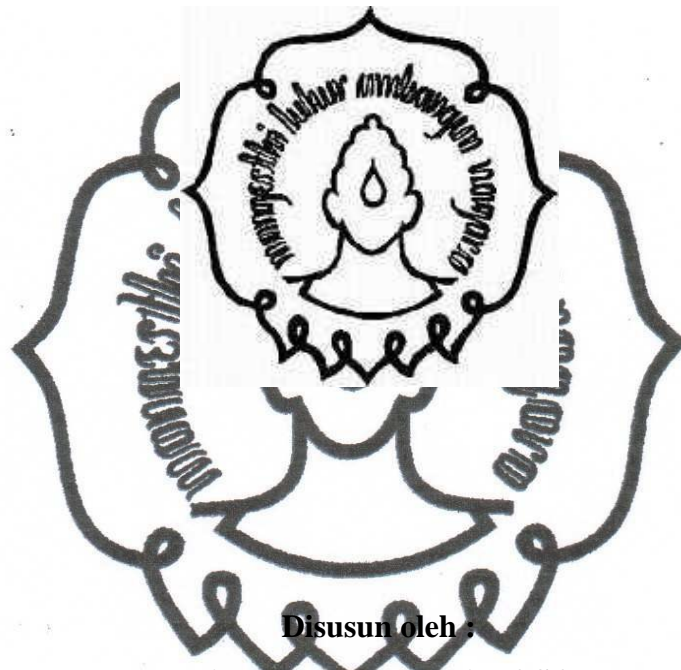


**RANCANG BANGUN KALORIMETER BERBASIS
MIKROKONTROLER**



Disusun oleh :
BAREP FREDY PRAKOSO
M0213016

SKRIPSI

**Diajukan untuk memenuhi sebagian
Persyaratan mendapatkan gelar Sarjana Sains**

**PROGRAM STUDI FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA
November 2018**

HALAMAN PERSETUJUAN

SKRIPSI

Rancang Bangun Kalorimeter Bebas Mikrokontroler

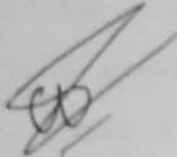
Oleh:

Barep Fredy Prakoso

M0213016

Telah disetujui oleh :

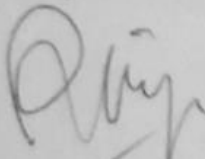
Pembimbing 1



Artono Dwijo Sutomo, S.Si, M.Si
NIP 197001281999031001

Tanggal: 6/11/2018

Pembimbing 2



Dra. Riyatun., M.Si
NIP 196802261984022001

Tanggal: 5/11/18

HALAMAN PENGESAHAN

SKRIPSI

Skripsi dengan judul : Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler
Yang ditulis oleh :

Nama : Barep Fredy Prakoso

NIM : M0213016

Telah diuji dan dinyatakan lulus oleh dewan penguji pada:

Hari : Kamis

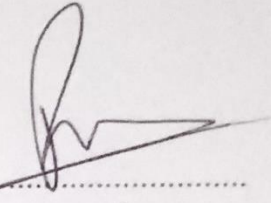
Tanggal : 22 - 11 - 2018

Dewan Penguji :

1. Ketua Penguji

Nama : Drs Hery Purwanto, M.Sc


NIP : 195905181987031002

Ttd 

2. Sekretaris Penguji

Nama : Dr. Eng. Kusumandari, S.Si, M.Si

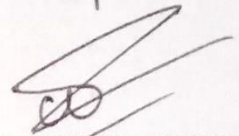
NIP : 198105182005012002

Ttd 

3. Anggota Penguji 1

Nama : Artono Dwijo Sutomo, S.Si, M.Si

NIP : 197001281999031001

Ttd 

4. Anggota Penguji 2

Nama : Dra. Riyatun, M.Si

NIP : 196802261984022001

Ttd 

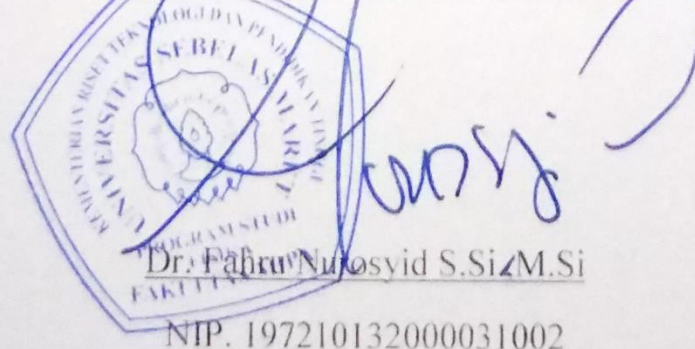
Disahkan pada tanggal 20-12-2018

Oleh

Kepala Program Studi Fisika

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Sebelas Maret Surakarta

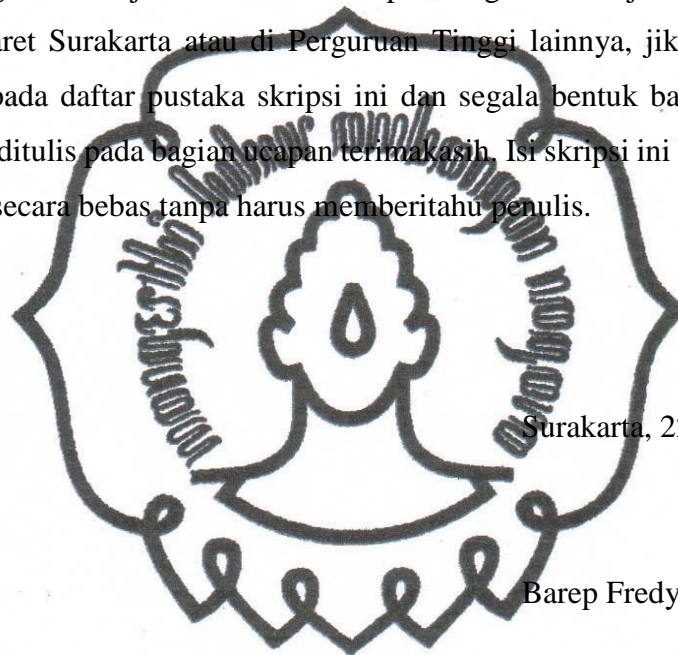


Dr. Fabru Nulosyid S.Si, M.Si

NIP. 197210132000031002

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler” adalah hasil kerja saya berdasarkan arahan dari pembimbing saya. Sampai saat ini, menurut sepengetahuan saya, isi dari skripsi saya tidak berisi materi yang telah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain atau materi yang telah diajukan untuk mendapatkan gelar kesarjanaan di Universitas Sebelas Maret Surakarta atau di Perguruan Tinggi lainnya, jika ada maka telah dituliskan pada daftar pustaka skripsi ini dan segala bentuk bantuan dari semua pihak telah ditulis pada bagian ucapan terimakasih. Isi skripsi ini boleh dirujuk atau difotokopi secara bebas tanpa harus memberitahu penulis.



Surakarta, 22 November 2018

Barep Fredy Prakoso

MOTTO

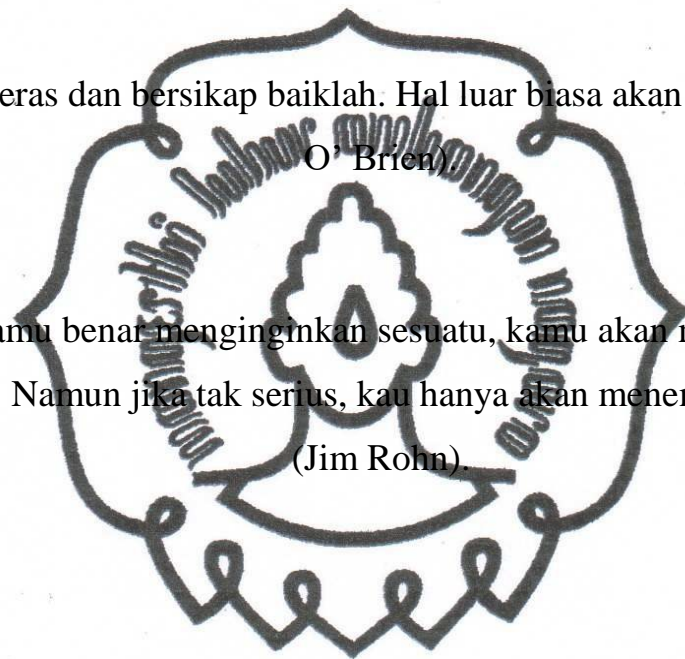
Ingatlah Allah saat hidup tak berjalan sesuai keinginanmu. Allah pasti punya jalan yang lebih baik untukmu.

Bekerja keras dan bersikap baiklah. Hal luar biasa akan terjadi (Conan

O' Brien)

Jika kamu benar menginginkan sesuatu, kamu akan menemukan caranya. Namun jika tak serius, kau hanya akan menemukan alasan

(Jim Rohn)



PERSEMBAHAN

Puja dan puji syukur kupersembahkan kepada Allah SWT yang senantiasa memberikan iman, sehat serta waktu kepada hamba ini. Semoga dengan keberhasilan dibuatnya karya tulis ini menjadi satu langkah bagi hamba menjadi manusia yang lebih berguna bagi nusa dan bangsa . Karya tulis ini ku persembahkan kepada :

1. Teruntukmu Bapak dan Ibu tercinta, yang tidak pernah hentinya memberi support, dorongan, nasihat, do'a maupun dengan ikhlas memberikan kasih sayang yang tak terbatas hingga sekarang ini.
2. Teruntuk adikku tercinta Tegar Galih Pamungkas terima kasih atas segala do'a dan dukungannya selama ini.
3. Teruntuk Bapak Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si dan Ibu Dra Riyatun M.Si sebagai Dosen Pembimbing serta orang tua kedua, yang selalu bersabar dan memberikan nasehat serta dukungan kepada saya selama ini.
4. Terima kasih kepada Saudari Ninik Rudiyantri yang selama ini sangat sabar dan selalu mendukung dari awal semester hingga sekarang. Terima kasih atas do'a dan nasihatnya selama ini yang sangat berharga buatku..
5. Teruntuk keluarga, sahabat, dan teman-teman yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu, terimakasih atas do'a, dukungan serta motivasi yang diberikan selama ini.

Design of Calorimeter Based on Microcontroller

Barep Fredy Prakoso

Department of Physics, Faculty of Mathematics and Natural Sciences,

Sebelas Maret University (UNS), Jl. Ir. Sutami 36A Kentingan, Surakarta 57126

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

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,

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

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 termometer 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.

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah, serta kemudahan dalam menyelesaikan naskah skripsi ini yang berjudul “Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler”. Shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad S.A.W, keluarga, sahabat umatnya yang senantiasa istiqomah. Skripsi ini tidak akan selesai tanpa adanya bantuan dari banyak pihak, karena itu penulis menyampaikan terima kasih kepada :

1. Dr. Fahru Nurosyid, S.Si., M.Si. selaku Kepala Prodi Fisika Fakultas MIPA Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Artono Dwijo Sutomo, S.Si., M.Si. selaku pembimbing I skripsi yang telah banyak memberikan saran dan masukan pada skripsi ini.
3. Dra Riyatun, M.Si. selaku pembimbing II yang telah banyak memberikan masukan dalam perbaikan skripsi ini, dan telah meluangkan waktu, pikiran, dan tenaga untuk membimbing dan mengarahkan dengan penuh kesabaran selama masa studi dan penyusunan skripsi ini.
4. Ibu dan Bapak yang paling saya sayangi, atas bimbingan, doa, semangat, dan biaya yang selalu engkau berikan.
5. Adik tercinta Tegar Galih Pamungkas, atas segala do'a dan dukungan yang selalu diberikan kepada saya selama ini.
6. Ninik Rudiyantri yang senantiasa selalu ada baik suka maupun duka , serta do'a dan semangat yang diberikan selama ini.
7. Teman-teman fisika angkatan 2013 terima kasih atas segala kebersamaannya.

Penulis menyadari akan banyaknya kekurangan dalam penulisan skripsi ini. Demikian, penulis berharap semoga karya kecil ini bisa bermanfaat bagi pembaca.

Surakarta, 22 November 2018

Barep Fredy Prakoso

PUBLIKASI

Sebagian skripsi saya yang berjudul “Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler” telah dipublikasikan pada Repository UNS : <https://digilib.uns.ac.id/dokumen/detail/58235/Design-of-Calorimeter-Based-on-Microcontroller> pada hari Selasa, 15 Januari 2019.



DAFTAR ISI

| | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| HALAMAN JUDUL | i |
| HALAMAN PERSETUJUAN | ii |
| HALAMAN PENGESAHAN | iii |
| HALAMAN PERNYATAAN | iv |
| HALAMAN MOTTO | v |
| HALAMAN PERSEMBAHAN | vi |
| HALAMAN ABSTRACT | vii |
| HALAMAN ABSTRAK | viii |
| KATA PENGANTAR | ix |
| PUBLIKASI | x |
| DAFTAR ISI | xi |
| DAFTAR GAMBAR | xiii |
| DAFTAR TABEL | xiv |
| DAFTAR SIMBOL | xv |
| BAB I PENDAHULUAN | 1 |
| 1.1. Latar Belakang | 1 |
| 1.2. Batasan Masalah | 2 |
| 1.3. Rumusan Masalah | 2 |
| 1.4. Tujuan Penelitian | 3 |
| 1.5. Manfaat Penelitian | 4 |
| BAB II TINJAUAN PUSTAKA | 4 |
| 2.1. Suhu | 4 |
| 2.2. Panas | 5 |
| 2.3. Energi Internal | 6 |
| 2.4. Kapasitas Kalor | 7 |
| 2.5. Kalor Jenis | 7 |
| 2.6. Kalorimeter | 8 |
| 2.7. Prinsip Kerja Kalorimeter..... | 9 |

| | |
|---|-----------|
| 2.8. Sensor Suhu <i>LM35</i> | 10 |
| 2.9. Sensor Beban (<i>Load Cell</i>)..... | 12 |
| 2.10. Mikrokontroler Arduino UNO..... | 12 |
| 2.11. Arduino Toolbox | 13 |
| 2.12. Modul Penguat <i>HX711</i> | 14 |
| BAB III METODE PENELITIAN | 16 |
| 3.1. Tempat dan Waktu Penelitian | 16 |
| 3.2. Alat | 16 |
| 3.3. Bahan..... | 16 |
| 3.4. Diagram Penelitian..... | 17 |
| 3.5. Diagram Uji Sensor <i>LM35</i> | 18 |
| 3.6. Diagram Uji <i>Loadcell</i> | 19 |
| 3.7. Skema Rancangan Alat | 20 |
| 3.8. Prosedur Penelitian | 20 |
| 3.8.1. Tahap Studi Awal..... | 20 |
| 3.8.2. Tahap Pengumpulan dan Pengolahan Data..... | 20 |
| 3.8.2.1. Penetapan Konsep Awal Desai Rangkaian Instrumen..... | 20 |
| 3.8.2.2. Uji Rangkaian Alat dan Pembuatan Prototype Kalorimeter | 21 |
| 3.8.2.3. Pengujian Alat dan Pengambilan Data | 21 |
| 3.8.3. Tahap Akhir Analisa Data | 23 |
| BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN | 24 |
| 4.1. Pengujian Sensor Suhu <i>LM35</i> | 24 |
| 4.2. Pengujian Sensor Berat <i>Loadcell</i> dengan Modul <i>HX711</i> | 27 |
| 4.3. Membuat Rancangan Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler.. | 30 |
| 4.4. Hasil Unjuk Kinerja Kalorimeter | 31 |
| BAB V KESIMPULAN DAN SARAN | 34 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 34 |
| 5.2 Saran | 35 |
| DAFTAR PUSTAKA | 36 |
| LAMPIRAN | 39 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 2.1. Ilustrasi untuk memudahkan konversi suhu dalam berbagai skala (Abdullah, 2016) | 5 |
| Gambar 2.2. Kalorimeter Air Sederhana (Wijanarko, 2013) | 9 |
| Gambar 2.3. Sensor <i>LM35</i> dan Konfigurasi Pin (SNIIS, 2017)..... | 11 |
| Gambar 2.4. <i>Basic Centrigade Temperature Sensor</i> (SNIIS,1999)..... | 11 |
| Gambar 2.5. <i>Full-Range Centrigate Sensor</i> (SNIIS,1999) | 11 |
| Gambar 2.6. Bentuk Fisik Sensor <i>Load-Cell</i> (Jurkarnine,2015) | 12 |
| Gambar 2.7. Spesifikasi Arduino <i>UNO</i> (Chuan,2017) | 13 |
| Gambar 2.8. Perangkat Lunak Arduino (Dinata,2013) | 14 |
| Gambar 2.9. Modul Penguat | 15 |
| Gambar 3.1. Flowchart Metodologi Penelitian | 17 |
| Gambar 3.2. Diagram Pengujian Sensor <i>LM35</i> | 18 |
| Gambar 3.3. Diagram uji sensor berat <i>Loadcell</i> | 19 |
| Gambar 3.4. Gambar Skema Alat | 20 |
| Gambar 3.5. Tampilan Serial Komputer pada Arduino | 22 |
| Gambar 4.1. Grafik Hasil Perbandingan Thermometer terhadap <i>LM35</i> | 27 |
| Gambar 4.2. Grafik perbandingan pengukuran beban menggunakan <i>loadcell</i> dengan timbangan | 29 |
| Gambar 4.3. Rancang Bangun Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler..... | 30 |
| Gambar 4.4. Pengujian Alat Kalorimeter..... | 32 |
| Gambar 4.5. Display Kalorimeter Berbasis Mikrokontroler..... | 33 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 2.1. Kalor Jenis Suatu Zat (Serway, 2004) | 8 |
| Tabel. 4.1 Tabel hasil pengujian sensor suhu <i>LM35</i> | 26 |
| Tabel 4.2 Tabel Hasil pengujian <i>Loadcell</i> | 28 |
| Tabel 4.3 Tabel Hasil pengujian <i>Loadcell</i> dengan variasi beban..... | 28 |
| Tabel 4.4 Tabel Hasil Pengujian Kalorimeter..... | 32 |



DAFTAR SIMBOL

| Simbol | Keterangan | Satuan |
|------------|--------------------------------------|---------------------------------------|
| T | Suhu | K atau $^{\circ}C$ |
| C | Kapasitas kalor | J/K atau $kal/^{\circ}C$ |
| C_v | Kapasitas kalor pada volume konstan | J/K atau $kal/^{\circ}C$ |
| C_p | Kapasitas kalor pada Tekanan konstan | J/K atau $kal/^{\circ}C$ |
| Q | Energi kalor | Joule atau kalori |
| ΔT | Perubahan suhu | K atau $^{\circ}C$ |
| c | Kalor jenis | $kal/g^{\circ}C$ atau $J/kg^{\circ}C$ |
| m | Massa | Kg atau gram |
| V_s | Tegangan Sumber | volt |
| V_{out} | Tegangan keluar | volt |