



**DESAIN KALORIMETER SEDERHANA YANG DIPANTAU DENGAN  
MIKROSKOP DIGITAL**

**SKRIPSI**

Oleh

**Fitri Puji Lestari**

**NIM 081810301036**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**



**DESAIN KALORIMETER SEDERHANA YANG DIPANTAU DENGAN  
MIKROSKOP DIGITAL**

**SKRIPSI**

Diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Studi Kimia (S1) dan mencapai gelar Sarjana Sains

Oleh

**Fitri Puji Lestari**

**NIM 081810301036**

**JURUSAN KIMIA**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS JEMBER**

**2013**

## PERSEMBAHAN

Skripsi ini saya persembahkan untuk:

1. Ibunda Misirah dan Ayahanda Budiono yang tercinta;
2. kakak-kakakku Ir. Budi Santoso, Edy Zatmiko, Sugeng Hadi Suprpto, S.P,  
(Alm) Elyas Suhartanto serta adikku Indah Purnamasari tersayang;
3. guru-guru sejak taman kanak-kanak sampai dengan perguruan tinggi;
4. Almamater Fakultas MIPA Universitas Jember.

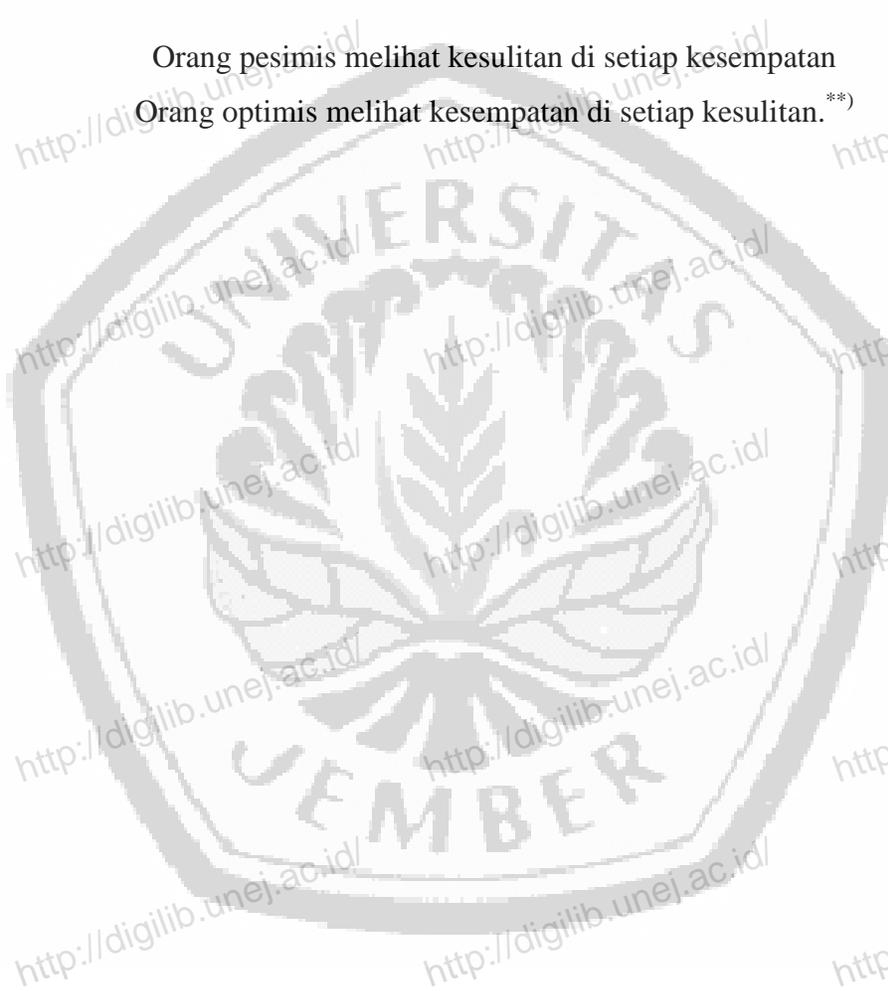


## MOTTO

“*Sesungguhnya bersama kesulitan itu ada kemudahan. Maka apabila kamu telah selesai (dari suatu urusan), tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain).*”

*(terjemahan Surat Al-Insyirah ayat 6-7) \*)*

Orang pesimis melihat kesulitan di setiap kesempatan  
Orang optimis melihat kesempatan di setiap kesulitan.\*\*)



---

\*) Departemen Agama Republik Indonesia.2008. Al Qur'an dan Terjemahannya. Bandung: CV Penerbit Diponegoro.

\*\*\*) Winston Churchill dalam Noel, B.2010.365. Hari Berpikir Positif. Jakarta: Daras Books.

## PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fitri Puji Lestari

NIM : 081810301036

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “*Desain Kalorimeter Sederhana yang Dipantau dengan Mikroskop Digital*” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 17 Januari 2013

Yang menyatakan,

Fitri Puji Lestari

NIM 081810301036

**SKRIPSI**

**DESAIN KALORIMETER SEDERHANA YANG DIPANTAU DENGAN  
MIKROSKOP DIGITAL**



Oleh

**Fitri Puji Lestari**

**NIM 081810301036**

Dosen Pembimbing Utama

Dosen Pembimbing Anggota

Pembimbing

: Tri Mulyono, S.Si, M.Si

: Dwi Indarti, S.Si, M.Si

## PENGESAHAN

Skripsi berjudul “*Desain Kalorimeter Sederhana yang Dipantau dengan Mikroskop Digital*” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember pada:

hari, tanggal :

tempat : Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Tim Penguji

Ketua (DPU),

Sekretaris (DPA),

Tri Mulyono, S.Si, M.Si

Dwi Indarti, S.Si, M.Si

NIP 196810201998021002

NIP 197409012000032004

Anggota Tim Penguji

Penguji I,

Penguji II,

Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si

Asnawati, S.Si, M.Si

NIP 197107031997021001

NIP 196808141999032001

Mengesahkan

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Jember,

Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D

NIP 196101081986021001

## RINGKASAN

**Desain Kalorimeter Sederhana yang Dipantau dengan Mikroskop Digital;** Fitri Puji Lestari, 081810301036; 2013; 42 halaman; Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Suatu padatan memiliki dua jenis energi termal yang tersimpan di dalamnya yaitu energi vibrasi atom-atom di sekitar posisi keseimbangannya dan energi kinetik elektron bebas. Jika suatu padatan menyerap panas maka energi internal yang tersimpan dalam padatan meningkat yang diindikasikan oleh kenaikan suhu. Perubahan energi pada atom-atom dan elektron-bebas menentukan sifat-sifat termal padatan. Sifat-sifat termal salah satunya adalah kapasitas panas. Kapasitas panas (*heat capacity*) adalah jumlah panas yang diperlukan untuk meningkatkan suhu padatan sebesar satu derajat K. Kapasitas panas dari media atau sampel, misalnya cairan sering ditentukan dengan metode kalorimetrik.

Percobaan kalorimetrik mudah untuk dilakukan tetapi mempunyai beberapa kekurangan mengenai keakuratan data yang diperoleh. Keakuratan ini dipengaruhi oleh prosedur kalibrasi dan kehilangan panas, misalnya melalui reaktor dan suhu mengendalikan sistem. Kalorimeter merupakan alat yang sering digunakan untuk mengukur perubahan kalor selama reaksi kimia. Alat kalorimeter yang biasa digunakan di laboratorium adalah kalorimeter termos atau kalorimeter gelas. Wadah gelas tersebut terbuat dari *Styrofoam* untuk tempat pereaksi.

Kalorimeter termos sering digunakan karena alatnya mudah digunakan dan bahannya pun tidak mahal. Pengamatan suhu yang dilakukan pada alat tersebut adalah secara manual atau dengan mata telanjang. Sehingga kemungkinan data pengamatannya kurang teliti. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan modifikasi alat dengan pengamatan suhu menggunakan mikroskop digital. Dimana nantinya diharapkan data yang diperoleh akurasi dan resolusinya lebih baik dan didapatkan nilai entalpi yang lebih akurat.

Melihat kelemahan tersebut, maka dalam penelitian ini dilakukan pembuatan desain kalorimeter sederhana yang dipantau dengan mikroskop digital. Desain kalorimeter ini terdiri dari mikroskop digital, *styrofoam cup*, termometer dan PC, dengan rancangan ini diharapkan akan dihasilkan desain kalorimeter yang menghasilkan data lebih akurat. Tujuan penelitian ini adalah (i) mengetahui tingkat resolusi pembacaan suhu dengan termometer biasa yang dipantau dengan mikroskop digital (ii) Mengetahui nilai  $C_p$  kalorimeter merupakan fungsi suhu (iii) Mengetahui kelayakan kalorimeter yang dibuat dengan menentukan entalpi netralisasi.

Pelaksanaan penelitian ini terdiri atas beberapa tahap, yaitu : (i) penyiapan alat dan bahan, (ii) penyiapan program, (iii) penentuan  $C_p$  kalorimeter, (iv) analisa data (pengujian akurasi, dan presisi) . Penelitian ini dilakukan dengan membandingkan hasil uji dengan nilai literatur. Seluruh proses pengolahan data menggunakan aplikasi program dari *software LabView*. Bahan yang digunakan adalah asam kuat (HCl) dengan basa kuat (NaOH), basa kuat (NaOH) dengan garam ( $\text{NH}_4\text{Cl}$ ) dan asam kuat (HCl) dengan basa lemah ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) dimana pengujiannya dilakukan dengan menggunakan variasi konsentrasi (0,15; 0,1) M.

Hasil penelitian didapatkan bahwa desain kalorimeter yang dipantau dengan mikroskop digital dapat meningkatkan resolusi pembacaan suhu untuk penentuan nilai entalpi reaksi netralisasi larutan. Hasil uji akurasi menunjukkan bahwa desain kalorimeter yang dipantau dengan mikroskop digital mendekati dengan literatur. Hasil akurasi antara reaksi NaOH dengan HCl dan reaksi HCl dengan  $\text{NH}_4\text{OH}$  pada konsentrasi 0,15 M dan 0,1 M yaitu 99,4%, 98,3% dan 99,0% 98,0%. Namun ada nilai akurasi yang diperoleh kecil yaitu reaksi antara NaOH dengan  $\text{NH}_4\text{Cl}$  pada konsentrasi 0,15M dan 0,10 M sebesar 6,9% dan 11,5%, sehingga dari hal ini perlu pengembangan uji menggunakan sampel lain yang memiliki nilai  $(\Delta H) \pm 50 \text{ kJ/mol}$ .

## PRAKATA

Puji syukur alhamdulillah ke hadirat Allah SWT yang telah melimpahkan Taufiq dan Hidayah-Nya sehingga skripsi yang berjudul “*Desain Kalorimeter Sederhana yang Dipantau dengan Mikroskop Digital*” dapat diselesaikan. Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat dalam menyelesaikan pendidikan strata satu (S1) pada Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember.

Penyusunan skripsi ini tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Drs. Kusno, DEA, Ph.D selaku Dekan Fakultas MIPA Universitas Jember;
2. Drs. Achmad Sjaifullah, M.Sc, Ph.D selaku ketua Jurusan Kimia Fakultas MIPA Universitas Jember;
3. Tri Mulyono, S.Si, M.Si dan Dwi Indarti, S.Si, M.Si, selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran serta perhatiannya untuk memberikan dukungan, dan pengarahan demi terselesainya penulisan skripsi ini;
4. Dr. Bambang Piluharto, S.Si, M.Si dan Asnawati, S.Si, M.Si, selaku dosen penguji yang telah meluangkan waktunya guna menguji, serta memberikan kritik dan saran demi kesempurnaan skripsi ini;
5. dosen-dosen FMIPA umumnya, dan dosen-dosen Jurusan Kimia khususnya yang telah banyak memberikan ilmu dan pengetahuan;
6. teman-teman angkatan 2008, terima kasih untuk semua kekompakan, segala bantuan, semangat, dan kenangan yang telah diberikan;
7. teman-teman kosan pink, yang telah banyak memberikan bantuan dan semangat guna penyusunan skripsi ini;
8. kakak-kakak angkatan 2005, 2006, dan 2007;

9. adik-adik angkatan 2009, 2010, 2011, dan 2012;

10. semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu.

Penulis menerima segala bentuk kritik dan saran yang sifatnya membangun. Akhirnya penulis berharap, semoga karya tulis ini dapat bermanfaat bagi ilmu pengetahuan.

Jember, 17 Januari 2013

Penulis



## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iv
<b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....	v
<b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....	vi
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	vii
<b>RINGKASAN</b> .....	viii
<b>PRAKATA</b> .....	x
<b>DAFTAR ISI</b> .....	xii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....	1
<b>1.1 Latar Belakang</b> .....	1
<b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....	2
<b>1.3 Batasan Masalah</b> .....	2
<b>1.4 Tujuan Penelitian</b> .....	3
<b>1.5 Manfaat Penelitian</b> .....	3
<b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
<b>2.1 Panas</b> .....	4
<b>2.2 Suhu</b> .....	4

<b>2.3 Entalpi</b> .....	5
<b>2.4 Perubahan entalpi standar (<math>\Delta H^\circ</math>)</b> .....	7
2.4.1 Entalpi Pembentukan ( $\Delta H_f^\circ$ ) .....	7
2.4.2 Entalpi Pembakaran .....	9
2.4.2 Entalpi netralisasi .....	9
<b>2.5 Kapasitas Panas</b> .....	10
2.5.1 Kapasitas panas pada volume tetap.....	11
2.5.2 Kapasitas panas pada tekanan tetap .....	11
<b>2.6 Ketergantungan entalpi reaksi pada suhu</b> .....	13
<b>2.7 Hukum Hess</b> .....	14
<b>2.8 Kalorimeter</b> .....	14
<b>2.9 Mikroskop Digital</b> .....	16
<b>2.10 Software LabVIEW</b> .....	17
<b>BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN</b> .....	19
<b>3.1 Waktu dan Tempat Penelitian</b> .....	19
<b>3.2 Alat dan Bahan Penelitian</b> .....	19
3.2.1 Alat .....	19
3.2.2 Bahan .....	19
<b>3.3 Diagram Penelitian</b> .....	20
<b>3.4 Prosedur Penelitian</b> .....	20
3.4.1 Pembuatan Larutan Asam Oksalat ( $C_2H_2O_4 \cdot 2H_2O$ ) .....	20
3.4.2 Pembuatan Larutan Indikator Fenolftalein .....	20
3.4.3 Pembuatan Larutan Indikator Metil Merah .....	21
3.4.4 Pembuatan larutan NaOH 1 M .....	21
3.4.5 Pembuatan larutan HCl 1 M .....	21
3.4.6 Pembuatan larutan $NH_4Cl$ 1 M .....	21
3.4.7 Pembuatan larutan $NH_4OH$ 1 M.....	22
3.4.8 Persiapan Program.....	22

3.4.9 Pengambilan Video Digital.....	22
3.4.10 Pengukuran nilai $C_p$ kalorimeter.....	23
3.4.11 Pengujian kelayakan kalorimeter .....	25
3.4.12 Penentuan entalpi netralisasi dengan menggunakan Hukum Hess.....	25
<b>3.4 Analisa Data.....</b>	<b>27</b>
3.5.1 Pengukuran Akurasi.....	27
3.5.2 Penentuan Presisi .....	28
<b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Desain Kalorimeter Sederhana yang Dipantau dengan     Mikroskop Digital.....</b>	<b>29</b>
<b>4.2 Pembuatan Program untuk Analisa Perhitungan Jumlah     Piksel Pada Gambar Digital Termometer.....</b>	<b>31</b>
<b>4.3 Penentuan fungsi <math>C_p</math> kalorimeter terhadap suhu.....</b>	<b>33</b>
<b>4.4 Tingkat Akurasi dan Presisi Desain Kalorimeter Sederhana     yang Dipantau dengan Mikroskop Digital.....</b>	<b>34</b>
4.4.1 Akurasi.....	35
4.4.2 Presisi .....	37
<b>BAB 5. PENUTUP</b>	
<b>5.1 Kesimpulan.....</b>	<b>38</b>
<b>5.2 Saran .....</b>	<b>38</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA.....</b>	<b>39</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>42</b>

## DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Entalpi pembentukan standar ( $\Delta H_f^\circ$ ) pada 25°C.....	8
2.2 Entalpi netralisasi asam kuat oleh basa kuat di 298K.....	10
2.3 Variasi suhu pada kapasitas panas molar, $C_{p,m}/(\text{JK}^{-1}\text{mol}^{-1}) = a+bT+c/T^2$ ..	13
3.1 Variasi suhu air .....	25
3.2 Data pengukuran suhu.....	26
3.3 Persamaan reaksi termokimia .....	27
4.1 Perbandingan akurasi entalpi hasil uji kalorimeter sederhana yang dipantau dengan mikroskop digital dengan literatur pada konsentrasi 0,15M .....	35
4.2 Perbandingan akurasi entalpi hasil uji kalorimeter sederhana yang dipantau dengan mikroskop digital dengan literatur pada konsentrasi 0,10M.....	35
4.3 Hasil akurasi $\Delta H_1 + \Delta H_2$ dibandingkan dengan $\Delta H_3$ .....	36
4.4 Hasil akurasi $\Delta H_1 + \Delta H_2$ dibandingkan dengan literatur.....	36
4.5 Analisis Presisi Data sampel pada konsentrasi 0,15 M.....	37
4.6 Analisis Presisi Data sampel pada konsentrasi 0,10 M.....	37

## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
2.1 Kurva kemiringan entalpi pada tekanan tetap terhadap suhu .....	12
2.2 Alat <i>Styrofoam cup</i> .....	15
2.3 Struktur Polistirena .....	16
2.4 Polietilena Tereftalat .....	17
3.1 Desain kalorimeter dengan pantauan mikroskop digital .....	22
3.2 Pembacaan skala suhu .....	23
4.1 Rangkaian kalorimeter dan mikroskop digital .....	30
4.2 Tampilan <i>front panel</i> pembacaan skala termometer .....	32
4.3 Tampilan blok diagram pembacaan skala termometer .....	33
4.4 Hubungan grafik $C_p$ kalorimeter dengan suhu .....	34

## DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Perhitungan $C_p$ kalorimeter .....	43
B. Perhitungan Entalpi Reaksi .....	47
C. Penentuan Akurasi sampel .....	53
D. Penentuan entalpi netralisasi dengan menggunakan Hukum Hess .....	55
E. Perhitungan standarisasi NaOH, HCl dan $NH_4OH$ .....	56

