan *library DallasTemperature*. Kedua *library* tersebut digunakan untuk membuat program yang selanjutnya diunggah ke arduino. Isi program adalah instruksi untuk membaca data pada pin 2 yang merupakan keluaran dari sensor suhu. Data tersebut kemudian dibaca oleh komputer dengan interval waktu 5 detik, sehingga diperoleh pasangan data waktu dan suhu.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Grafik hubungan antara suhu air dengan waktu



Gambar 3 menampilkan grafik kenaikan suhu sebagai fungsi waktu dari 2 massa air, yaitu 169,5 gram dan 192,5 gram. Terlihat bahwa ada perbedaan kemiringan antara kedua kurva. Untuk air dengan massa 169,5 gram kemiringannya lebih besar, artinya lebih cepat naik suhunya, dan ini sesuai, karena untuk sejumlah energi yang sama, jika massa air lebih kecil, maka kenaikan suhu lebih besar. Meskipun kemiringan berbeda, namun kedua kurva menunjukkan garis linier. Dari persamaan  $Q = mc\Delta T$ , memang dapat diduga bahwa suhu air berbanding lurus dengan waktu. Namun apakah kemiringan garis berhubungan dengan  $Q$  dan  $mc$  masih perlu dilakukan penelitian lebih lanjut dengan variasi  $Q$ ,  $mc$  ataupun  $m$  yang lebih banyak.

Suhu kamar pada waktu eksperimen dilakukan adalah sekitar  $26,5^{\circ}\text{C}$ , dan pengambilan data seperti yang nampak pada Gambar 3 menunjukkan bahwa suhu akhir dipilih sedemikian sehingga selisih antara suhu akhir dengan suhu kamar sama dengan selisih

suhu kamar dengan suhu awal. Pada keadaan ini diharapkan bahwa kalor yang keluar dan masuk ke kalorimeter dari lingkungan adalah sama. Keadaan ini yang juga mungkin membuat hubungan antara suhu dengan waktu berbentuk linier. Pada suhu yang lebih tinggi dari suhu akhir terlihat suhu tidak linier lagi untuk massa air 192,5 gram.

### 3.2 Penentuan konstanta kesetaraan listrik-kalor

Waktu pemanasan sesuai dengan suhu akhir yang ditentukan untuk massa air 169,6 gram dan 192,5 gram masing-masing adalah 598,77 detik dan 1.533,87 detik. Kenaikan suhu air untuk masing-masing massa air adalah  $7^{\circ}\text{C}$  dan  $15,31^{\circ}\text{C}$ . Dalam MKS, kalor jenis air adalah  $1000 \text{ kalori/kg}^{\circ}\text{C}$ . Dengan nilai-nilai hasil pengamatan diperoleh nilai  $a = 4,45832 \text{ joule/kalori}$ . Atau bisa ditulis  $1 \text{ joule} = 1/4,45832 \text{ kalori} = 0,2243 \text{ kalori}$ .

Ketidakpastian pada  $a$  berasal dari ketidakpastian pada pembacaan  $V, i, m$  dan dari sensor suhu. Tegangan  $V$  dan arus  $i$  dibaca dengan menggunakan voltmeter dan ampermeter analog, dengan garis-garis skala yang cukup lebar, sehingga ralat pembacaan bisa diperkirakan sebesar  $1/10$  skala terkecil, dan total ralat dari sumber-sumber lain bisa diperkirakan memberikan sumbangan ralat pada  $V$  dan  $i$  masing-masing maksimum sebesar  $2\%$ . Demikian juga dalam pengukuran massa, yang dilakukan dengan *triple balance*, ralatnya pada digit yang terakhir, yaitu  $1/10$  gram, dan ralat total bisa sebesar  $0,2$  gram. Jadi untuk massa 1 bisa diperkirakan nilainya adalah  $169,5 \pm 0,2$  gram, dan untuk massa 2 adalah  $192,5 \pm 0,2$  gram, sehingga sumbangan ralatnya pada  $a$  bisa sebesar  $0,2\%$ . Untuk sensor suhu, ralatnya tidak lebih dari  $2\%$  pada pengukuran suhu di bawa  $37^{\circ}\text{C}$ [7]. Dari sumbangan-sumbangan ralat tersebut, ralat dalam  $a$  diperkirakan tidak lebih dari  $7\%$ , sehingga hasil kesetaraan kalor-listrik dari penelitian ini dapat dituliskan sebagai :  $1 \text{ kalori} = (0,22 \pm 0,02) \text{ joule}$ . Sesuai/cocok dengan nilai pada referensi. Di dalam praktikum fisika dasar, yang pelaksanaan dan metode praktikumnya tidak sedetail dan serumit pada penelitian, besar maksimum ralat yang bisa diterima adalah  $10\%$ . Dengan besar ralat  $10\%$  maka dapat dikatakan bahwa nilai kesetaraan kalor-listrik pada penelitian ini cocok (sesuai) dengan nilai pada referensi.

## 4. KESIMPULAN DAN SARAN

Dari hasil dan pembahasan, dapat diambil beberapa kesimpulan, antara lain:

- 1 Dari segi pelaksanaan eksperimen, dengan menggunakan sensor suhu, arduino dan program akuisisi data Excel, pembacaan dan analisis data menjadi lebih mudah.
- 2 Grafik juga dapat langsung diperoleh pada saat eksperimen berlangsung.
- 3 Nilai kesetaraan kalor listrik yang diperoleh adalah  $1 \text{ kalori} = (0,22 \pm 0,02) \text{ joule}$ , dengan ketidakpastian sekitar  $7\%$ . Hasil ini sesuai dengan nilai referensi.

Pengembangan yang lebih lanjut adalah dengan menggunakan modul switch (relay) pada Arduino sehingga menghidupkan dan mematikan pemanas bisa dilakukan secara otomatis dengan pemrograman berdasarkan kondisi tertentu, yaitu nilai suhu awal dan suhu akhir.

## PENULIS

- 1 Eko Sulisty  
Dari :  
(1) Departmen Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Gadjah Mada

## Pustaka

1. Dasar SLF. Panduan Praktikum Fisika Dasar. Yogyakarta: LFD, Dep. Fisika, Fakultas MIPA, UGM; 2016.
2. Lustig F, Schauer F, Ozvoldova M. INTELLIGENT SCHOOL EXPERIMENTAL SYSTEM (ISES) FOR COMPUTER BASED LABORATORIES IN PHYSICS. Prague, Czech Republic: Charles University, Faculty of Mathematics and Physics, Department of Didactics of Physics; 2008. .
3. Kocijancic S. Self Made Data Acquisition System Applied in Physics Lab. Kardeljeva pl. 16, SI-1000 Ljubljana, Slovenia: Department of Physics and Technology, Faculty of Education, University of Ljubljana; 2000.
4. Sonnenfeld R. Experiments with Electricity and Magnetism for Physics 336 L. New Mexico: New Mexico Tech Socorro; 2016.
5. Bouquet F, Bobroff J, Fuchs-Gallezot M, Maurines L. Project-based physics labs using low-cost open-source hardware. Am J Phys. 2017;85(3):216–222.
6. Petry CA, Pacheco FS, Lohmann D, Correa GA, Moura P. Project teaching beyond Physics: Integrating Arduino to the laboratory. In: XII Technol. Appl. to Electron. Teach. Conf. XII Technologies Applied to Electronics Teaching Conference; 2016. p. 1–6.
7. Rozaq IA, DS NY. Uji Karakterisasi Sensor Suhu DS18B20 Waterproof Berbasis Arduino Uno Sebagai salah Satu Parameter Kualitas Air. In: Prosding SNATIF Ke-4; 2017. .