

Design of Calorimeter Based on Microcontroller

Barep Fredy Prakoso, Artono Dwijo Sutomo, Riyatun
Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,
Sebelas Maret University (UNS), Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan, Surakarta 57126
Email: barepfredy@student.uns.ac.id

ABSTRACT

The research on the design of calorimeter based on microcontroller was successfully carried out. This study aims to make a calorimeter design with sensors *LM35*, *Loadcell* and Arduino *UNO* as the microcontroller to determine the specific heat of the material. This tool consists of a metal vessel that has two parts separated with air. One of the advantages of this tool is can take measurements quickly and in real time. The testing of the *LM35* temperature sensor was conducted compare to the temperature measuring by manual thermometer at 32 °C to 37 °C with a linearity rate of 97.32%. *Loadcell* testing with *HX711* modules at a load of 5 grams to 30 grams was compared to the measurement results of mass measurements with digital scales, which were obtained by a linearity rate of 96.12%. From the results of the test, design of calorimeter based on microcontroller was designed to measure the specific heat of material. The value calorimeter specific heat measurement results were 0.088 ± 0.007 kal / g °C and copper is 0.109 ± 0.024 kal / g °C with the copper heating value in the literature was 0.0924 kal / g °C.

Keywords: *Calorimeters, LM35, Loadcell, specific heat*

Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler

Barep Fredy Prakoso, Artono Dwijo Sutomo, Riyatun

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

Universitas Sebelas Maret (UNS), Jl. Ir. Sutami 36A Ketingan, Surakarta 57126

Email: barepfredy@student.uns.ac.id

ABSTRAK

Penelitian mengenai rancang bangun kalorimeter berbasis mikrokontroler ini telah berhasil dilaksanakan. Penelitian ini mempunyai tujuan membuat suatu rancang bangun alat kalorimeter dengan sensor *LM35*, *Loadcell* serta *Arduino UNO* sebagai mikrokontrolernya untuk mengetahui besar kalor jenis bahan. Alat ini terdiri dari sebuah bejana logam yang terdapat dua buah bagian yang dipisahkan dengan udara. Salah satu keunggulan dari alat ini adalah dapat melakukan pengukuran secara cepat dan *real time*. Pengujian sensor suhu *LM35* dilakukan dengan membandingkan pengukuran suhu terhadap thermometer pada suhu 32°C sampai 37°C dengan tingkat linieritas 97,32 %. Pengujian *Loadcell* dengan modul *HX711* pada beban 5 gram sampai 30 gram dilakukan perbandingan hasil pengukuran massa dengan timbangan digital diperoleh tingkat linieritas 96,12%. Dari hasil pengujian tersebut dirancanglah sebuah alat kalorimeter berbasis mikrokontroler untuk mengukur besarnya kalor jenis suatu bahan. Hasil pengukuran kalor jenis kalorimeter sebesar $0,088 \pm 0,007 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$ sedangkan untuk bahan tembaga sebesar $0,109 \pm 0,024 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$ dengan nilai kalor jenis tembaga pada literatur adalah $0,0924 \text{ kal/g}^\circ\text{C}$.

Kata kunci : kalorimeter, *LM35*, *Loadcell*, kalorjenis.

1. Pendahuluan

Kalorimeter adalah alat yang digunakan untuk mengukur besarnya energi panas menjadi listrik. Penelitian yang dilakukan ini adalah perancangan alat kalorimeter berbasis mikrokontroler dengan adanya pengaruh sensor suhu *LM35* sebagai pengganti termometer dan *loadcell* untuk timbangan digitalnya. maka data yang

dicari secara otomatis akan tampil dilayar LCD sehingga memudahkan dalam membaca data. Permasalahan pada penelitian ini yaitu susahnya dalam melakukan suatu pengukuran suhu secara langsung pada praktikum kalorimeter dengan hasil yang stabil dan dilakukan secara cepat dengan selang waktu tertentu menggunakan sensor-sensor yang digunakan.

Sensor suhu *LM35* berfungsi mendeteksi kadar suhu dalam kalorimeter berupa derajat perubahan suhu, dengan bantuan elemen pemanas untuk menambahkan variasi suhu pada kalorimeter secara fluktuatif, *Loadcell* sebagai sensor berat dengan modul *HX711* atau modul timbangan yang fungsinya sebagai konverter analog ke digital atau mengubah perubahan hambatan pada *loadcell* ke satuan massa (gram)^[1].

2. Tinjauan Pustaka

Suhu adalah suatu besaran yang menyatakan derajat panas dingin suatu benda. Suhu adalah besaran fisika yang dapat dirasakan. Alat pengukur suhu adalah thermometer. Satuan Standard Internasional (SI) dari suhu adalah K (kelvin), atau satuan lain yang sering dipakai antara lain °C (derajat Celcius), °R (derajat Reamur), dan °F (derajat Fahrenheit). Kondisi titik beku air pada skala Kelvin adalah 273,15 K -373,15 K saat air sudah menguap, dan pada skala celcius antara 0°C-100°C, pada skala Reamur antara 0°R-80°R, dan pada skala Fahrenheit antara 32°F-212°F. Konversi antara skala derajat Celcius dengan skala Kelvin adalah :

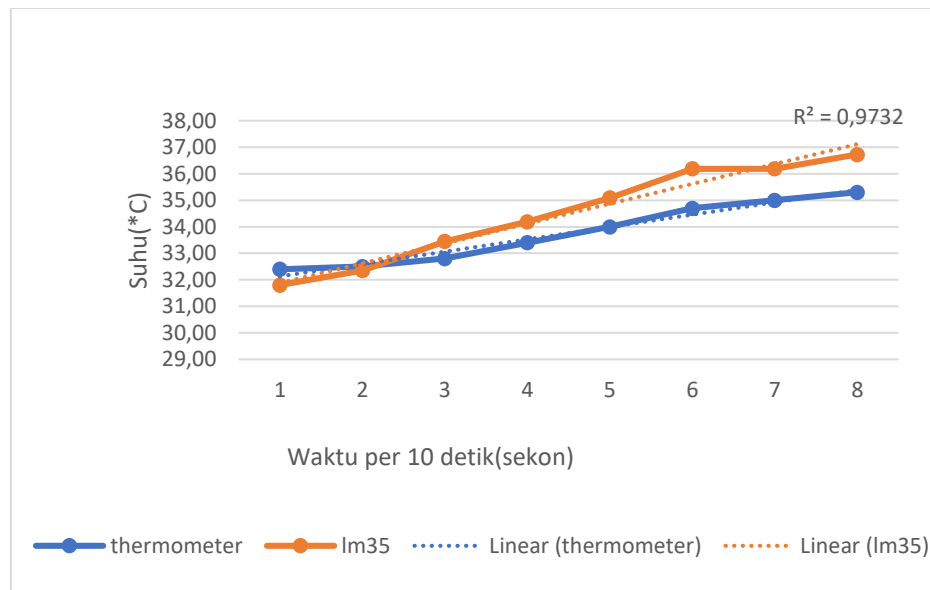
$$TK = T^{\circ}\text{C} + 273,15 K$$

Panas dapat diartikan sebagai suatu bentuk energi karena perbedaan suhu^[2]. Energi panas dapat dipindahkan dari tempat satu ketempat lainnya, akan tetapi tidak dapat diciptakan atau dimusnahkan. Kalor Jenis (*Specific heat*) zat adalah jumlah kapasitas panas tiap satuan massa. Besar nilai panas jenis adalah :

$$c = \frac{Q}{m \Delta T}$$

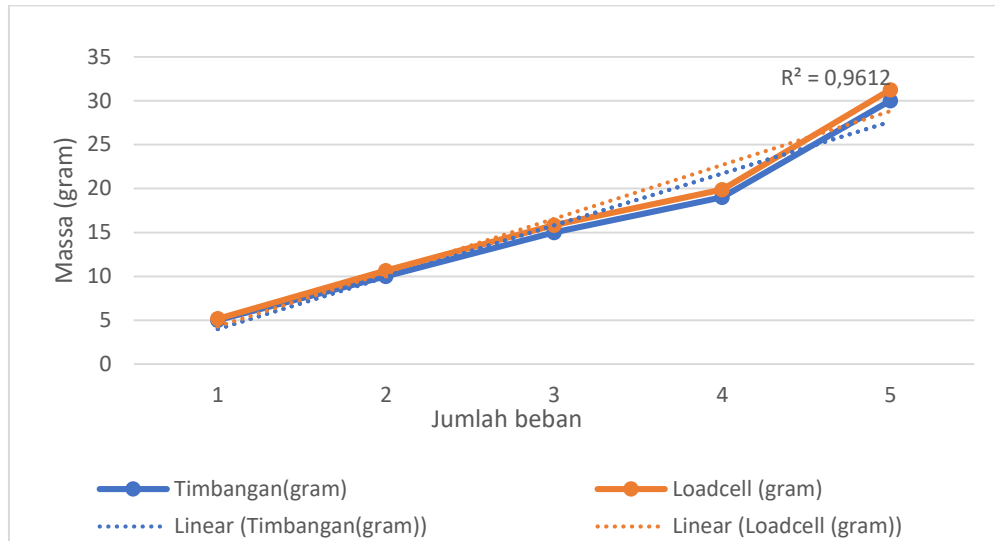
3. Hasil dan Pembahasan

Sensor *LM35* adalah salah satu jenis transducer input yang mengubah besaran suhu ke besaran listrik (tegangan). Sensor suhu *LM35* memiliki keakuratan tinggi jika dibandingkan dengan sensor suhu lain, sensor ini memiliki keluaran impedansi yang rendah dan linieritas yang tinggi sehingga mudah dihubungkan dengan rangkaian kendali khusus. Secara prinsip, sensor ini akan melakukan penginderaan setiap perubahan 1 °C dengan menunjukkan tegangan keluaran sebesar 10mV. Elemen pemanas digunakan untuk menaikkan suhu pada kalorimeter. Kalibrasi sensor *LM35* memiliki linieritas sebesar 97,32% seperti pada grafik dibawah ini:



Gambar 2. Grafik Hasil Perbandingan Thermometer dengan *LM35*

Pengujian berat menggunakan sensor *loadcell* dengan modul *HX711* pada alat kalorimeter dilakukan dengan melakukan kalibrasi pada *loadcell*. Kalibrasi dilakukan dengan membandingkan hasil pengukuran dari *loadcell* dengan pengukuran massa dengan timbangan.



Gambar 3. Grafik perbandingan pengukuran beban menggunakan loadcell dengan timbangan.

Berdasarkan grafik diatas diketahui bahwa nilai kalibrasi sensor *loadcell* memiliki linieritas 96,12%. Batas ambang dari sensor *loadcell* yang dipakai untuk pengukuran ini adalah 0 sampai 5kg.

Penelitian ini telah merancang kalorimeter berbasis mikrokontroler dengan beberapa komponen sensor diantaranya *lm35* untuk mengukur temperature dan *loadcell* untuk menimbang kalorimeter dan material ujinya secara otomatis lewat *software* arduino. Berdasarkan pengujian yang dilakukan maka diperoleh hasil sebagai berikut:

Nama	Kalor Jenis (kal/gram ⁰ C)	Kalor Jenis (J/Kg ⁰ C)
c kalorimeter	0,088 ± 0,007	368,368 ± 29,302
c bahan (12 gram)	0,109 ± 0,024	456,274 ± 100,464

Faktor yang mempengaruhi besarnya nilai kalor jenis antara lain : perubahan suhu yang berubah-ubah sehingga mempengaruhi tingkat sensitivitas sensor *LM35*, perubahan massa yang berubah-ubah diakibatkan sensor *loadcell* yang sensitive.

4. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan suatu rancang bangun alat kalorimeter berbasis mikrokontroler menggunakan *Arduino UNO* dengan perpaduan beberapa sensor diantaranya sensor suhu *LM35* dan sebuah sensor berat *loadcell* dengan modul *HX711*. Hasil pengukuran kalor jenis kalorimeter adalah $0,088 \pm 0,007$ kal/gram⁰C dan kalor jenis tembaga adalah $456,274 \pm 100,464$ kal/gram⁰C.

5. Daftar Pustaka

- [1] N. Yamazoe, et all. (1986). *Humidity sensors: principles and applications*. Sensors and Actuators, 379-398.
- [2] Anderson G.M. (2005). *Thermodynamics of Natural Systems*. New York: Cambridge University Press
- [3] Jose J. Segovia, David Vega-Meza, Cesar R. Chamorro, M. Carmen Martin. (2008). *High-pressure isobaric heat capacities using a new flow calorimeter*. J. of Supercritical Fluids 46, 258-264.