



**PENGEMBANGAN ALAT PRAKTIKUM
KALORIMETER BOM
PADA POKOK BAHASAN KALOR**

Skripsi

disusun sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Fisika

oleh

Hesti Nikmah Safitri
4201413013

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN FISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG**

2017



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PERNYATAAN

Saya menyatakan bahwa skripsi ini bebas plagiat, dan apabila di kemudian hari terbukti terdapat plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi sesuai ketentuan peraturan perundang-undangan.



Hesti Nikmah Safitri
4201413013

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PENGESAHAN

Skripsi yang berjudul

Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom pada Pokok Bahasan Kalor
disusun oleh

Hesti Nikmah Safitri

4201413013

telah dipertahankan di hadapan sidang Panitia Ujian Skripsi FMIPA Unnes pada
tanggal 09 Agustus 2017.

Panitia:

Sekretaris



Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si, Akt.
NIP. 196412231988031001

Dr. Suharto Linuwih, M.Si.
NIP. 196807141996031005.

Ketua Penguji

Dr. Ian Yulianti, S.Si., M.Eng
NIP. 197707012005012001

Anggota Penguji/Pembimbing I

Dr. Masturi, S.Pd., M.Si.
NIP. 198103072006041002

Anggota Penguji/Pembimbing II

Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.
NIP. 195610291986011001

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

MOTTO

- Abdiillah bin Mas'ud menerangkan, bahwa Rasulullah telah bersabda: “Barang siapa belajar untuk mendalami ilmu satu bab yang memberi manfaat bagi kehidupannya di dunia dan akhirat, Allah akan memberikan kepadanya sesuatu yang lebih baik daripada umur dunia tujuh ribu tahun yang siang harinya digunakan untuk berpuasa dan malam harinya digunakan untuk beribadah sunah.” (buku kaum Sufi)
- *Not everyone can become a great artist, but a great artist can come from everyone.* (Food critic Anton Ego)

PERSEMBAHAN

Untuk Bapak, Ibu, dan Adikku

Bapak-Ibu Dosen

Pendidikan Fisika 2013 dan Fisika 2013

Almamaterku

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom pada Pokok Bahasan Kalor”. Banyak pihak yang terlibat yang selalu memberikan motivasi, semangat, petunjuk, dan bimbingan selama proses penyusunan skripsi ini. Pada kesempatan kali ini penulis ingin menyampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Fathur Rokhman, M.Hum. selaku rektor Universitas Negeri Semarang.
2. Prof. Dr. Zaenuri, S.E, M.Si, Akt, selaku Dekan FMIPA Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Suharto Linuwih, M.Si, selaku ketua jurusan Fisika FMIPA Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Masturi, S.Pd., M.Si., selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing serta meluangkan waktu untuk selalu memberi masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
5. Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si., selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing serta meluangkan waktu untuk selalu memberi masukan, saran, dan motivasi selama penyusunan skripsi ini.
6. Dr. Putut Marwoto, M.Si., selaku dosen wali yang senantiasa memberi pengarahan selama masa perkuliahan.
7. Dr. Ian Yulianti, S.Si., M.Eng., selaku dosen penguji yang memberi inspirasi, ilmu, serta saran dalam menyelesaikan skripsi dengan baik.

8. Asisten Laboratorium Fisika, Wasi Sakti Wiwit P., S.Pd., dan Natalia Erna S., S.Pd., yang telah banyak membantu selama proses penelitian skripsi.
9. Kedua orang tua, Bapak dan Ibu serta Adikku, dan seluruh keluarga yang selalu memberi motivasi, dukungan, dan doa dengan tulus.
10. Teman-teman Pendidikan Fisika 2014 Jurusan Fisika FMIPA Unnes, atas kerjasama dan partisipasinya dalam penelitian.
11. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan dan partner penelitian sekaligus sahabat Lina Malinda Eka Kartika Sari.
12. Teman-teman Pendidikan Fisika 2013, terimakasih atas kerjasama selama 4 tahun, dukungan dan canda tawa yang membangun semangat dalam penyelesaian skripsi.
13. Teman-teman kos pertiwi, dan oryza 2. Terimakasih untuk kebersamaannya menjadi teman diskusi dan berkeluh kesah.
14. Bapak Farid selaku pembuat kalorimeter bom yang banyak memberi masukan.
15. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini.

Penulis memohon maaf apabila dalam penyusunan skripsi ini banyak kekurangan dan kesalahan, serta jauh dari sempurna. Oleh karena itu, kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat baik bagi penulis maupun pembaca.

Semarang, Agustus 2017

Penulis

ABSTRAK

Safitri, Hesti Nikmah. 2017. *Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom pada Pokok Bahasan Kalor*. Skripsi, Jurusan Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Pembimbing Utama Dr. Masturi, S., Pd., M.Si. dan Pembimbing Pendamping Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.

Kata kunci: Alat Praktikum Kalorimeter Bom, Buku Manual, Keterampilan Proses Sains

Alat praktikum kalorimeter bom yang dilengkapi dengan buku manual telah dikembangkan. Kalorimeter bom berfungsi untuk menentukan kapasitas panas suatu sampel pada oksigen berlebih. Kalorimeter bom kemudian dikembangkan secara sederhana dengan tetap memperhatikan fungsi alat. Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* model 4-D Thiagarajan. Tahap yang dilaksanakan yaitu define (pendefinisian), design (perancangan), dan develop (pengembangan). *Research and Development* dilaksanakan dengan *desain Quasi Experimental* berbentuk *Pretest and Posttest One Grup Design* untuk uji coba pada responden. Penelitian dilakukan di Laboratorium Fisika Dasar Universitas Negeri Semarang dengan responden penelitian 33 mahasiswa semester 6. Uji efektivitas membandingkan nilai postes dengan nilai batas minimum untuk fisika dasar dari pihak jurusan. Nilai ketepatan alat praktikum sebesar 91,4% dengan kesesatan sebesar 9,6%, sedangkan hasil uji kelayakan alat dan buku manual praktikum menunjukkan kriteria sangat layak. Analisis hasil uji N-gain tergolong kategori sedang 0,64. Hasil analisis psikomotorik menunjukkan kategori sangat tinggi dengan skor rata-rata 87,25% dan angket respon mahasiswa terhadap perangkat praktikum menghasilkan kriteria sangat tinggi. Uji efektivitas perangkat praktikum kalorimeter bom tergolong kategori sangat tinggi yaitu 87,88%. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat praktikum efektif digunakan pada pembelajaran eksperimen fisika dasar.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

ABSTRACT

Safitri, Hesti Nikmah. 2017. The Development of Lab Equipment Bomb Calorimeter on the Heat Topic. Thesis, Department of Physics Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Semarang State University. Supervisors: Dr. Masturi, S, .Pd., M.Sc. and Drs. Sukiswo Supeni Edie, M.Si.

Keywords: Bomb Calorimeter Practicum Tool, Manuals, Skill of Science Process

A bomb calorimeter practicum tool equipped with manuals had been developed. The bomb calorimeter serves to determine the heat capacity of a sample in excess oxygen. The bomb calorimeter was then developed simply by considering the function of the tool. This research used Research and Development method of 4-D Thiagarajan model. The stages were define, design, and develop. The method was carried out with Quasi Experimental design in the form of Pretest and Posttest One Group Design for testing on respondents. The study was conducted in Basic Physics Laboratory of Semarang State University with 33 respondents out of 6th-semester students. Effectiveness test compared the posttest value with minimum limit value for basic physics of the department. The accuracy value of practicum tool was 91.4% with the error of 9.6%, while the result of the feasibility test of the tool and the practicum manual showed very reasonable criteria. The analysis of N-gain test result was classified as 0.64. Psychomotor analysis results showed very high category with an average score of 87.25% and a questionnaire of student responses to the tool lab produces was very high. The effectiveness test of bomb calorimeter practicum tool was very high that is 87,88%. This suggests that practicum tool is effective to physics experiment.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
PERNYATAAN.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
1.5 Pembatasan Masalah	5
1.6 Penegasan Istilah	6
1.6.1 Pengembangan	6
1.6.2 Alat Praktikum Kalorimeter Bom.....	6
1.6.3 Keterampilan Proses Sains	7

1.7	Sistematika Penyusunan Skripsi.....	7
1.7.1	Bagian Pendahuluan Skripsi.....	7
1.7.2	Bagian Isi Skripsi.....	7
1.7.3	Bagian Akhir Skripsi	8
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA		9
2.1	Tinjauan Materi.....	9
2.1.1	Kalor	9
2.1.2	Kapasitas Panas dan Panas Jenis	9
2.1.3	Hukum Kekekalan Energi Kalor (<i>Azas Black</i>)	10
2.1.4	Kalorimeter Bom	11
2.2	Praktikum	16
2.2.1	Perangkat Praktikum	16
2.2.2	Proses Perhitungan Perangkat Praktikum	17
2.3	Kerangka Berpikir.....	20
2.4	Hipotesis	21
BAB 3 METODE PENELITIAN.....		22
3.1	Subjek, Objek, dan Responden Penelitian	22
3.1.1	Subjek Penelitian.....	22
3.1.2	Objek Penelitian	22
3.1.3	Responden Penelitian	22
3.2	Lokasi Penelitian.....	23
3.3	Prosedur Penelitian.....	23
3.4	Metode Pengumpulan Data.....	30

3.5	Instrumen Pengumpulan Data	31
3.6	Analisis Instrumen	32
3.7	Analisis Data Penelitian	36
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....		42
4.1	Hasil Pengembangan Perangkat Praktikum	42
4.1.1	Alat Praktikum Kalorimeter Bom	42
4.1.2	Buku Manual	50
4.1.3	Hasil Uji Skala Kecil.....	53
4.1.4	Hasil Uji Skala Besar	54
4.2	Pembahasan.....	58
4.2.1	Alat Praktikum Kalorimeter Bom	58
4.2.2	Buku Manual	61
4.2.3	Hasil Uji Skala Kecil.....	64
4.2.4	Hasil Uji Skala Besar	65
4.3	Kendala Penelitian	74
BAB 5 PENUTUP		76
5.1	Simpulan	76
5.2	Saran.....	76
DAFTAR PUSTAKA		77
LAMPIRAN		80

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Hasil Analisis Validitas Soal Uji Coba.....	33
3.2 Kriteria Taraf Kesukaran Soal Uji Coba.....	34
3.3 Hasil Analisis Taraf Kesukaran Soal Uji Coba.....	34
3.4 Kriteria Daya Pembeda Soal Uji coba	35
3.5 Hasil Analisis Daya Pembeda	35
3.6 Kriteria Kelayakan Alat Praktikum.....	39
3.7 Kriteria Faktor Gain	39
3.8 Rentang Nilai	40
3.9 Kriteria Analisis Angket	41
4.1 Nilai Kalor Pembakaran Kalorimeter Bom Praktik	49
4.2 Nilai Kalor Pembakaran Sampel Praktik dalam kal/gram	49
4.3 Hasil Nilai Kalor Pembakaran Sampel Secara Teori dalam kal/gram ...	49
4.4 Hasil Validasi Alat Praktikum	50
4.5 Hasil Validasi Buku Manual Praktikum	52
4.6 Hasil Tanggapan Mahasiswa Pada Uji Skala Kecil	53
4.7 Soal yang Dipakai Berdasarkan Hasil Uji Coba	54
4.8 Data Hasil Peningkatan Keterampilan Proses Sains	55
4.9 Hasil Keefektifan Perangkat Praktikum.....	56
4.10 Hasil Nilai Psikomotorik Keterampilan Proses Sains.....	57
4.11 Tanggapan Mahasiswa terhadap Alat Praktikum Kalorimeter Bom....	58

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Seperangkat Kalorimeter Bom dan Bagiannya (Melville, 2014:3).....	13
2.2 Tabung Bom Parr TM model 1108 (The Parr Instrument Company Oxygen Combustion Bomb Model 1108)	14
2.3 Bagan Kerangka Berpikir.....	21
3.1 Tahap-Tahap Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom yang Diadaptasi dari Model 4-D (Thiagarajan et al., 1974)	24
3.2 Pola Desain <i>One Group Pretest and Post-test</i>	29
4.1 Desain Kalorimeter Bom.....	42
4.2 Susunan Alat Praktikum Kalorimeter Bom.....	44
4.3 Wadah Tabung Kalorimeter	45
4.4 Tutup Tabung Kalorimeter Bom Tampak Bawah.....	45
4.5 Tutup Tabung Kalorimeter Bom Tampak Atas	46
4.6 Tabung Bom yang Tersambung pada Tutup.....	46
4.7 (a) Tabung Gas Oksigen (b) Regulator (c) Selang Penghubung Gas dan Kalorimeter Bom	47
4.8 Rangkaian Listrik	48
4.9 Hasil Sampel setelah Dipanaskan pada Kalorimeter Bom.....	48
4.10 Grafik Peningkatan Keterampilan Proses Sains tiap Aspek	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Lembar Uji Kelayakan Alat Praktikum Kalorimeter Bom	81
2. Hasil Validasi Alat Praktikum Kalorimeter Bom	88
3. Lembar Uji Kelayakan Buku Manual	89
4. Hasil Validasi Buku Manual	100
5. Kisi-Kisi Soal Uji Coba	101
6. Soal Uji Coba	102
7. Kunci Jawaban Soal Uji Coba.....	105
8. Hasil Analisis Soal Uji Coba.....	111
9. Kisi-Kisi Soal <i>Pretest</i> dan <i>Post-test</i>	118
10. Jawaban Pretes Mahasiswa	119
11. Jawaban Postes Mahasiswa.....	124
12. Daftar Responden Penelitian.....	129
13. Presensi Uji Skala Kecil.....	130
14. Presensi Uji Skala Besar	131
15. Hasil Uji Homogenitas Populasi	134
16. Hasil Nilai <i>Pretest</i> dan <i>Post-test</i>	136
17. Hasil Uji Normalitas Data.....	137
18. Hasil Uji Hipotesis	138
19. Hasil Uji N-Gain	139
20. Lembar Validasi Lembar Observasi.....	140
21. Lembar Observasi	144

22. Hasil Analisis Nilai Psikomotorik.....	148
23. Lembar Validasi Angket Respon Mahasiswa	150
24. Angket Respon Mahasiswa.....	154
25. Analisis Angket Respon Mahasiswa.....	160
26. Contoh Laporan.....	162
27. Dokumentasi Kegiatan	167
28. Surat Penetapan Dosen Pembimbing	169
29. Surat Ijin Penelitian.....	170
30. Surat Keterangan Melakukan Penelitian.....	171
31. Surat Tugas Panitia Ujian.....	172



BAB 1

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Fisika merupakan bagian dari sains yang memiliki hakikat sebagai proses, produk dan nilai-nilai. Hakikat belajar sains tentu saja tidak cukup sekadar mengingat dan memahami konsep yang ditemukan oleh ilmuwan. Pembiasaan perilaku ilmuwan dalam menemukan konsep yang dilakukan melalui percobaan dan penelitian ilmiah menjadi sangat penting. Subagyo *et al.*, (2009:42) mengemukakan bahwa proses penemuan konsep yang melibatkan keterampilan-keterampilan yang mendasar melalui percobaan ilmiah dapat dilaksanakan dan ditingkatkan melalui kegiatan laboratorium.

Pembelajaran fisika pokok bahasan kalor, merupakan salah satu materi yang memerlukan kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium atau disebut kegiatan praktikum yang dilakukan pada pokok bahasan kalor adalah percobaan kalorimeter. Percobaan kalorimeter bertujuan menerapkan *Azas Black*. Tipler (1991:601) mengemukakan bahwa kalorimeter merupakan sebuah alat yang dirancang dapat mengisolasi sistem di dalamnya sehingga panas yang keluar dari benda sama dengan panas yang masuk ke air dan wadahnya. Tujuan dari percobaan kalorimeter adalah untuk menentukan kalor pembakaran suatu benda.

Keenan (1980) menyatakan ada dua jenis kalorimeter, yaitu kalorimeter larutan dan kalorimeter bom. Kalorimeter larutan adalah alat yang digunakan untuk mengukur kalor jenis suatu larutan. Jenis kalorimeter ini sudah sering dijumpai

pada laboratorium fisika sekolah menengah maupun laboratorium fisika universitas. Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi atau sampel tertentu. Keberadaan kalorimeter bom masih sulit ditemukan. Kalorimeter jenis ini masih sulit dijumpai, bahkan di universitas disebabkan harganya yang relatif mahal.

Hasil wawancara yang diperoleh dari asisten laboratorium fisika dasar Universitas Negeri Semarang, yaitu praktikum kalorimeter mengalami kesulitan, terlihat dari hasil analisis percobaan yang tercantum dalam laporan praktikum mahasiswa eksperimen fisika dasar 1 yang menghasilkan kesesatan tinggi. Asisten laboratorium fisika dasar menyatakan alasan dari hasil praktikum yang kurang tepat adalah karena alat praktikum kalorimeter tidak sesuai dengan prinsip proses adiabatik. Alat yang digunakan kurang rapat, sehingga proses pertukaran energi tidak terisolasi pada kalorimeter dan mengakibatkan banyak kalor yang hilang ke udara. Keadaan ini membuat mahasiswa semakin bingung dan kurang memahami materi kalor.

Kalorimeter bom dapat menjadi solusi atas permasalahan kalorimeter larutan yang memiliki kekurangan. Keenan (1980) mengemukakan bahwa prinsip dari kalorimeter bom hampir sama dengan kalorimeter jenis larutan. Pada kalorimeter bom, digunakan sampel tertentu yang akan dihitung nilai kalor pembakarannya menggunakan pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang dimasukkan dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), sampel tersebut dibakar oleh api listrik yang

berasal dari kawat logam (pemanas) yang terpasang dalam tabung. Kalor akan diserap oleh zat yang bersuhu lebih rendah, dalam hal ini adalah air yang terletak diluarnya, sehingga perubahan suhu air dapat diukur. Nilai kalor jenis dari sampel dapat dihitung menggunakan prinsip *Azas Black*.

Vorob'yov *et al.*, (1997:829) telah melakukan penelitian tentang kalorimeter bom untuk mengetahui nilai kalor jenis bahan bakar yang ada di Ukraina, menghasilkan kesesatan 0,2%. Korchagina *et al.*, (2011:186) juga telah menganalisis perbandingan teknik dan karakteristik metrologi kalorimeter bom yang digunakan di Rusia dengan kalorimeter bom impor. Salah satu perusahaan yang memproduksi kalorimeter bom adalah *Parr Instrument Company* yang sekaligus memproduksi instruksi operasi manualnya. Kalorimeter bom dari perusahaan inilah yang sering dipakai para peneliti. Selain itu, Kholis (2013) peneliti asal Indonesia melakukan penelitian tentang penerapan kalorimeter bom sederhana pada peserta didik untuk meningkatkan pemahaman konsep dan motivasi belajar. Hasil dari penelitian Kholis menunjukkan bahwa pemahaman konsep peserta didik mengalami peningkatan dengan kategori sedang sedangkan motivasi belajar juga mengalami peningkatan sebesar 17,04 %.

Harga kalorimeter bom yang relatif lebih mahal dari kalorimeter jenis larutan menyebabkan lembaga memilih untuk menunda bahkan tidak membelinya, sehingga ditawarkan pengembangan kalorimeter bom sederhana dengan desain sederhana dan harga relatif terjangkau untuk mengatasi permasalahan tersebut.

Kalorimeter bom yang dikembangkan memiliki keunggulan dibanding kalorimeter sebelumnya yaitu alat ini dapat digunakan untuk menghitung kapasitas

panas suatu bahan material padat yang belum diketahui nilai kapasitas panasnya, contohnya adalah bahan bakar briket. Kegiatan praktikum fisika dasar yang sebelumnya bertujuan menghitung kapasitas panas dari material padat seperti kuningan dan aluminium, setelah menggunakan kalorimeter bom maka tujuan kegiatan praktikum dapat bertambah, sehingga pengetahuan dan keterampilan mahasiswa dalam menggunakan alat praktikum dapat meningkat pula.

Berdasarkan uraian di atas penelitian tentang “**Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom pada Pokok Bahasan Kalor**” telah dilakukan pada praktikum fisika dasar mahasiswa jurusan fisika Universitas Negeri Semarang.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang maka pada penelitian ini dirumuskan permasalahan sebagai berikut.

1. Bagaimana tingkat kelayakan alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan?
2. Bagaimana tingkat kelayakan buku manual alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan?
3. Bagaimana keefektifan penggunaan alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan pada praktikum fisika dasar?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan penelitian ini adalah:

1. mengetahui tingkat kelayakan alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan,

2. mengetahui tingkat kelayakan buku manual alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan,
3. mengetahui keefektifan penggunaan alat praktikum kalorimeter bom hasil pengembangan pada praktikum fisika dasar.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diantaranya bermanfaat bagi guru dan mahasiswa yaitu sebagai berikut.

1.4.1 Manfaat Praktis

- a. Bagi peneliti, dapat memanfaatkan kalorimeter bom untuk penelitian mengenai kalor pembakaran.
- b. Bagi laboratorium, menambah alat praktikum dan kegiatan praktikum.
- c. Bagi mahasiswa, sebagai alternatif praktikum yang dapat meningkatkan keterampilan proses sains.

1.5 Pembatasan Masalah

1.5.1 Pengembangan

Prosedur pengembangan dalam penelitian ini dilakukan tiga tahapan. Tahap *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), dan *develop* (pengembangan).

1.5.2 Keefektifan Perangkat Praktikum

Indikator dari keefektifan perangkat praktikum kalorimeter bom diamati dari keterampilan proses sains mahasiswa setelah menggunakan perangkat praktikum. Aspek keterampilan proses sains yang diamati pada penelitian ini yaitu ada enam aspek. Aspek mengamati, merumuskan hipotesis, menyiapkan alat dan bahan, melakukan percobaan, dan mengkomunikasikan.

1.6 Penegasan Istilah

1.6.1 Pengembangan

Pengembangan merupakan sebuah proses dalam pembuatan produk yang meliputi proses pembuatan, pengujian kelayakan sampai dengan revisi. Metode *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang digunakan untuk menghasilkan produk dan menuji keefektifan produk (Sugiyono, 2014:297). Model pengembangan yang digunakan yaitu model 4-D yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel.

Pada penelitian ini, pengembangan terletak pada jenis alat praktikum. Kalorimeter bom dikembangkan dari kalorimeter larutan yang sudah sering dipakai terutama di instansi pendidikan Indonesia. Kalorimeter bom yang dikembangkan didasarkan pada kalorimeter bom yang sudah ada sebelumnya hasil produksi *Parr Instrument Company*. Kalorimeter bom dibuat dengan konstruksi sederhana, dan praktis.

1.6.2 Alat Praktikum Kalorimeter Bom

Alat praktikum menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (2007) adalah perlengkapan yang diperlukan sebagai penunjang kegiatan praktikum sehingga dapat berjalan dengan lancar. Kalorimeter bom adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi atau sampel tertentu.

Kalorimeter bom secara keseluruhan terbuat dari *stainless steel*. Alat praktikum yang dikembangkan terdiri atas tiga bagian utama yaitu kalorimeter

bom, tabung gas oksigen, dan rangkaian listrik, serta dilengkapi dengan buku manual penggunaan alat praktikum kalorimeter bom.

1.6.3 Keterampilan Proses Sains

Menurut Susilawati (2014:49), keterampilan proses sains (KPS) adalah cara berpikir dan cara bertindak yang didasarkan pada metode-metode ilmiah dalam rangka membuktikan atau mengembangkan konsep dari proses sains atau produk sains.

1.7 Sistematika Penulisan Skripsi

Penulisan skripsi ini terdiri dari tiga bagian yang dapat dirinci sebagai berikut:

1.7.1 Bagian Pendahuluan

Bagian ini berisi halaman judul, halaman pengesahan, halaman motto dan persembahan, kata pengantar, abstrak, daftar isi, daftar tabel, daftar gambar, dan daftar lampiran.

1.7.2 Bagian Isi

Bab 1: Pendahuluan

Berisi latar belakang masalah, rumusan masalah, tujuan penelitian, manfaat penelitian, pembatasan masalah, penegasan istilah dan sistematika penulisan skripsi.

Bab 2: Kajian Teori

Berisi tentang teori yang mendukung penelitian ini yaitu, keterampilan proses sains, praktikum, tinjauan materi, kerangka berpikir, dan hipotesis.

Bab 3: Metode Penelitian

Berisi subjek, objek, dan responden penelitian, lokasi penelitian, prosedur penelitian, prosedur pengembangan, metode pengumpulan data, instrumen pengumpulan data, analisis instrument, serta analisis data penelitian

Bab 4: Hasil dan Pembahasan

Berisi hasil penelitian yang berupa hasil analisis data penelitian tahap awal dan tahap akhir. Selanjutnya dilakukan pembahasan sesuai dengan teori yang menunjang.

Bab 5: Simpulan dan Saran

Berisi tentang simpulan dan saran yang perlu diberikan kepada guru atau pihak terkait dengan penelitian serupa.

1.7.3 Bagian Akhir

Berisi daftar pustaka, lampiran-lampiran yang melengkapi uraian pada bagian isi, tabel-tabel yang digunakan, surat ijin penelitian dan dokumentasi.

BAB 2

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Materi

2.1.1 Kalor

Kalor menurut Zemansky dan Dittman (1986:76) diilustrasikan bila dua sistem yang temperaturnya berbeda-beda dipersatukan bersama, maka temperatur akhir yang dicapai oleh kedua sistem tersebut berada diantara dua temperatur permulaan tersebut. Perubahan temperatur yang lazim sebagai perpindahan 'sesuatu' dari sebuah benda pada suatu temperatur yang lebih tinggi ke sebuah benda pada temperature yang lebih rendah, dan 'sesuatu' ini dinamakan kalor. Menurut buku Saripudin (2009:113) kalor dapat didefinisikan sebagai proses transfer energi dari suatu zat ke zat lainnya dengan diikuti perubahan temperatur. Sehingga dapat disimpulkan kalor merupakan suatu bentuk energi yang diterima oleh suatu benda yang menyebabkan benda tersebut berubah suhu atau wujud bentuknya.

2.1.2 Kapasitas Panas dan Panas Jenis

Bila energi panas ditambahkan pada suatu zat, maka temperatur zat itu biasanya naik. Jumlah energi Q yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat adalah sebanding dengan perubahan temperature dan massa zat itu:

$$Q = C \Delta T = mc \Delta T \quad (2.1)$$

Kapasitas panas zat dengan simbol C , yang didefinisikan sebagai energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur suatu zat dengan satu derajat.

Panas jenis c adalah kapasitas panas per satuan massa:

$$c = \frac{C}{m} \quad (2.2)$$

Keterangan:

Q = kalor yang diserap atau dilepas (Joule)

C = kapasitas panas zat (J/K)

ΔT = perubahan suhu zat

c = panas jenis zat ($\text{J Kg}^{-1}\text{K}^{-1}$ atau $\text{J Kg}^{-1} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$)

m = massa zat

Satuan energi panas yakni kalori, didefinisikan sebagai jumlah energi panas yang dibutuhkan untuk menaikkan temperatur satu gram air sebanyak satu derajat celcius (Giancolli, 2005:385).

1 kal = 4,184 J

1 kkal = 1000 kal = 4184 J

1 Btu = 252 kal = 1,054 kJ

Dari definisi awal kalori, panas jenis air adalah:

$c_{air} = 1 \text{ kal/g}^\circ\text{C} = 1 \text{ kkal/kg}^\circ\text{C}$

$= 1 \text{ kkal/kg K} = 4,184 \text{ kJ/kg K}$

2.1.3 Hukum kekekalan Energi Kalor (*Azas black*)

Sumarsono (2009:150-151) mengemukakan dalam bukunya apabila dua zat atau lebih mempunyai suhu yang berbeda dan terisolasi dalam suatu sistem, maka kalor akan mengalir dari zat yang suhunya lebih tinggi ke zat yang suhunya lebih rendah. Sejumlah kalor yang hilang dari zat yang bersuhu tinggi sama dengan

kalor yang didapat oleh zat yang suhunya lebih rendah. Hal tersebut dapat dinyatakan sebagai Hukum Kekekalan Energi Kalor, yang berbunyi:

$$Q_{lepas} = Q_{terima} \quad (2.3)$$

Persamaan tersebut berlaku pada pertukaran kalor, yang selanjutnya disebut *Azas Black*. Hal ini sebagai penghargaan bagi seorang ilmuwan dari Inggris bernama Joseph Black (1728 - 1799).

2.1.4 Kalorimeter Bom

Kalorimeter ialah sebuah pesawat yang pertukaran kalor dengan lingkungannya dibatasi sejauh mungkin. Kalorimeter dipakai untuk berbagai macam pengukuran, misalnya panas jenis, panas destilasi, panas lebur, dan lain-lain.

Melville (2014:1) mengungkapkan bahwa pada pengukuran kalorimeter, harus diusahakan agar suhu awal dan suhu akhir kalorimeter terletak simetris terhadap suhu kamar. Maksudnya apabila terjadi pelepasan kalor ke lingkungannya dan penyerapan kalor dari lingkungannya, maka kedua jumlah kalor ini sedapat mungkin harus sama sehingga salah ukur yang diakibatkannya menjadi serendah mungkin.

Tipler (1991:601) mengungkapkan, jika seluruh sistem terisolasi dari sekitarnya, maka panas yang keluar dari benda yang bersuhu lebih tinggi sama dengan panas yang masuk ke benda yang bersuhu lebih rendah, dalam kasus ini adalah air dan wadahnya. Prosedur ini dinamakan kalorimetri dan wadah air yang terisolasi dinamakan kalorimeter. Keenan (1980) mengemukakan bahwa

berdasarkan jenisnya, kalorimeter dibedakan menjadi kalorimeter larutan dan kalorimeter bom.

Kalorimeter bom (Keenan, 1980) adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor (nilai kalori) yang dibebaskan pada pembakaran sempurna (dalam oksigen berlebih) suatu senyawa, bahan makanan, dan bahan bakar. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang dimasukkan dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), sampel tersebut dibakar oleh api listrik yang berasal dari kawat logam (pemanas) yang terpasang dalam tabung. Jika dianggap tidak ada kalor yang terbuang ke lingkungan, maka:

$$Q_{reaksi} = -(Q_{air} + Q_{bom}) \quad (2.4)$$

Jumlah kalor yang diserap oleh air dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{air} = m_{air} c_{air} \Delta T \quad (2.5)$$

Keterangan:

m_{air} = massa air dalam kalorimeter (g)

c_{air} = kalor jenis air dalam kalorimeter (J/g°C atau J/g K)

ΔT = perubahan suhu (°C atau K)

Jumlah kalor yang diserap oleh bom dapat dihitung dengan rumus:

$$Q_{bom} = C_{bom} \Delta T \quad (2.6)$$

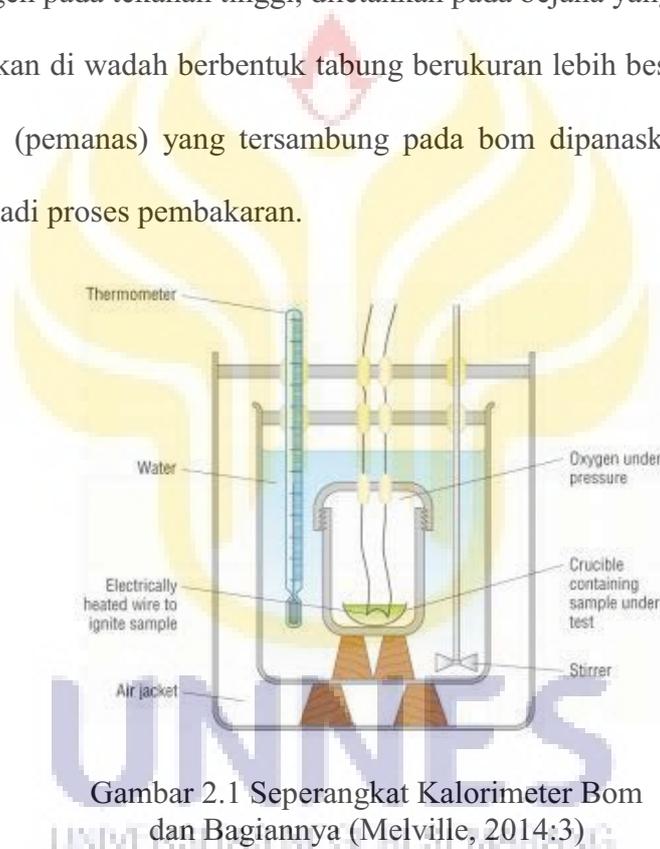
Keterangan:

C_{bom} = kapasitas panas bom (J/°C atau J/K)

ΔT = perubahan suhu (°C atau K)

Reaksi yang terjadi pada kalorimeter bom berlangsung pada volume tetap ($\Delta V = \text{ nol}$).

Giancoli (2001:496) menulis dalam bukunya bahwa kalorimeter bom digunakan untuk menghitung kalor yang dikeluarkan ketika sebuah zat terbakar. Pemakaian yang penting adalah membakar makanan untuk menentukan kadar kalornya, dan pembakaran biji dan zat lain untuk menentukan 'kadar energi', atau kalor pembakarannya. Sampel zat yang telah ditimbang dengan teliti, bersama dengan oksigen pada tekanan tinggi, diletakkan pada bejana yang tersegel ('bom'). Bom diletakkan di wadah berbentuk tabung berukuran lebih besar yang berisi air. Kawat halus (pemanas) yang tersambung pada bom dipanaskan dengan listrik, sehingga terjadi proses pembakaran.



Gambar 2.1 Seperangkat Kalorimeter Bom dan Bagiannya (Melville, 2014:3)

Vorob'yov *et al.* (1997:829) menyatakan bahwa sebuah bom kalorimeter dipakai untuk mengukur kalor bakar zat padat atau zat cair. Kalor bakar ini diukur dengan kalorimeter pada volume yang konstan bukan pada tekanan konstan seperti pada kalorimeter yang biasa, karena kalorimeter ini mempunyai bejana reaksi yang tertutup yang disebut bom. Bom terdiri atas sebuah tabung yang terbuat dari baja

kontraktor tahan karat dan alat tudung yang diulirkan. Penutupnya terdapat pentil untuk jalan masuk oksigen dan kontraktor elektrik yang berhubungan dengan rangkaian kawat untuk melangsungkan pembakaran.



Gambar 2.2 Tabung Bom ParrTM model 1108 (The Parr Instrument Company. Oxygen Combustion Bomb Model 1108)

Zat yang dibakar disimpan dalam cawan kecil yang terbuat dari nikel-khrom atau silika untuk zat padat dan yang terbuat dari inkonel untuk zat cair, dan ditempatkan pada tampuk yang disediakan khusus untuk itu. Alat ini dipersatukan dengan penutup bom. Kawat pembakarnya yang terbuat dari platina atau nikel-khrom.

Bom ditutup lalu dialirkan oksigen ke dalam bom sampai tekanan 25 atmosfer sehingga pembakaran dapat berlangsung dalam oksigen yang berlebih. Bom yang sudah ditutup ditempatkan dalam kalorimeter yang terdiri atas sebuah ember baja tahan karat berisi air dan beberapa penyangga kaki tiga untuk menempatkan bom. Ember ini diliputi mantel udara untuk mengisolasi kalor dan di luar mantel udara masih terdapat mantel air.

Mengukur kalor bakar dengan kalorimeter bom dapat dilakukan melalui dua prosedur, yaitu prosedur isotherm dan adiabatik. Prosedur isotherm prinsipnya yaitu perpindahan kalor bergantung pada kelebihan suhu kalorimeter dari lingkungannya. Selisih suhu kamar dengan suhu kalorimeter awal yang lebih rendah harus sama dengan selisih suhu kamar dengan suhu kalorimeter akhir yang diperkirakan lebih tinggi daripada suhu kamar. Pada prosedur adiabatik, Abdullah (2007:319) mengemukakan bahwa pada proses adiabatik, tidak terjadi pertukaran kalor antar sistem dan lingkungan. Proses adiabatik dapat terjadi jika sistem dan lingkungan dibatasi oleh sekat yang tidak dapat dilalui kalor.

Daniels *et al.*, (1970:18) menyatakan entalpi pembakaran dapat dihitung dari kenaikan perubahan temperatur yang dihasilkan ketika pembakaran reaksi terjadi pada kondisi adiabatik di dalam tabung kalorimeter. Hal yang harus diperhatikan yaitu terjadinya reaksi pada kalorimeter secara cepat dan lengkap. Bahan sampel yang dibakar pada bom menggunakan oksigen bertekanan 25 atmosfer. Prosedur ini terjadi pertukaran kalor antara ember dan mantel selalu sama dengan nol. Hal ini dapat dicapai dengan mengatur suhu mantel air yang meliputi ember kalorimeter dengan sebuah sistem pemanas begitu rupa sehingga perubahan suhu mantel air menjadi persis sama dengan perubahan suhu ember yang ditempati bom, sehingga kalor yang timbul pada pembakaran hanya diserap oleh air yang ada dalam ember kalorimeter.

Kapasitas panas kalorimeter harus diketahui terlebih dahulu sebelum dilakukan pengukuran. Kapasitas ini ditentukan dengan pembakaran zat yang kalor-bakarnya sudah diketahui pasti. Setelah volume air kalorimeter ditentukan, jumlah

air dalam ember kalorimeter dan jumlah air dalam mantel air pada pengukuran selanjutnya harus tetap. Kalau tidak, maka setiap kali akan melakukan percobaan, harga air kalorimeter harus ditentukan lagi. Pengukuran baik untuk menentukan harga air maupun untuk menentukan kalor bakar, jumlah zat contoh itu selayaknya harus dapat menaikkan suhu sebanyak 3 atau 4 °C. Biasanya, 1 atau 2 gram zat contoh sudah cukup untuk keperluan tersebut (Melville, 2014:3).

2.2 Praktikum

Roestiyah (2008:80) mengemukakan bahwa praktikum merupakan salah satu cara mengajar dimana siswa melakukan suatu percobaan tentang suatu hal, mengamati prosesnya serta menuliskan hasil percobaannya kemudian hasilnya dikomunikasikan. Penelitian Zaki (2013:17) menjelaskan kelebihan dari metode praktikum yaitu dapat membuat siswa lebih percaya atas kebenaran atau kesimpulan berdasarkan percobaan daripada hanya menerima informasi dari guru dan buku, dan siswa dapat mengembangkan sikap untuk mengadakan studi eksplorasi, dapat terbina kerjasama antara siswa. Kekurangannya adalah tidak cukupnya alat percobaan, mengakibatkan tidak setiap siswa dapat melakukan praktikum, serta memerlukan banyak waktu, sehingga tidak dapat mengejar target kurikulum.

2.2.1 Perangkat Praktikum

Sutrisno (2006:4) berdasarkan penggunaannya dalam pembelajaran, alat-alat fisika dapat dibedakan atas alat eksperimen/praktikum dan alat demonstrasi atau alat peraga. Alat eksperimen/praktikum adalah alat untuk melakukan eksperimen atau percobaan. Pemakaiannya biasa dilakukan oleh kelompok pelaku

percobaan yang terdiri antara 1 sampai 5 orang. Alat eksperimen inilah yang digunakan dalam kegiatan praktikum. Alat demonstrasi adalah alat yang digunakan oleh guru untuk melakukan percobaan disaksikan oleh peserta didik.

Chasanah (2016:18) mengemukakan bahwa dalam pengembangan perangkat praktikum baik alat dan petunjuk praktikum diperlukan prosedur tertentu yang sesuai dengan sasaran yang ingin dicapai, struktur isi yang jelas, dan memenuhi kriteria yang berlaku bagi pengembangan perangkat praktikum yang layak dan valid.

2.2.2 Proses Perhitungan Praktikum Kalorimeter Bom

Proses perhitungan praktikum kalorimeter bom secara keseluruhan didasarkan pada *Azas Black*. Seperti diungkapkan oleh Sumarsono (2009:150), sejumlah kalor yang hilang dari zat yang bersuhu tinggi sama dengan kalor yang didapat oleh zat yang suhunya lebih rendah. Terdapat dua tahap praktikum, yang pertama menghitung kapasitas kalor kalorimeter dan yang kedua menghitung kalor pembakaran sampel tertentu.

2.2.2.1 Menghitung Kapasitas Kalor Kalorimeter Bom

Pada tahap praktikum menghitung kapasitas kalor kalorimeter bom, yang berperan sebagai kalor lepas adalah kalor listrik, dan yang berperan sebagai kalor terima adalah tabung kalorimeter serta air yang memiliki suhu lebih rendah.

$$Q_{Lepas} = Q_{Terima} \quad (2.7)$$

$$Q_{listrik} = Q_{air} + Q_{kalorimeter} \quad (2.8)$$

Kalor lepas terdiri dari kalor listrik atau setara dengan energi listrik. Budiyanto (2009:287) mengungkapkan bahwa energi listrik adalah energi yang

tersimpan dalam arus listrik. Saripudin (2009:143) mengungkapkan energi listrik merupakan energi yang diperlukan untuk mengalirkan elektron memenuhi $W = QV$. Kaitannya dengan arus listrik $Q = It$. Maka energi listrik memenuhi persamaan:

$$W = V I t \quad (2.9)$$

dengan:

W = energi listrik (J)

V = beda potensial atau tegangan listrik (V)

I = kuat arus yang mengalir (A)

t = lamanya arus mengalir (s)

Energi listrik dan kalor listrik memiliki satuan sama yaitu Joule. Besaran fisika yang memiliki satuan sama dianggap setara. Maka diperoleh persamaan kalor listrik yaitu:

$$Q_{listrik} = V I t \quad (2.10)$$

Menggunakan persamaan (2.5) dan (2.13), maka persamaan (2.8) menjadi:

$$V I t = m_{air} c_{air} \Delta T_{air} + Q_{kalorimeter} \quad (2.11)$$

$$Q_{kalorimeter} = V I t - m_{air} c_{air} \Delta T_{air} \quad (2.12)$$

Menggunakan persamaan (2.6), maka $C_{kalorimeter}$ dapat dihitung:

$$C_{kalorimeter} = \frac{V I t - m_{air} c_{air} \Delta T_{air}}{\Delta T_{kalorimeter}} \quad (2.13)$$

Kapasitas panas kalorimeter yang dimaksud adalah seperangkat kalorimeter yaitu bagian utama kalorimeter bom yang terdiri dari wadah tabung kalorimeter, tutup kalorimeter bom, dan tabung bom. Persamaan tersebut sesuai

asumsi bahwa komponen tabung bom dan wadah tabung kalorimeter terbuat dari bahan yang sama.

Perubahan suhu kalorimeter yang dicantumkan tersebut memenuhi asumsi bahwa perubahan suhu wadah kalorimeter sama dengan perubahan suhu air sebagai zat perantara. Kalor yang diserap oleh tabung bom diabaikan karena kalor tersebut kemudian dilepas menuju air yang selanjutnya dihitung perubahan suhunya. Perhitungan kapasitas kalor kalorimeter tidak menggunakan sampel maupun gas oksigen, karena tidak ada proses pembakaran. Sehingga kalor yang terlibat adalah listrik melepaskan kalor kemudian diterima oleh air dan kalorimeter.

2.2.2.2 Menghitung Kalor Pembakaran Sampel

Pada tahap praktikum menghitung kalor pembakaran sampel, yang berperan sebagai kalor lepas adalah kalor listrik dan sampel yang dibakar, dan yang berperan sebagai kalor terima adalah tabung kalorimeter serta air yang memiliki suhu lebih rendah.

$$Q_{Lepas} = Q_{Terima} \quad (2.14)$$

$$Q_{sampel} + Q_{listrik} = Q_{air} + Q_{kalorimeter} \quad (2.15)$$

Menggunakan persamaan (2.5) dan (2.13), maka persamaan (2.15) menjadi:

$$Q_{sampel} + V I t = m_{air} c_{air} \Delta T_{air} + Q_{kalorimeter} \quad (2.16)$$

$$Q_{sampel} = m_{air} c_{air} \Delta T_{air} + Q_{kalorimeter} - V I t \quad (2.17)$$

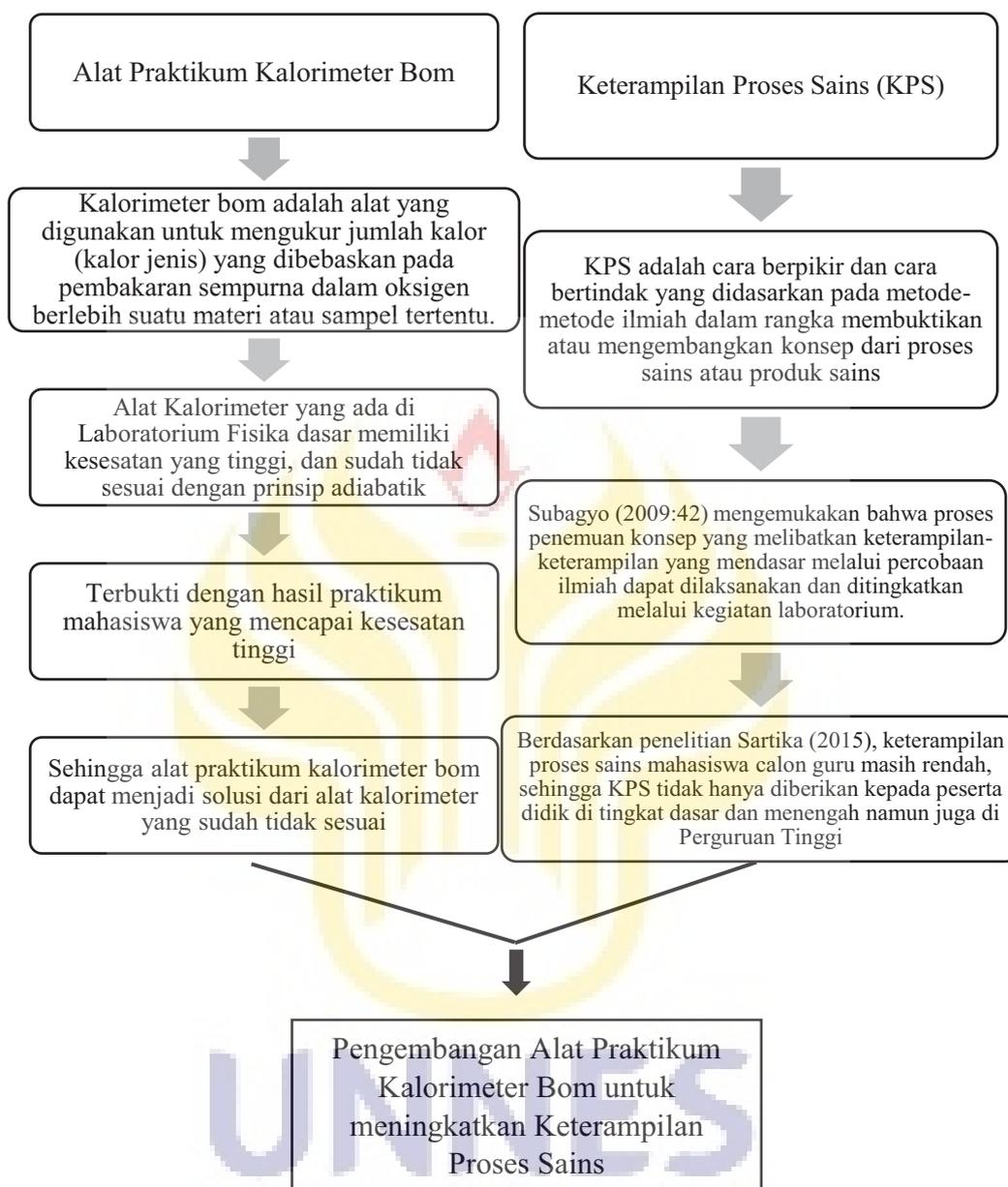
Pada tahap ini menggunakan gas oksigen sebagai pembantu proses pembakaran sempurna suatu sampel. Gas oksigen yang terlibat diabaikan dalam perhitungan, sesuai asumsi bahwa gas oksigen yang membantu proses pembakaran sempurna akan berubah menjadi karbondioksida seutuhnya.

2.3 Kerangka Berpikir

Pendidikan fisika diharapkan dapat menjadi wahana bagi peserta didik untuk mempelajari diri sendiri dan alam sekitar. Meskipun sebagian pada konsep fisika dibentuk melalui analisis matematis, namun pada akhirnya harus diujikan melalui kegiatan praktikum.

Kegiatan praktikum kalorimeter pada mata kuliah eksperimen fisika dasar I memperlihatkan hasil yang kurang baik. Sebagian besar hasil praktikumnya memiliki nilai kesesatan yang tinggi. Hal ini disebabkan oleh alat kalorimeter yang sudah lama dan sudah tidak berfungsi sebagaimana mestinya. Alat kalorimeter yang memiliki kesesatan tinggi ini, membuat peserta didik menjadi semakin dibingungkan dengan praktikum yang dilakukan. Sehingga dilakukan pengembangan alat praktikum kalorimeter bom sebagai solusi atas permasalahan.

Kegiatan praktikum merupakan cara yang sesuai untuk memenuhi tuntutan belajar sains berdasarkan hakekat sains dan melatih keterampilan proses sains dan inkuiri ilmiah. Hal ini mengindikasikan bahwa keterampilan proses peserta didik dapat diukur dengan kegiatan praktikum. Jadi selain peserta didik mendapat ilmu mengenai praktikum yang dilakukan, kegiatan praktikum juga dapat meningkatkan keterampilan proses sains.



Gambar 2.3 Bagan Kerangka Berpikir

2.4 Hipotesis

Hipotesis yang diajukan dalam penelitian ini adalah:

Penggunaan alat praktikum kalorimeter bom dapat meningkatkan keterampilan proses sains mahasiswa.

BAB 5

PENUTUP

5.1 Simpulan

- 5.1.1 Dikembangkan perangkat praktikum kalorimeter bom yang terdiri atas alat praktikum kalorimeter bom dan buku manual penggunaan. Alat praktikum kalorimeter bom menghasilkan tingkat ketepatan sebesar 91,4% dan kesesatan sebesar 8,601%.
- 5.1.2 Buku manual dikembangkan dengan tingkat kelayakan sebesar 85,71% dengan kriteria sangat layak.
- 5.1.3 Hasil implementasi dari perangkat praktikum kalorimeter bom dapat dikatakan efektif digunakan pada praktikum fisika dasar. Keefektifan ini dilihat dari nilai hasil *post-test* peserta didik yang dapat mencapai batas nilai minimum untuk kegiatan praktikum. Tingkat keefektifan peserta didik mencapai 87,88%.

5.2 Saran

Pada alat praktikum perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap tingkat ketahanan tabung bom, sehingga tabung bom saat digunakan untuk membakar bahan atau sampel yang mengandung komponen tertentu tidak membuat perubahan pada tekstur tabung bom. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat akurasi hasil praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M. 2007. *Fisika dasar 1 (edisi revisi)*. Bandung: ITB.
- Ango, M.L. 2002. Mastery of science process skills and their effective use in the teaching of science: an educology of science education in Nigerian context. *International journal of educology*, 16(1): 11-30.
- Arifin, Z. 2012. *Evaluasi Pembelajaran*. Jakarta: Direktorat Jenderal Pendidikan Islam Kementerian Agama.
- Arikunto, S. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan, edisi 2*. Jakarta: PT Bumi Aksara.
- Badan Standar Nasional Pendidikan. 2006. Instrument Penilaian Buku Teks Pelajaran Smp/Mts dan Sma/Ma Tahap II Komponen Kegrafikan.
- Budiyanto, J. 2009. *Fisika: untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: CV Teguh Karya
- Caria, Mario. 2000. *Measurement Analysis: An Introduction to The Statical Analysis of Data Laboratory in Physics, Chemistry and the Life Sciences*. London: Imperial Colledge Press.
- Chasanah, W. 2016. Pengembangan Alat Praktikum Difraksi Cahaya Dengan Kisi Berbahan Pelelah Pisang Pada Mata Kuliah Eksperimen Fisika Dasar II. *Skripsi*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Daniels, F., R. A. Albert, J. W. Williams, C. D. Cornwell, P. Bender, J. E. Harriman. 1970. *Experimental Physical Chemistry*. United State of America: Mc-Graw-Hill Company.
- Dimiyati & Mudjiono. (2006). *Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Direktorat Pembinaan Sekolah Menengan Atas. 2011. *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika*.
- Eggen, P & D. Kauchah. 2012. *Strategi dan Model Pembelajaran Edisi Keenam*. Jakarta: PT Indeks
- Giancoli, D. C. 2001. *Fisika edisi kelima jilid 1*. jakarta: erlangga.
- Giancoli, D. C. 2005. *Physics: Principle with Applications Sixth Edition*. USA: Pearson Education, Inc.
- Hakes, R. 1999. *Analyzing Change / Gain Score*. Indiana University

- Hodosyova, M., J. Utlá, M. Vanyova, P. Vnukova, & V. Lapitkova . 2015. The Development of Science Process Skills in Physics Education. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 186 (2015): 982 – 989.
- Direktorat Pembinaan SMA. 2010. *Juknis Penyusunan Perangkat Penilaian Afektif di SMA*.
- Keenan. 1980. *Kimia untuk universitas edisi keenam jilid 1*. Jakarta: erlangga.
- Kholis. 2013. *Uji Coba Bom Kalorimeter Sederhana Karya Ahmad Rifa'i dalam Kegiatan Praktikum Kimia di Kelas XI IPA SMA Kolombo Sleman Yogyakarta Tahun Ajaran 2012/2013*. Skripsi. Yogyakarta: Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga.
- Korchagina, E.N., E. V. Ermakova, & V. I. Belyakov. 2011. A comparative Analysis of The Technical and Meteorological Characteristics of Bomb Calorimeters Used in Russia. *Measurement Techniques*, 54(2): 186-193.
- Linuwih S., Sri H., Siti K., Hadi S., & Sunyoto E. N. 2005. Pengembangan Keterampilan Proses Sains bagi Mahasiswa Calon Guru. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan & Penerapan MIPA*, 328-339
- Melville, J. 2014. *UC Berkeley Colledge of Chemistry Chemistry 125 Physical Chemistry Laboratory Bomb Calorimetry and Heat of Combustion*. California: The University of California
- Roestiyah, N.K 2008. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta
- Rustaman, N. Y. 2003. *Strategi Belajar dan Mengajar Biologi. Jurusan Pendidikan Biologi FMIPA UPI: IMSTEP JICA*
- Sardiman, A.M. 2010. *Interaksi Belajar dan Mengajar*. Jakarta: Raja Grafindo Persada
- Saripudin, A., D. R. K., & A. Suganda. 2009. *PRAKTIS BELAJAR FISIKA 1 UNTUK SMA/MA KELAS X*. Jakarta: pusat perbukuan departemen pendidikan nasional
- Sartika, S.B. 2015. Analisis Keterampilan Proses Sains (KPS) Mahasiswa Calon Guru Dalam Menyelesaikan Soal Ipa Terpadu. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*. 28-33
- Semiawan, C. 1992. *Pendekatan Keterampilan Proses Bagaimana Mengaktifkan Siswa dalam Belajar*. Jakarta: Gramedia Widiasarana Indonesia.
- Serway, R. A. & John W. J. 2004. *Physics for Scientist and Engineers*. Emeritus:James Madison University.
- Subagyo, Y., Wiyanto, & P. Marwoto. 2009. Pembelajaran dengan pendekatan keterampilan proses sains untuk meningkatkan penguasaan konsep suhu dan pemuai. *Jurnal pendidikan fisika Indonesia* (5): 42-46.

- Sudijono, A. 2009. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada
- Sugiyono. 2010. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: ALFABETA
- Sugiyono. 2012. *Statistika untuk Penelitian*. Bandung: ALFABETA
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA
- Sumarsono, J. 2009. *Fisika untuk SMA/MA Kelas X*. Jakarta: Pusat Perbukuan Departemen Pendidikan Nasional
- Sundayana, R. 2015. *Statistika Penelitian Pendidikan*. Bandung: ALFABETA.
- Suprayitna, T. 2011. *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Fisika untuk SMA*. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Sutrisno. 2006. *Pengembangan Alat Peraga untuk Pembelajaran Fisika*. Jurusan Pendidikan Fisika UPI. Artikel
- The Parr Instrument Company. Oxygen Combustion Bomb Model 1108. Diakses pada <http://www.parrinst.com/products/sample-preparation/oxygen-combustionbombs/oxygen-combustion-bomb-model-1108/>
- Thiagarajan. 1974. *Instructional Development for Training Teacher of Exeptional Children*. Bloomington Indiana: Indiana University.
- Tipler, P. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1 Edisi Ke 3*. Jakarta: erlanggan
- Trianto. 2006. *Model Pembelajaran Terpadu (Konsep, Strategi, dan Implementasinya dalam KTSP)*. Jakarta: Bumi Aksara
- Vorob'yov, L. I., T. G. Grishchenko, & L. V. Dekusha. 1997. Bomb Kalorimeters for Determination of The Specific Combustion Heat of Fuels. *Journal of Engineering Physics and Thermophysics*, 5(70): 829.
- Zaki, K. V.. 2013. Peningkatan Keterampilan Proses Sains dan Keterampilan Sosial Siswa melalui Penerapan Model Pembelajaran Koorperatif Tipe Students Teams Achievement Divisions Berbasis Eksperimen. *Skripsi*. Semarang: FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Zemansky, M. W. & R. H. Dittman. 1986. *Kalor dan Termodinamika Edisi Keenam*. Bandung: ITB.