

Pengembangan Alat Praktikum Kalorimeter Bom pada Pokok Bahasan Kalor

Hesti Nikmah Safitri[✉], Masturi, Sukiswo Supeni Edie

Jurusan Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D7 Lt. 2, Kampus Sekaran Gunungpati, Semarang 50229

Info Artikel

Sejarah Artikel:

Diterima Januari 2018

Disetujui Januari 2018

Dipublikasikan Maret
2018

Keywords:

*Development, bomb
calorimeter*

Abstrak

Kalorimeter bom merupakan sebuah alat yang berfungsi untuk menghitung nilai kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi. Kalorimeter bom sudah banyak diproduksi dan diteliti di belahan dunia, karena manfaatnya dalam dunia pengetahuan. *Parr Instrument Company* merupakan perusahaan yang terletak di USA yang memproduksi kalorimeter bom. Berbeda dengan Indonesia, yang belum banyak meneliti lebih lanjut mengenai kalorimeter bom. Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan kalorimeter bom hasil penelitian sebelumnya terhadap dosen ahli, kemudian menerapkannya kepada mahasiswa umum. Sampel penelitian yaitu mahasiswa asisten laboratorium fisika dasar Unnes. Metode penelitian berupa *Research and Development (RnD)* model 4-D Thiagarajan, dengan tiga tahap, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), dan *develop* (pengembangan). Uji kelayakan menghasilkan alat dan buku manual dengan kategori sangat layak. Hasil penerapan alat menghasilkan respon sangat tinggi dari mahasiswa.

Abstract

Calorific values were measured by bomb calorimeter on combustion in oxygen atmosphere. Bomb Calorimeter has been produced and researched in the world, because of its benefits on science. Parr Instrument Company is a company located in the USA which produced bomb calorimeter. In contrast to Indonesia, which has not research about it. This research aim to test for validity the bomb calorimeter that build before, and then applying to physics laboratory assistant's students at university. The bomb was completed by manual instruction, which tested for validity with the bomb. The methods was Research and Development (RnD) 4-D models that popularizes by Thiagarajan, which consists of four step: define, design, develop, and disseminate. The result of validity tools and manuals categorized as very decent, and applying this tool have very high response for students.

PENDAHULUAN

Fisika dibangun berdasarkan pengalaman empiris, dimana konsep konsep diformulasikan berdasarkan fakta dan data hasil pengamatan terhadap gejala, baik gejala alamiah maupun yang dikondisikan (Bambang, 2002). Sesuai pendapat Huges (1986) meskipun sebagian dari konsep fisika dibentuk melalui analisis matematis, namun pada akhirnya teori yang dibentuk harus diuji melalui eksperimen.

Alat praktikum dibuat dengan tujuan untuk membuktikan suatu teori atau menggunakan suatu teori untuk menghitung suatu besaran fisika. Bagi dunia sains khususnya fisika, adanya alat praktikum menjadi hal wajib. Salah satu materi yang memerlukan kegiatan praktikum adalah materi kalor. Praktikum yang dilakukan yaitu praktikum kalorimeter. Praktikum ini bertujuan untuk mencari kalor jenis suatu bahan berdasarkan prinsip *azas black* menggunakan suatu alat yang disebut kalorimeter.

Alat praktikum kalorimeter bom yang dibuat pada penelitian sebelumnya memiliki nilai ketepatan 91,4%. Alat ini selanjutnya dikembangkan dengan maksud untuk menguji coba alat dan buku manual pada kalangan mahasiswa.

Menurut Tipler (1991), 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.

Keenan (1980) menyatakan ada dua jenis kalorimeter, yaitu kalorimeter larutan dan kalorimeter bom. Kalorimeter larutan adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang terlibat pada reaksi kimia dalam sistem larutan.

Kalorimeter bom menurut Chang (2004) adalah alat yang digunakan untuk mengukur jumlah kalor yang dibebaskan pada pembakaran sempurna dalam oksigen berlebih suatu materi atau sampel tertentu. Sejumlah sampel ditempatkan pada tabung beroksigen yang tercelup dalam medium penyerap kalor (kalorimeter), dan sampel akan terbakar oleh api listrik dari kawat logam yang terpasang dalam

tabung. Kalorimeter jenis ini masih sulit dijumpai, bahkan di universitas disebabkan harganya yang relatif mahal.

Kalorimeter bom pembakaran pernah di desain di Universitas Lund oleh S.Sunner dan M. Mansson. Silva dkk (2006) peneliti asal Portugal mendesain kalorimeter bom pembakaran minimalis aneroid untuk menentukan entalpi molar standar pada pembentukan fase terkondensasi dari senyawa organik yang mengandung komponen utama C, H, dan O. selain menentukan entalpi pembakaran, juga dapat ditentukan entalpi pembentukan. Albert (1997) mengembangkan konsep baru desain kalorimeter bom yang praktis dengan sebutan kalorimeter bom 1271 dan kalorimeter 1281. Perbedaan kalorimeter ini dengan yang lain adalah kalorimeter bom dan wadah air menyatu sehingga lebih praktis.

Desain kalorimeter bom lain juga diteliti oleh Flores (2005) yaitu mengenai *rotation bom calorimetry*, fungsinya menentukan entalpi pembakaran senyawa yang mengandung belerang atau halogen.

Prinsip kerja kalorimeter bom pada volume konstan, yaitu pada waktu molekul-molekul bereaksi secara kimia, kalor akan dilepas atau diambil dan perubahan suhu pada fluida kalorimeter diukur. Karena bejana ditutup rapat, volumenya tetap dan tak ada kerja tekanan-volume yang dilakukan. Percobaan pada volume tetap, sulit dilakukan karena memerlukan penggunaan bejana reaksi yang dirancang dengan baik sehingga dapat tahan terhadap perubahan tekanan yang besar yang terjadi pada banyak reaksi kimia (Oxtoby, 2001).

Vorob'yov *et al.* (1997) telah melakukan penelitian tentang kalorimeter bom untuk mengetahui nilai kalor jenis bahan bakar yang ada di negara mereka. Korchagina *et al.* (2011) menganalisis perbandingan teknik dan karakteristik metrology kalorimeter bom yang digunakan di Rusia. Salah satu perusahaan yang memproduksi kalorimeter bom adalah *Parr Instrument Company* yang sekaligus memproduksi instruksi operasi manualnya.

Penelitian ini bertujuan untuk menguji kelayakan kalorimeter bom hasil penelitian

sebelumnya terhadap dosen ahli, kemudian menerapkannya kepada mahasiswa umum Suatu alat perlu diuji coba dengan tujuan mengetahui keterbacaan dan kepraktisan alat praktikum dan buku manual penggunaan. Respon dan saran mahasiswa setelah menggunakan alat praktikum kemudian digunakan untuk memperbaiki alat dan buku manual.

METODE PENELITIAN

Subjek penelitian ini adalah alat praktikum kalorimeter bom dan buku manual penggunaan kalorimeter bom. Sedangkan objek penelitian yaitu karakteristik dan kelayakan alat serta buku manual penggunaan kalorimeter bom, yang selanjutnya disebut perangkat praktikum kalorimeter bom. Lokasi pengambilan data yaitu di laboratorium fisika dasar gedung d9 fakultas matematika dan ilmu pengetahuan alam Universitas Negeri Semarang.

Model yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Menurut Sugiyono (2014) metode penelitian dan pengembangan atau dalam bahasa Inggrisnya *Research and Development* adalah metode penelitian yang

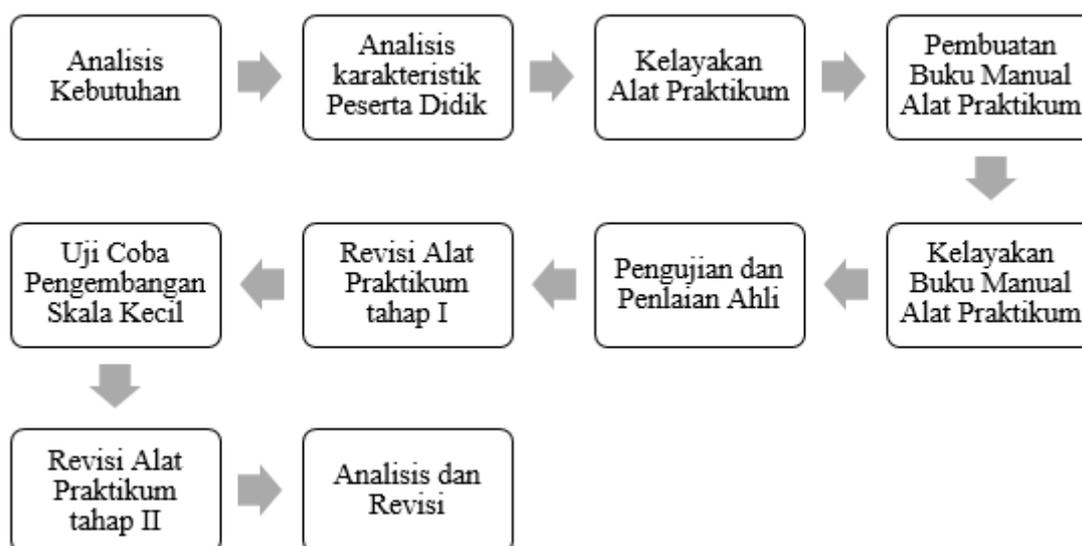
digunakan untuk menghasilkan produk tertentu dan menguji keefektifan produk tersebut.

Langkah-langkah penelitian dan pengembangan perangkat praktikum dalam penelitian ini menggunakan model 4-D yang dikembangkan oleh S. Thiagarajan, Dorothy S. Semmel, dan Melvyn I. Semmel (1974). Model pengembangan 4-D terdiri atas empat tahap utama, yaitu *define* (pendefinisian), *design* (perancangan), *develop* (pengembangan), dan *disseminate* (penyebaran).

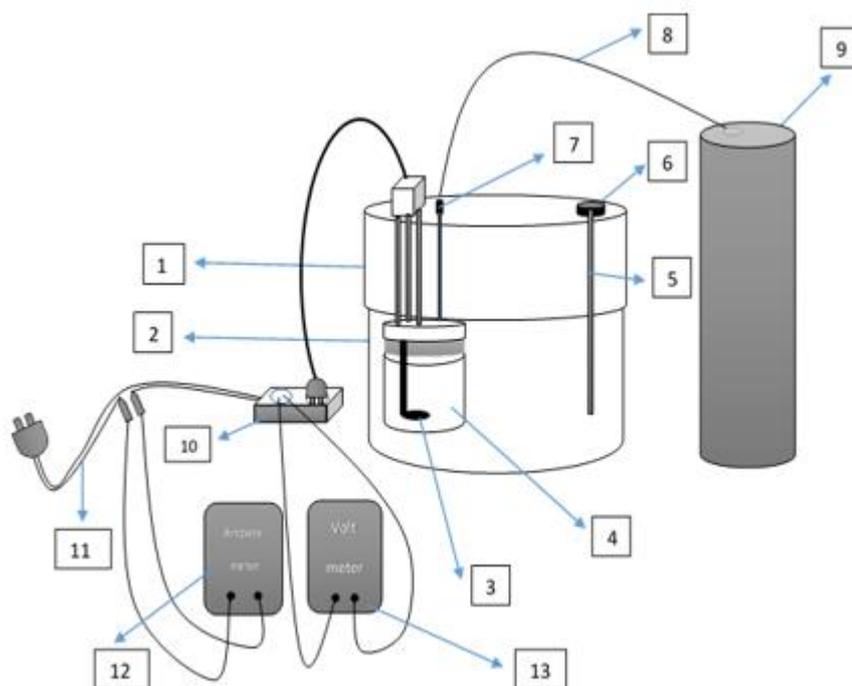
Metode pengumpulan data yaitu metode angket, sedangkan instrumen pengumpulan data meliputi lembar validasi alat praktikum dan buku manual kalorimeter bom, dan lembar angket respon terhadap penggunaan alat dilengkapi dengan saran terhadap alat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan pengembangan alat praktikum dilakukan sesuai desain penelitian pada Gambar 1. Hasil pengembangan alat praktikum kalorimeter bom meliputi seperangkat alat kalorimeter bom yang terdiri dari tiga rangkaian utama dapat dilihat pada Gambar 2



Gambar 1. Desain Penelitian



Gambar 2. Desain Alat Praktikum Kalorimeter Bom (1) tutup tabung kalorimeter, (2) wadah tabung kalorimeter, (3) pemanas, (4) tabung bom, (5) thermometer, (6) penutup, (7) pentil sepeda, (8) selang penghubung, (9) tabung gas oksigen, (10) stopkontak, (11) kabel, (12) amperemeter, (13) voltmeter.

Rangkaian pertama yaitu tabung kalorimeter bom terdiri dari wadah tabung kalorimeter, tutup tabung kalorimeter bom, dan tabung bom. Rangkaian pertama ini memiliki berat 4180,2 gram. Ukuran wadah tabung kalorimeter bom yaitu diameter 20 cm dan tinggi 15 cm. Sedangkan tabung bom tempat pembakaran berdiameter 10 cm dan tinggi 10 cm. Tabung ini bisa dilepas dan dipasang pada tutup tabung. Tutup tabung kalorimeter terhubung dengan pemanas jenis *tubular heater*. Selain itu, di bagian atas tutup ini juga terdapat pentil sepeda sebagai tempat memasukkan gas oksigen, dan lubang untuk memasukkan termometer.

Rangkaian kedua adalah tabung gas oksigen yang dilengkapi dengan regulator. Regulator dilengkapi dengan *pressure gauge* yang berfungsi untuk mengukur tekanan fluida dalam tabung tertutup. Satuan dari alat ukur ini adalah psi (*Pounds per Square Inch*) atau kekuatan tekanan per inchi. *Pressure gauge* terdiri dari penunjuk tekanan, tabung pengisi gas sementara, dan knop. Selang yang digunakan yaitu selang pompa

untuk menghubungkan tabung gas oksigen dengan tabung kalorimeter bom. Tutup tabung kalorimeter bom sudah dilengkapi dengan pentil pasangan pompa sebagai jalan masuknya oksigen ke dalam tabung bom.

Bagian ketiga yaitu rangkaian listrik yang berfungsi untuk menyalurkan listrik menuju sampel hingga terbakar. Rangkaian terdiri dari stopkontak dengan dua lubang, stekker, dan kabel satu meter yang diputus bagian tengah untuk mengukur arus yang mengalir menggunakan amperemeter.

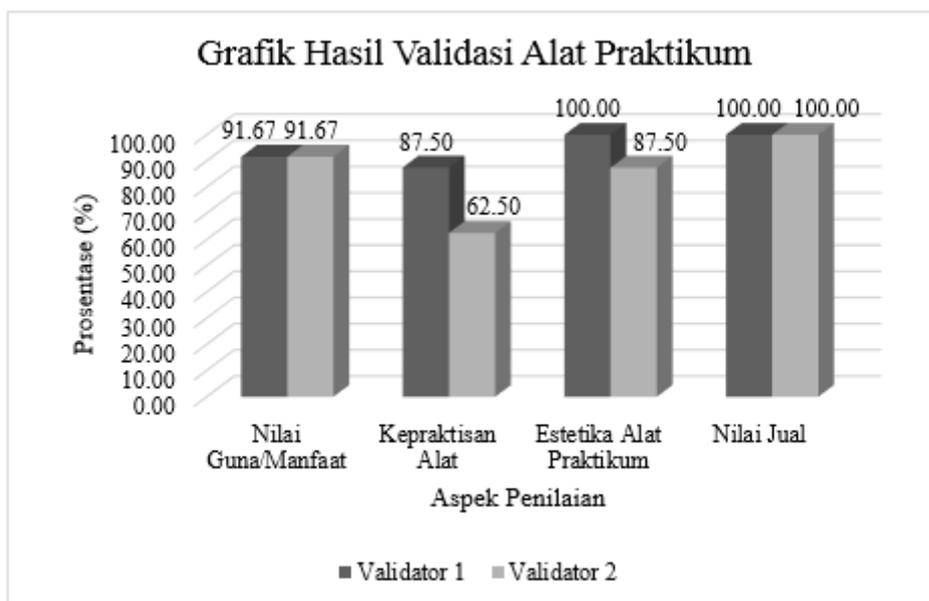
Peralatan penunjang yang diperlukan dalam praktikum adalah neraca, *stopwatch*, dan gelas kimia. Karakteristik dari alat praktikum kalorimeter bom ini adalah pemanfaatannya untuk menentukan kalor pembakaran suatu bahan dengan oksigen berlebih, seperti kalorimeter bom pada buatan pabrik.

Alat yang dikembangkan setelah melalui proses pembuatan alat, maka alat divalidasi oleh validator ahli. Validator ahli yang menilai uji kelayakan kalorimeter bom dan buku manualnya terdiri dari dua dosen ahli. Kedua validator ahli

diberikan angket penilaian dengan aspek-aspek yang sudah disesuaikan dengan aspek penilaian alat dan buku manual.

Berdasarkan Gambar 3, aspek yang mendapatkan prosentase paling rendah yaitu

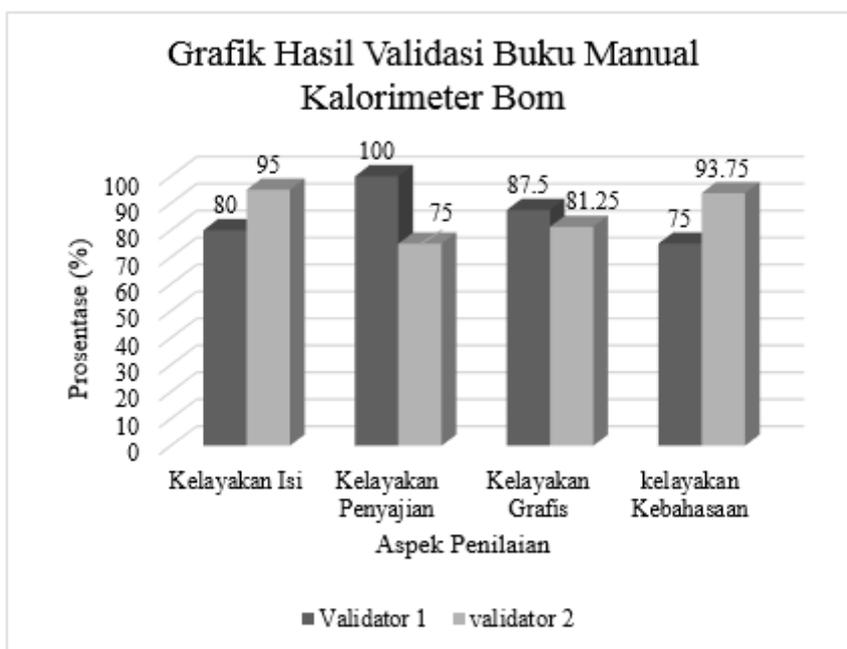
aspek kepraktisan alat, hal ini karena alat yang terdiri dari tiga rangkaian sehingga kurang praktis dalam mengoperasikan dan merangkainya.



Gambar 3. Grafik Validasi Kalorimeter Bom

Aspek yang mendapatkan prosentase paling tinggi yaitu aspek nilai jual. Nilai jual alat menjadi tinggi karena alat ini tergolong baru dan memiliki nilai ketepatan tinggi serta lebih ekonomis dibanding dengan alat buatan pabrik.

Hasil uji kelayakan buku manual kalorimeter bom ditunjukkan pada Gambar 4. Pada Gambar 4 terlihat prosentase nilai yang diberikan oleh validator 1 dan 2 berdasarkan masing-masing aspek penilaian.

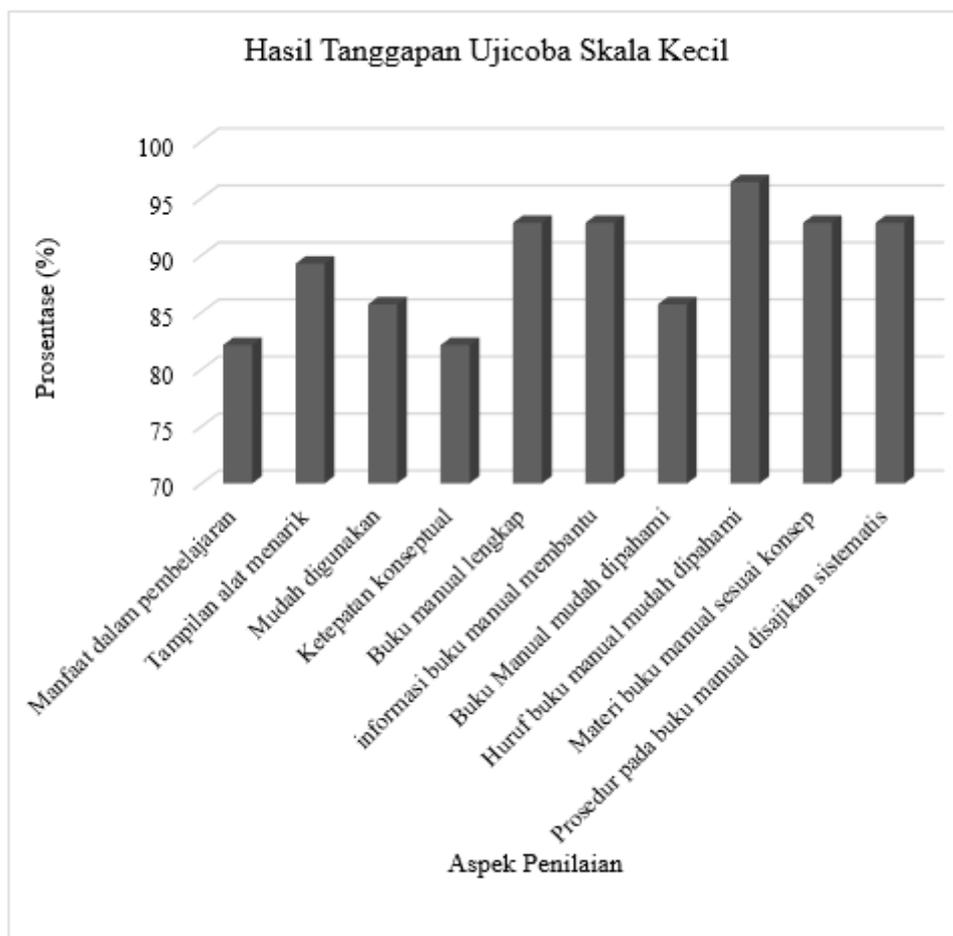


Gambar 4. Grafik Validasi Buku Manual Kalorimeter Bom

Berdasarkan Gambar 4, aspek kelayakan pada buku manual memiliki nilai rata-rata hampir sama. Hal ini dikarenakan ke-empat aspek tersebut sudah disesuaikan dengan panduan penggunaan modul praktikum.

Hasil validasi kalorimeter bom dan buku manual kemudian digunakan sebagai bekal uji coba skala kecil perangkat praktikum.

Responden uji coba skala kecil terdiri dari 7 mahasiswa fisika semester 6. Uji coba skala kecil bertujuan mengetahui tingkat kelayakan kalorimeter bom beserta respon dari mahasiswa umum dan keterbacaan buku manual. Berikut disajikan grafik tanggapan mahasiswa terhadap perangkat praktikum kalorimeter bom pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Hasil Tanggapan Mahasiswa Terhadap Perangkat Praktikum Pada Uji Coba Skala Kecil

Hasil uji coba skala kecil menunjukkan bahwa alat praktikum kalorimeter bom secara fisik dinilai sangat baik oleh mahasiswa. Mahasiswa juga dapat menggunakan alat praktikum dengan baik. Saran yang diberikan oleh mahasiswa terhadap alat praktikum, diantaranya supaya alat dilengkapi dengan pegangan agar lebih mudah membukanya, disediakan serbet untuk membuka tutup bom agar tangan praktikan tidak terkena panas dari tabung bom, dan termometer sebaiknya diganti yang lebih akurat karena jarum penunjuk pada

termometer lebih besar dari skala termometer itu sendiri sehingga pengukuran suhu kurang akurat.

Respon dan saran dari mahasiswa digunakan untuk memperbaiki perangkat praktikum menjadi lebih baik sehingga dapat digunakan pada kegiatan praktikum secara umum.

SIMPULAN

Kalorimeter bom valid dengan kategori sangat layak dan buku manual kalorimeter bom juga valid dengan kategori sangat layak. Perangkat kalorimeter bom tetap mengalami perbaikan setelah mendapat tanggapan dari mahasiswa pada ujicoba skala besar.

Saran pada penelitian ini yaitu 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 perbedaan pada tabung bom. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan tingkat akurasi hasil praktikum.

DAFTAR PUSTAKA

- Albert, H.J. 1997. New Concepts in Bomb Calorimetry Design and Operation. *Thermochimica Acta*, 310 (1998): 243-251.
- Bambang, E J., 2002. *Petunjuk Praktikum Fisika Dasar I*. UGM. Yogyakarta.
- Chang, Raymond. 2004. *Kimia Dasar : Konsep-konsep Inti*. Jakarta: Erlangga.
- Flores, H, dkk. 2005. Redesigning The Rotating-bomb Combustion Kalorimeter. *J. Chem. Thermodynamics*, 38 (2006): 756-759.
- Hughes, J., I.C. Ferebee, 1986. *Experimental Physics With A Rotation Table*. Phys Education, London.
- Keenan. 1980. *Kimia untuk universitas edisi keenam jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Korchagina, E.N. et al. 2011. A comparative Analysis of The Technical and Meteorological Characteristics of Bomb Kalorimeters Used in Russia. *Measurement Techniques*, 54(2): 186-193.
- Oxtoby, D. W., dkk. 2001. *Prinsip-prinsip Kimia Modern Edisi 4 Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Silva, M.A.V.R, dkk. 2006. Calibration and Test of an Aneroid Mini-bomb Combustion Kalorimeter. *J. Chem. Thermodynamics*, 39 (2007): 689-697.
- Sugiyono. 2014. *Metode Penelitian Kuantitatif kualitatif dan R&D*. Bandung: ALFABETA
- Tipler, P. A. 1991. *Fisika Untuk Sains dan Teknik Jilid 1 Edisi Ke 3*. Jakarta: Erlangga.
- Verob'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): 829-839.