

ALAT PENENTUAN JENIS-JENIS SISTEM BERBASIS GELAS

Irma Ria Ferdianti*, Noor Fadiawati, Lisa Tania, M. Mahfudz Fauzi S.
FKIP Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No. 1

**Corresponding author, tel/fax: 081273073934,
email: irmaria.ferdianti@gmail.com*

Abstract: *The Apparatus in Determining the System Types Based Glassware. The apparatus in determining the system types based glassware has been constructed by using research and development design. The functional test of this apparatus was conducted to the first year undergraduated student of chemical education Lampung University and field trial test was conducted to the 11th grade student of SMA Negeri 5 Bandar Lampung. The results showed that the functional test of this apparatus get “very high” criteria and based on teacher’s and student’s responses to suitable of this apparatus also get “very high” criteria. It can be concluded that the apparatus in determining the system types based glassware has good function and suitable to be used.*

Keywords: *closed system, experiment apparatus, glassware, isolated system, opened system*

Abstrak: **Alat Penentuan Jenis-Jenis Sistem Berbasis Gelas.** Telah dikembangkan alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas menggunakan desain penelitian dan pengembangan. Uji keberfungsian alat ini dilakukan kepada mahasiswa Universitas Lampung dan uji coba lapangan awal dilakukan kepada siswa kelas XI SMA Negeri 5 Bandar Lampung. Hasil penelitian menunjukkan bahwa keberfungsian alat ini berkriteria “sangat tinggi” dan berdasarkan tanggapan guru dan siswa, kelayakan alat juga berkriteria “sangat tinggi”. Dari hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas memiliki keberfungsian yang baik dan layak untuk digunakan.

Kata kunci: alat praktikum, gelas, sistem terbuka, sistem terisolasi, sistem tertutup

PENDAHULUAN

Sistem adalah bagian dari alam yang menjadi pusat perhatian kita. Jenis-jenis sistem dapat dibedakan menjadi tiga berdasarkan perpindahan materi dan perpindahan energinya. Sistem terbuka adalah sistem yang dapat mengalami perpindahan materi dan energi dengan lingkungan, sistem tertutup adalah sistem yang hanya dapat mengalami perpindahan energi dengan lingkungan, sedangkan sistem terisolasi adalah sistem tidak dapat mengalami perpindahan energi dan

materi dengan lingkungannya (Chang, 2005; Petrucci, 2007).

Materi jenis-jenis sistem pertama kali dikenalkan di SMA pada bab termokimia. Materi ini terdapat pada mata pelajaran kimia SMA kelas XI semester ganjil. Pada materi tersebut kompetensi dasar yang harus dimiliki siswa berdasarkan kurikulum 2013 dan KTSP yaitu merancang, melakukan, dan menyimpulkan serta menyajikan hasil percobaan reaksi eksoterm dan endoterm (Tim Penyusun, 2014). Syarat mencapai

kompetensi tersebut siswa harus menguasai konsep sistem dan lingkungan serta mampu membedakan jenis-jenis sistem.

Pembelajaran konsep jenis-jenis sistem sebaiknya dibangun melalui kegiatan praktikum karena melalui kegiatan praktikum siswa memiliki potensi untuk meningkatkan hubungan konstruktif sosial, sikap positif, pertumbuhan kognitif, keterampilan, (Bybee, 2000; Hofstein dan Lunetta, 2004; Sumfleth dkk., 2004; Tsovaltzi dkk., 2010; Katchevich dkk., 2013) motivasi dan kemampuan dalam mengembangkan pemahaman konseptual siswa (Gaddis dan Schoffstall, 2007; Tsovaltzi dkk., 2010). Di samping itu, belajar juga akan lebih bermakna melalui kegiatan praktikum karena siswa terlibat secara langsung dalam proses menemukan ilmu pengetahuan (Tobin, 1990; Hodson, 1993; Garnet dkk., 1995; Hofstein dan Lunetta, 2004; Abrahams dan Millar, 2008).

Keberlangsungan kegiatan praktikum harus didukung oleh ketersediaan alat praktikum dan kemampuan guru dalam menggunakan fasilitas dan peralatan yang tersedia di laboratorium IPA secara optimal (Tim Penyusun, 2011). Faktanya, kegiatan praktikum di sekolah terkendala oleh minimnya ketersediaan alat (Tim Penyusun, 2011; Fadiawati, 2013; Fadiawati dan Tania, 2014) dan penggunaan fasilitas dan peralatan yang tersedia di laboratorium IPA belum secara optimal (Tim Penyusun, 2011). Fakta tersebut didukung oleh hasil studi lapangan yang melibatkan 30 siswa kelas XI IPA dan empat guru kimia kelas XI dari tiga SMA/MA di Kota Metro.

Berdasarkan hasil wawancara terhadap guru kimia di masing-masing sekolah diperoleh informasi

bahwa seluruh guru menyatakan tidak melakukan kegiatan praktikum jenis-jenis sistem pada pembelajaran materi sistem dan lingkungan. Sesungguhnya dua dari tiga sekolah tersebut memiliki tabung reaksi, termometer, kertas lakmus, dan sumbat karet sebagai komponen alat praktikum untuk percobaan sistem terbuka dan sistem tertutup, dan kalorimeter sederhana sebagai komponen alat praktikum untuk percobaan sistem terisolasi sedangkan di satu sekolah yang lain hanya alat praktikum untuk percobaan sistem terisolasi yang tidak tersedia.

Kegiatan praktikum tidak dilakukan bukan karena kendala ketersediaan alat melainkan karena komponen alat praktikum belum terangkai dan belum memiliki alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan energi sehingga guru merasa kesulitan dalam penggunaan alat tersebut. Seluruh guru menyatakan bahwa pembelajaran hanya dilakukan dengan memberikan contoh ketiga sistem dalam kehidupan sehari-hari.

Selaras dengan hasil studi lapangan terhadap guru, seluruh siswa menyatakan bahwa kegiatan pembelajaran hanya dilakukan dengan memberikan contoh ketiga sistem dalam kehidupan sehari-hari. Lebih lanjut lagi, seluruh siswa menyatakan tidak ada media pembelajaran sebagai pengganti praktikum yang tidak dilaksanakan tersebut.

Berdasarkan hasil studi lapangan juga diketahui bahwa seluruh guru menyatakan sangat perlu dilakukan kegiatan praktikum jenis-jenis sistem dalam kegiatan pembelajaran agar siswa dapat lebih mudah memahami materi daripada hanya dijelaskan di kelas tanpa melakukan kegiatan praktikum. Pelaksanaan pembelajaran

dengan kegiatan praktikum akan lebih mampu menanamkan konsep pada siswa (Gaddis dan Schoffstall, 2007; Tsovaltzi dkk., 2010) karena siswa dapat mengamati secara langsung fenomena pertukaran materi dan energi antara sistem dan lingkungan. Karena beberapa alasan tersebut seluruh guru dan seluruh siswa menyatakan bahwa perlu dilakukan pengembangan alat praktikum jenis-jenis sistem agar kegiatan pembelajaran pada materi sistem dan lingkungan dapat dilakukan melalui kegiatan praktikum.

Dari hasil studi pustaka belum ditemukan alat penentuan jenis-jenis sistem yang pernah dikembangkan sebelumnya atau yang pernah digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Dengan demikian, berdasarkan hasil studi lapangan dan studi pustaka disimpulkan perlu dikembangkan alat penentuan jenis-jenis sistem yang yang mudah dibuat atau dirancang menggunakan peralatan yang ada di laboratorium, alat tersebut mudah digunakan serta disertai alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan perpindahan energi pada sistem.

Peralatan praktikum yang ada di laboratorium yang dimaksud yaitu peralatan yang berbahan dasar gelas yang mempertimbangkan bahwa bahan gelas bersifat transparan dan tidak bereaksi dengan bahan-bahan kimia kecuali bereaksi dengan HF (Robertson, 1956; Varshneya, 1994; Bingham dan Jackson, 2008; Dimri, dkk., 2008; Moore dkk., 2009; Ebert dan Bhushan, 2012) dan mempertimbangkan kemampuannya dalam menunjukkan perpindahan materi dan energi pada sistem dengan jelas. Pengembangan alat praktikum ini mempertimbangkan ketercapaian beberapa kriteria aspek kelayakan alat

yaitu keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, ketahanan alat, efisiensi penggunaan alat, serta keamanan bagi siswa. Berdasarkan pernyataan di atas, artikel ini memaparkan hasil penelitian terkait pengembangan Alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas.

METODE

Pengembangan alat penentuan jenis-jenis sistem menggunakan desain penelitian dan pengembangan atau *research and evelopment (R&D)* yang mengadaptasi dari Gall, dkk. (Sukmadinata, 2011)

Penelitian dan Pengumpulan Data

Tahapan ini berguna dalam memperoleh informasi awal untuk melakukan pengembangan. Tahapan ini meliputi studi pustaka dan studi lapangan. Studi pustaka bersumber dari berbagai buku, kumpulan jurnal, dan informasi dari internet yang bertujuan untuk mencari alat penentuan jenis-jenis sistem yang pernah dikembangkan, informasi mengenai alat ataupun bahan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi terjadi atau tidaknya pertukaran materi dan energi, serta informasi mengenai kriteria pengembangan alat penentuan jenis-jenis sistem.

Studi lapangan dilakukan di tiga SMA/MA Kota Metro dengan melakukan wawancara kepada empat guru kimia dan memberikan kuesioner kepada 30 siswa kelas XI IPA yang telah mendapatkan materi sistem dan lingkungan. Data pada tahap ini selanjutnya dilakukan klasifikasi dan dihitung frekuensi jawabannya. Frekuensi jawaban tersebut selanjutnya dipersentasekan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% J_{in} = \frac{\sum f_i}{N} \times 100 \%$$

dimana $\%J_{in}$ merupakan persentase pilihan jawaban-i, $\sum J_i$ merupakan jumlah skor jawaban-i, dan N merupakan jumlah skor total (Sudjana, 2005).

Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan perencanaan kriteria dan bahan-bahan yang akan digunakan dalam pengembangan alat penentuan jenis jenis sistem serta aspek kelayakan alat yang akan dicapai. Bahan yang digunakan untuk pengembangan alat penentuan jenis-jenis sistem ini yaitu bahan-bahan yang berbasis gelas. Pemilihan bahan ini mempertimbangkan ketersediaan bahan tersebut di laboratorium, ketahanannya tersebut terhadap perubahan suhu, serta terhadap bahan-bahan kimia.

Pengembangan Draft Awal

Pembuatan dan validasi desain.

Tahap pertama pengembangan draft awal yaitu pembuatan desain. Pembuatan desain ini dilakukan menggunakan bahan-bahan yang sudah ditentukan pada tahap perencanaan. Desain yang telah dibuat ini divalidasi oleh dua orang dosen kimia FKIP Universitas Lampung sebagai validator. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan desain alat untuk direalisasikan menjadi alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas.

Pembuatan dan validasi alat.

Pembuatan alat dilakukan menggunakan desain alat yang telah dinyatakan layak pada tahap validasi desain. Alat hasil pengembangan divalidasi dua orang dosen Pendidikan Kimia Universitas Lampung menggunakan instrumen validasi. Validasi ini bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat meliputi aspek keterkaitan

dengan bahan ajar, kebernilaian pendidikan, efisiensi penggunaan alat, keamanan bagi siswa, serta ketahanan alat.

Uji Keberfungsian. Uji keberfungsian dilakukan dengan memberikan kuesioner kepada 10 mahasiswa Pendidikan Kimia Universitas Lampung setelah melaksanakan praktikum menggunakan alat yang dikembangkan. Uji ini bertujuan untuk mengetahui keberfungsian tiap komponen alat yang dikembangkan.

Data yang diperoleh pada tahap pengembangan draf awal selanjutnya diklasifikasikan, ditabulasi, dihitung frekuensi jawabannya, dan diskor menggunakan skala *Guttman* yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Penskoran pada kuesioner

No.	Pilihan Jawaban	Skor
1	Ya	1
2	Tidak	0

Setelah skor jawaban diperoleh selanjutnya menghitung persentase jawaban dari tiap pernyataan dengan menggunakan rumus:

$$\% J_{in} = \frac{\sum J_i}{N} \times 100 \%$$

dimana $\%J_{in}$ merupakan persentase pilihan jawaban-i, $\sum J_i$ merupakan jumlah skor jawaban-I, dan N merupakan jumlah skor total (Sudjana, 2005). Selanjutnya persentase tiap aspek kelayakan dihitung dengan rumus:

$$\overline{\% X_i} = \frac{\sum \% X_{in}}{n}$$

dimana $\overline{\% X_i}$ =rata-rata persentase kuesioner-i tiap aspek, $\sum \% X_{in}$ =jumlah persentase kuesioner-i tiap pernyataan, dan n merupakan jumlah pernyataan aspek (Sudjana, 2005). Kemudian dilakukan penafsiran hasil persentase untuk memperoleh sebuah

pernyataan kualitas menggunakan Tafsiran Arikunto (2012) yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tafsiran persentase kelayakan alat

Persentase	Kriteria
80,1 – 100	Sangat tinggi
60,1 – 80	Tinggi
40,1 – 60	Sedang
20,1 – 40	Rendah
0,0 – 20	Sangat rendah

Uji Coba Lapangan Awal

Uji coba lapangan awal dilakukan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung yang melibatkan 2 guru kimia dan 10 siswa kelas XI IPA melalui pengisian kuesioner. Sebelum pengisian kuesioner, siswa melakukan praktikum menggunakan alat hasil pengembangan.

Terdapat dua jenis kuesioner yang digunakan. Kuesioner pertama yaitu kuesioner untuk mengetahui tanggapan guru terhadap alat yang dikembangkan meliputi aspek keterkaitan dengan bahan ajar, kebernilaian pendidikan, efisiensi penggunaan alat, keamanan bagi siswa, serta ketahanan alat, dan kuesioner kedua yaitu kuesioner untuk mengetahui tanggapan siswa terhadap alat yang dikembangkan meliputi aspek efisiensi penggunaan alat, keamanan bagi siswa, serta ketahanan alat.

Data yang diperoleh pada tahap ini kemudian diolah untuk diperoleh temuan. Pengolahan yang dilakukan sama dengan pengolahan data pada tahap pengembangan draf awal.

Revisi Hasil Uji Coba

Revisi dilakukan berdasarkan tanggapan guru dan siswa terhadap alat yang dikembangkan. Berdasarkan hal tersebut akan diperoleh alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil dari penelitian ini yaitu alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas. Adapun hasil dari tiap tahap penelitian yang dilakukan adalah sebagai berikut.

Penelitian dan Pengumpulan Data

Studi Pustaka. Berdasarkan studi pustaka diperoleh informasi mengenai konsep jenis-jenis sistem, alat penentuan jenis-jenis sistem yang pernah dikembangkan, informasi mengenai alat ataupun bahan yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi terjadi atau tidaknya pertukaran materi dan energi, serta informasi kriteria pengembangan alat penentuan jenis-jenis sistem. Dari studi pustaka diketahui bahwa belum pernah ditemukan pengembangan alat praktikum penentuan jenis-jenis sistem sebelumnya.

Studi Lapangan. Hasil studi lapangan melalui wawancara terhadap empat orang guru kimia diperoleh informasi bahwa seluruh guru menyatakan tidak melakukan kegiatan praktikum jenis-jenis sistem pada pembelajaran materi sistem dan lingkungan. Dua dari tiga sekolah diketahui telah memiliki tabung reaksi, termometer, kertas lakmus, dan sumbat karet sebagai komponen alat praktikum untuk percobaan sistem terbuka dan sistem tertutup, serta kalorimeter sederhana sebagai komponen alat praktikum untuk percobaan sistem terisolasi sedangkan di satu sekolah yang lain hanya alat praktikum untuk percobaan sistem terisolasi yang tidak tersedia.

Kegiatan praktikum tidak dilakukan bukan karena kendala ketersediaan alat melainkan karena komponen alat praktikum belum terangkai dan belum terdapat alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi

dan energi sehingga guru merasa kesulitan dalam penggunaan alat tersebut. Seluruh guru menyatakan bahwa pembelajaran hanya dilakukan dengan memberikan contoh ketiga sistem dalam kehidupan sehari-hari. Lebih lanjut lagi, seluruh guru menyatakan bahwa alat praktikum yang dibutuhkan dalam membelajarkan materi sistem dan lingkungan yaitu alat praktikum yang mudah dibuat atau dirancang menggunakan peralatan yang ada di laboratorium, alat tersebut mudah digunakan serta disertai alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan energi.

Hasil kuesioner yang diberikan kepada siswa diperoleh informasi bahwa semua siswa tidak melakukan kegiatan praktikum penentuan jenis-jenis sistem. Seluruh siswa menyatakan tidak tersedia media pengganti untuk kegiatan praktikum yang tidak terlaksana, lebih lanjut seluruh siswa menyatakan perlu untuk dikembangkan alat penentuan jenis-jenis sistem.

Berdasarkan hasil studi pustaka dan studi lapangan maka disimpulkan alat penentuan jenis-jenis sistem yang dikembangkan harus mudah dibuat atau dirancang menggunakan peralatan yang ada di laboratorium, alat tersebut mudah digunakan serta disertai alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan energi.

Perencanaan

Pada tahap ini dilakukan pemilihan bahan-bahan yang akan digunakan sebagai komponen penyusun alat penentuan jenis-jenis sistem. Bahan yang akan digunakan dalam pengembangan alat praktikum ini yaitu bahan-bahan berbasis gelas karena mempertimbangkan sebagian besar alat praktikum yang terdapat di

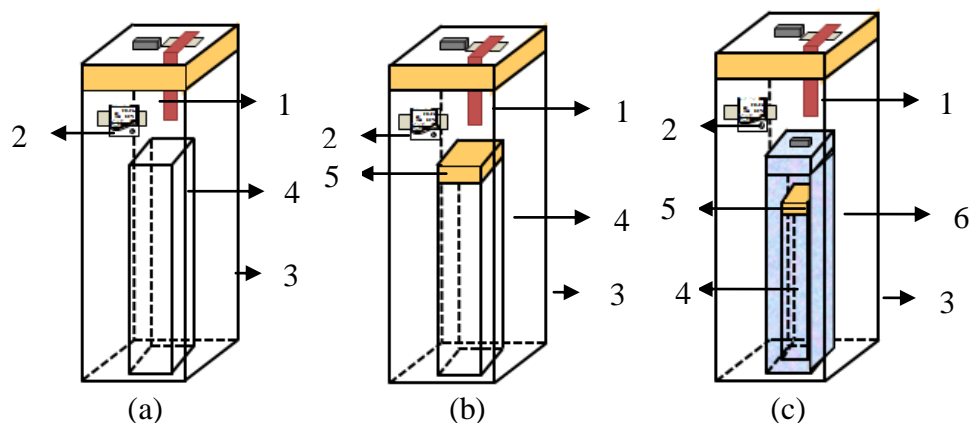
laboratorium berbahan dasar gelas serta bahan-bahan kimia yang akan digunakan untuk percobaan akan menghasilkan reaksi eksoterm maupun reaksi endoterm sehingga jika digunakan bahan gelas diharapkan bahan tersebut akan tahan terhadap perubahan suhu. Bahan gelas tersebut direncanakan akan digunakan sebagai bejana reaksi utama untuk ketiga sistem.

Alat yang direncanakan sebagai penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan energi berupa kalor adalah termometer. Hal ini mempertimbangkan termometer merupakan alat pengukur suhu sehingga jika terjadi perubahan suhu akan terdeteksi dari skala yang ditunjukkan oleh termometer. Alat yang direncanakan sebagai penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi merupakan alat yang dapat mendeteksi adanya gas hasil reaksi.

Pengembangan Draf Awal

Pembuatan Desain. Desain alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas hasil pengembangan disajikan pada Gambar 1. Desain alat ini sebelumnya telah mengalami tiga kali perbaikan. Perbaikan yang dilakukan diantaranya dengan menyertakan bejana pembatas lingkungan yang bertujuan untuk memaksimalkan pengamatan terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan energi.

Selain itu juga dilakukan perbaikan desain untuk alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi dan energi. Mula-mula untuk penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi digunakan suatu alat pengukur volume gas, kemudian diperbaiki menggunakan bahan kimia pendeteksi adanya gas. Bahan kimia yang digunakan untuk percobaan ini yaitu NH_4Cl dan NaOH yang



Keterangan:

1:kertas lakmus, 2:termometer digital,3:bejana pembatas lingkungan,4:bejana reaksi, 5:sumbat karet, 6.:bejana pelindung reaktor.

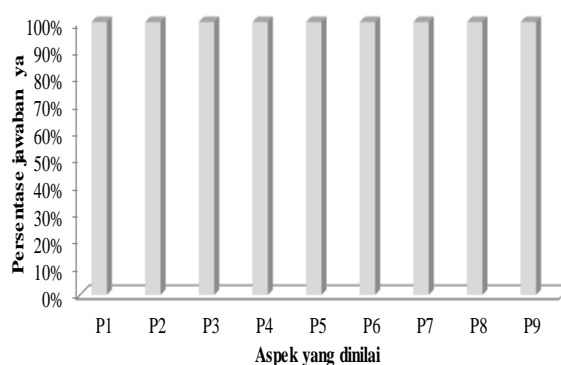
Gambar 1. Desain alat penentuan jenis-jenis sistem (a) sistem terbuka, (b) sistem tertutup, (c) sistem terisolasi.

menghasilkan gas NH_3 bersifat basa. Oleh karena itu digunakan kertas lakmus sebagai bahan pendeteksi terjadi atau tidaknya perpindahan materi.

Untuk alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan energi mula-mula digunakan termometer alkohol, namun selanjutnya diganti menggunakan termometer digital. Hal ini dikarenakan reaksi kimia antara NH_4Cl dan NaOH merupakan reaksi

eksoterm dengan menghasilkan perubahan suhu lingkungan antara $0,5-1,0^\circ\text{C}$. Dengan demikian penggunaan termometer alkohol mengakibatkan sulitnya mengamati skala pada termometer tersebut.

Desain yang telah dibuat selanjutnya divalidasi desain untuk mengetahui kelayakannya. Hasil validasi desain alat penentuan jenis-jenis sistem yang dikembangkan disajikan pada Gambar 2.



Keterangan:

P1: kesesuaian desain dengan konsep, P2:kemudahan memperoleh bahan yang digunakan, P3:keterjangkauan biaya pembuatan, P4:kemudahan penyimpanan, P5:kemudahan membawa/menmindahkan, P6:kemudahan pengamatan, P7:keamanan bagi siswa, P8:ketahanan alat terhadap bahan-bahan kimia, P9:ketahanan alat terhadap perubahan lingkungan.

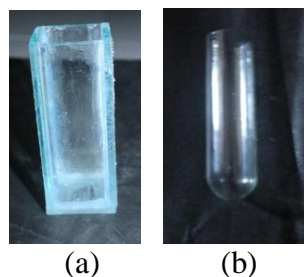
Gambar 2. Hasil validasi desain

Kuesioner untuk validasi desain terdiri dari sembilan pernyataan kelayakan desain alat. penentuan jenis-jenis sistem Dari tahap validasi desain diperoleh hasil bahwa keseluruhan pernyataan memperoleh persentase 100% dengan kriteria kelayakan sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa desain alat layak untuk direalisasikan menjadi alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas.

Pembuatan dan Validasi Alat. Desain alat yang telah dinyatakan layak selanjutnya direalisasikan menjadi alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas. Sebelum alat hasil pengembangan dilanjutkan ke tahap validasi alat, terlebih dahulu alat hasil pengembangan diuji coba untuk mengetahui keberfungsian masing-masing komponen penyusun alat.

Berdasarkan hasil uji coba diketahui bahwa bejana reaksi mengalami kebocoran. Dengan demikian dilakukan perbaikan dengan mengganti bejana reaksi yang semula terbuat dari kotak kaca menggunakan tabung reaksi. Hasil penggantian bejana reaksi disajikan pada Gambar 3.

Setelah bejana reaksi diganti, kembali dilakukan uji coba alat hasil pengembangan dan hasilnya bejana

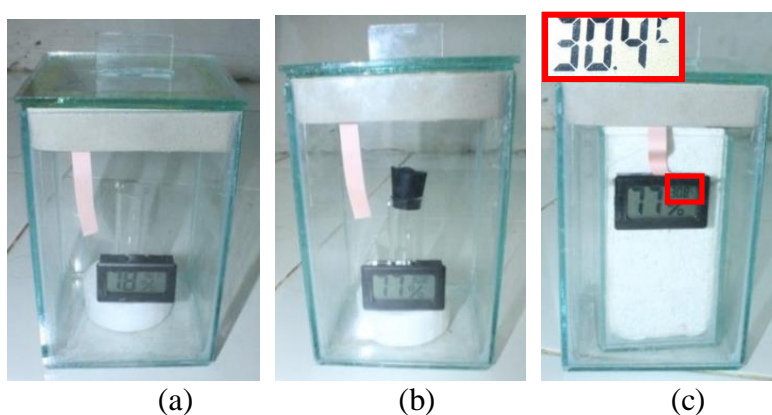


Gambar 3. Bejana reaksi
(a) sebelum uji coba alat,
(b) sesudah uji coba alat.

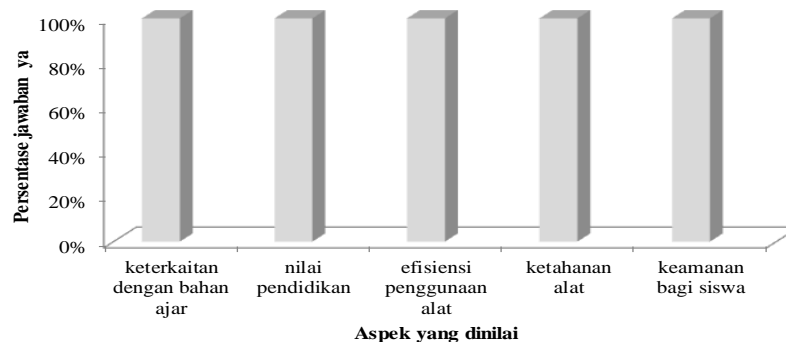
reaksi sudah tidak mengalami kebocoran. Dengan demikian alat penentuan jenis-jenis sistem sudah selesai dibuat dan disajikan pada Gambar 4.

Validasi Alat. Validasi alat bertujuan untuk mengetahui kelayakan alat hasil pengembangan untuk digunakan dalam kegiatan pembelajaran. Hasil validasi alat disajikan dalam Gambar 5. Hasil yang diperoleh pada tahap ini yaitu semua aspek kelayakan mendapatkan persentase 100% dengan kriteria kelayakan sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran materi sistem dan lingkungan.

Uji Keberfungsian. Uji keberfungsian dilakukan untuk mengetahui



Gambar 4. Alat penentuan jenis-jenis sistem (a) sistem terbuka, (b) sistem tertutup, (c) sistem terisolasi (inset: indikator suhu)



Gambar 5. Hasil validasi alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas

keberfungsian masing-masing komponen penyusun alat penentuan jenis-jenis sistem hasil pengembangan. Hasil uji keberfungsian disajikan pada Gambar 6.

Hasil yang diperoleh pada tahap ini yaitu kesepuluh aspek keberfungsian mendapatkan persentase 100% dengan kriteria sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas memiliki komponen yang berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk kegiatan praktikum penentuan jenis-jenis sistem.

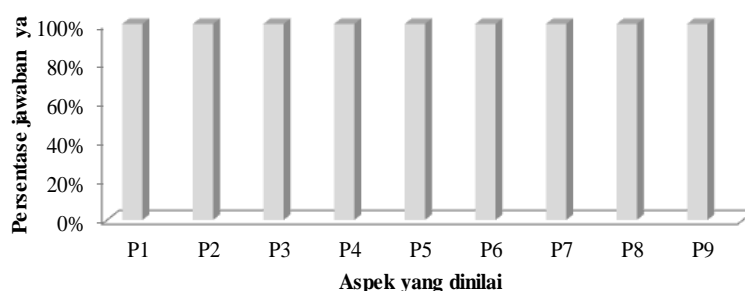
Uji Coba Lapangan Awal

Uji coba lapangan awal dilakukan di SMA Negeri 5 Bandar Lampung. Pada tahap ini siswa melakukan kegiatan praktikum penentuan jenis-jenis sistem menggunakan alat hasil pengembangan dan guru memperhatikan dan menilai alat praktikum hasil pengembangan yang sedang digunakan oleh siswa.

Tanggapan guru. Guru menilai kelayakan alat praktikum berdasarkan aspek kelayakan yang meliputi keterkaitan dengan bahan ajar, nilai pendidikan, efisiensi penggunaan alat, ketahanan alat, dan keamanan bagi siswa. Hasil tanggapan guru disajikan pada Gambar 7.

Berdasarkan hasil yang diperoleh, terdapat dua aspek kelayakan yang mendapatkan masing-masing jawaban “tidak”. Pada aspek nilai pendidikan, untuk pernyataan “alat praktikum yang dikembangkan sesuai dengan perkembangan intelektual siswa” guru 1 menyatakan tidak dengan alasan bahwa untuk perkembangan intelektual siswa sudah banyak alat yang dapat digunakan, alat ini hanya dapat digunakan sebagai penunjang. Untuk pernyataan “alat penentuan jenis-jenis sistem yang dikembangkan dapat digunakan untuk meningkatkan kompetensi siswa pada materi sistem dan lingkungan” guru menyatakan tidak dengan alasan alat ini hanya dapat meningkatkan kreativitas siswa sehingga siswa diharapkan dapat merancang untuk membuat alat sendiri untuk praktikum.

Berdasarkan tanggapan guru kegiatan praktikum menggunakan alat penentuan jenis-jenis sistem yang dikembangkan tetap akan meningkatkan intelektual siswa serta kompetensi dan pengetahuan serta keterampilan siswa. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Gaddis dan Schofftstall (2007) serta Tsovaltzi dkk. (2010) yang menyatakan bahwa kegiatan praktikum akan meningkatkan kemampuan siswa dalam



Keterangan:

P1: keberfungsian termometer, P2:keberfungsian kertas lakmus merah, P3:keberfungsian keseluruhan komponen, P4:keberfungsian bejana reaksi dalam menunjukkan perpindahan energi pada sistem terbuka, P5:keberfungsian bejana reaksi dalam menunjukkan perpindahan materi pada sistem terbuka, P6:keberfungsian bejana reaksi dalam menunjukkan perpindahan energi pada sistem terbuka, P7:keberfungsian penutup bejana reaksi dalam menunjukkan tidak terjadinya perpindahan materi pada sistem terbuka, P8:keberfungsian bejana reaksi dalam menunjukkan tidak terjadinya perpindahan energi pada sistem terbuka, P9:keberfungsian reaktor dalam menunjukkan tidak terjadinya perpindahan materi pada sistem terbuka

Gambar 6. Hasil uji coba keberfungsian

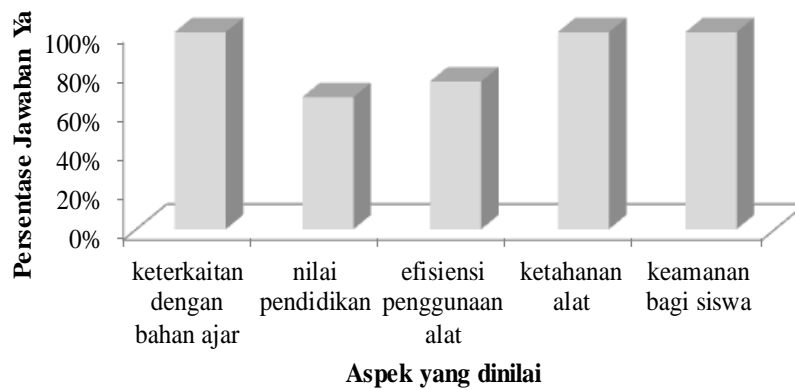
mengembangkan pemahaman konseptual. Lebih lanjut lagi hasil penelitian Bybee (2000), Sumfleth dkk. (2004) dan Katchevich dkk. (2013) yang menyatakan bahwa kegiatan praktikum juga akan meningkatkan keterampilan siswa.

Selain itu, untuk aspek ketahanan alat pada pernyataan “alat praktikum yang dikembangkan memiliki ketahanan terhadap perubahan lingkungan (suhu, cahaya, matahari, kelembapan air)”, Guru 2 memberikan jawaban “tidak”. Guru tersebut memberikan alasan bahwa salah satu komponen alat yang dikembangkan menggunakan *styro-foam* yang kurang tahan terhadap kelembapan air. Untuk tanggapan ini, peneliti memberikan penjelasan bahwa alat dapat disimpan menggunakan silika gel untuk mengurangi kelembapan, karena silika gel bekerja dengan cara mengikat uap air di udara sehingga mengurangi kelembapan saat penyimpanan.

Pada tahap ini, guru juga memberikan saran agar tidak perlu menggunakan termometer sebagai alat

penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan energi. Guru memberikan saran tersebut dengan alasan pengamatan terjadi atau tidaknya perpindahan energi dapat dideteksi dengan memegang secara langsung bejana reaksi dan merasakan perbedaan suhu sebelum dan sesudah reaksi. Saran ini dapat diterima dengan catatan bahwa reaksi yang digunakan harus menghasilkan perubahan suhu yang tinggi agar hanya dengan kontak fisikpun bisa terdeteksi perubahan suhunya. Namun untuk reaksi pada percobaan ini yang tidak menghasilkan perubahan suhu yang tinggi yaitu kisaran $0,5 - 1,0^{\circ}\text{C}$, maka akan sulit jika penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi hanya menggunakan kontak fisik.

Selain itu guru juga memberikan saran agar tidak perlu menggunakan kertas lakmus sebagai alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi. Guru memberikan saran ini dengan alasan bahwa untuk pengamatan terjadi atau tidaknya perpindahan materi dapat diamati dengan memperhatikan gas hasil reaksi yang



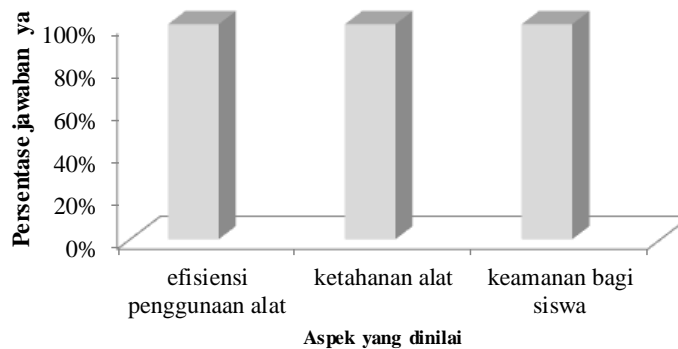
Gambar 7. Hasil tanggapan guru terhadap kelayakan alat

keluar dari sistem ke lingkungan. Saran dari guru tersebut dapat digunakan dengan catatan gas yang dihasilkan merupakan gas yang berwarna. Namun untuk percobaan ini yang menghasilkan gas tidak berwarna maka penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi harus tetap menggunakan kertas lakmus

Hasil yang diperoleh pada tahap ini yaitu rata-rata aspek kelayakan mendapatkan persentase 97% dengan kriteria sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem memiliki komponen yang berfungsi baik dan dapat digunakan untuk kegiatan praktikum penentuan jenis-jenis sistem.

Tanggapan siswa. Siswa menilai kelayakan alat penentuan jenis-jenis sistem hasil pengembangan berdasarkan aspek kelayakan yang meliputi efisiensi penggunaan alat ketahanan alat, dan keamanan bagi siswa. Hasil tanggapan siswa terhadap kelayakan alat disajikan pada Gambar 8.

Hasil yang diperoleh pada tahap ini yaitu rata-rata aspek kelayakan mendapatkan persentase 100% dengan kriteria sangat tinggi. Dengan demikian diketahui bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem memiliki komponen yang berfungsi dengan baik dan dapat digunakan untuk kegiatan praktikum penentuan jenis-jenis sistem.



Gambar 8. Hasil tanggapan siswa terhadap kelayakan alat

Revisi Hasil Uji Coba

Berdasarkan tanggapan dan saran dari guru terhadap alat penentuan jenis-jenis sistem, maka tidak dilakukan revisi alat.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas hasil pengembangan dibuat dengan memanfaatkan barang-barang berbahan gelas yang ada di laboratorium. Alat ini telah disertai alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan energi berupa termometer dan alat penunjuk terjadi atau tidaknya perpindahan materi berupa kertas lakmus. Berdasarkan hasil validasi desain, validasi alat, uji keberfungsian, tanggapan guru dan tanggapan siswa terhadap alat penentuan jenis-jenis sistem berbasis gelas yang dikembangkan semuanya memperoleh kriteria kelayakan sangat tinggi. Hasil ini menunjukkan bahwa alat yang dikembangkan layak digunakan dalam kegiatan pembelajaran di sekolah pada materi sistem dan lingkungan.

DAFTAR RUJUKAN

Abrahams, I. dan Millar, R. 2008. Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*. 30, 1945-1969.

Arikunto, S. 2012. *Prosedur Penelitian, Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: Rineka Cipta.

Bingham, P. A. dan Jackson, C. M. 2008. Roman Blue-Green Bottle Glass: Chemical-Optical Analysis and

High Temperature Viscosity Modelling. *Journal of Archaeological Science*. 35, 302-309.

Bybee, R. 2000. *Teaching science as inquiry*. American Association for Advancement of Science (AAAS), Washington DC.

Chang, R. 2005. *Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid I*. Alih bahasa Departemen Kimia: Institut Teknologi Bandung. Jakarta: Erlangga.

Dimri, V., Sarkar, B., Singh, U., dan Tiwari. G. N. 2008. Effect of Condensing Cover Material on Yield of an Active Solar Still: An Experimental Validation. *Elsevier B. V.* 227, 178-189.

Ebert, D. dan Bhushan, B. 2012. Transparent, Superhydrophobic, and Polymer Substrates Using SiO₂, ZnO, and ITO Nanoparticles. *Langmuir*. 12, 11391-11399.

Fadiawati, N. 2013. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Kesetimbangan Kimia Berbasis Representasi Kimia untuk Siswa Kelas XI IPA. *Prosiding Seminar Penelitian, Pendidikan, Dan Penerapan MIPA*, 197-203.

Fadiawati, N. dan Tania, L. 2014. Efektivitas pendekatan saintifik dalam Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Kesetimbangan Kimia. *Laporan Penelitian*. Bandar Lampung, (tidak diterbitkan).

Gaddis, B. A. dan Schoffstall, A. M. 2007. Incorporating Guided-Inquiry Learning into the Organic

- Chemistry Laboratory. *Journal of Chemical Education*. 84(5), 848-851.
- Garnett, P. J., Garnet, P. J., dan Hacking. M. W. 1995. Refocusing the chemistry lab: A case for laboratory based-investigation. *Australian science Teachers Journal*. 41, 26-32.
- Hofstein, A. dan Lunetta, V. N. 2004. The laboratory in science education: foundation for the twenty-first century. *Science Education*. 88, 28-54.
- Katchevich, D., Hofstein, A., dan Naaman. R. M. 2013. Argumentation in the Chemistru Laboratory: Inquiry and Confirmatory Experiment. *Science Education*. 43, 317-345
- Moore. J. H., Davis, C. C., dan Coplan, M. A. 2009. *Building Science Apparatus Fourth Edition*. New York: Cambridge University Press.
- Petrucci, R. H., Harwood, W. S., J. F. Herring, dan J. D. Madura. 2007. *Kimia Dasar Prinsip-Prinsip & Aplikasi Modern Edisi Kesembilan Jilid 1*. Alih bahasa Suminar Setiati Achmadi. Jakarta: Erlangga.
- Robertson, A. J. B., Fabian, D. J., Crocker, A. J., dan Dewing, J. 1956. *Laboratory Glass*. New York: Academic Press..
- Sudjana, M.A. 2005. *Metoda Statistika*. Bandung: Tarsito.
- Sukmadinata. 2011. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya
- Tim Penyusun. 2011. *Pedoman Pembuatan Alat Peraga Kimia Sederhana Untuk SMA*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tim Penyusun. 2014. *Permen-dikbud Nomor 59 Tahun 2014 tentang Kutikulum SMA/MA*. Jakarta: Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Tobin, K. G. 1990. Student Task Involvement and Achievement in Process-Oriented Science Activities. *Science Education*. 70, 61-71.
- Tsovaltzi, D., Rummel, N., McLaren. B. M. 2010. Extending a Virtual Chemistry Laboratory with Collaboration Script to Promote Conceptual Learning. *International Journal Technology Enchanced Learning*. 2, 91-110
- Varshneya, A. K. 1994. *Fundamental of Inorganic Glass*. London: Academic Press.