

PENGEMBANGAN *THERMOBALANCE* DIGITAL BERBASIS TEKNOLOGI SENSOR DAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK (LKPD) UNTUK PEMBELAJARAN MATERI SUHU DAN KALOR

Yulkifli, Usmeldi, Yohandri, dan Anggraini

Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Negeri Padang
Jln. Prof. Dr. Hamka, Air Tawar, Padang, Sumatra Barat 25173, Indonesia
Email: yulkifliamir@gmail.com

ABSTRAK

Pemahaman tentang konsep materi dan suhu adalah salah satu tujuan pembelajaran dalam Kurikulum 2013 dan kompleksitas materi ini menuntut adanya perangkat pembelajaran yang dapat membantu peserta didik dalam mencapai tujuan tersebut. Dalam artikel ini, kami akan memaparkan pengembangan *thermobalance* digital dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai penunjang pembelajaran suhu dan kalor. Hasil evaluasi menunjukkan bahwa *thermobalance* digital dan LKPD yang dikembangkan dalam penelitian ini telah terbukti valid, praktis dan efektif. Temuan hasil evaluasi tersebut menunjukkan potensi *thermobalance* digital dan LKPD sebagai media pembelajaran materi suhu dan kalor.

Kata kunci: *thermobalance* digital, lembar kerja siswa, suhu dan kalor

ABSTRACT

An understanding of temperature and heat concept is one of the learning objectives in the 2013 Curriculum and the complexity of these concepts requires learning tools that can help students in achieving this objective. In this article, we discussed the development of digital *thermobalance* and student worksheets (LKPD) as supporting tools for learning temperature and heat concepts. The evaluation results showed that digital *thermobalance* and LKPD developed in this study have proven to be valid, practical and effective. Findings from this evaluation showed the potential of digital *thermobalance* and LKPD as a learning media for temperature and heat subject.

Keywords : digital *thermobalance*, students' worksheet, temperature and heat

How to cite: Yulkifli, Usmeldi, Yohandri, & Anggraini (2017). Pengembangan *Thermobalance* Digital Berbasis Teknologi Sensor Dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Untuk Pembelajaran Materi Suhu Dan Kalor. *Jurnal Pengajaran MIPA*, 22 (1), 40-44.

PENDAHULUAN

Pemahaman tentang konsep materi dan suhu adalah salah satu tujuan pembelajaran dalam Kurikulum 2013 dan penelitian telah menunjukkan bahwa materi suhu dan kalor adalah salah satu materi yang masih sulit dipahami peserta didik (Baser, 2006; Paik, Cho, dan Go, 2007; Gonen dan Kocakaya, 2010; Tanahoung, Chitaree, dan Soankwan, 2010; Alwan, 2011). Para peneliti (misalnya Gonen dan Kocakaya, 2010; Alwan, 2011) menyarankan kegiatan eksperimen laboratorium sebagai salah satu upaya untuk membantu siswa dalam memperoleh pemahaman yang tepat tentang konsep suhu dan kalor. Namun, kegiatan eksperimen laboratorium juga harus didukung dengan peralatan laboratorium yang memadai mengingat peralatan laboratorium yang berkualitas

adalah salah satu material penunjang pendidikan yang diperlukan untuk membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran (Penuel, Harris, dan DeBarger, 2015).

Dalam merefleksikan peran kegiatan laboratorium dalam dunia pendidikan sains, Hofstein dan Lunetta (2004) menyatakan bahwa kegiatan laboratorium memiliki potensi khusus sebagai media pembelajaran yang dapat mempromosikan tujuan penting pembelajaran sains (Hofstein dan Lunetta, 2004, hlm. 49). Kegiatan praktikum misalnya membantu siswa dalam memahami fenomena alam (Hofstein dan Mamlok-Naaman, 2007), meningkatkan aspek kognitif, afektif maupun psikomotor peserta didik (Abrahams dan Millar, 2008), membuat peserta didik merasa tertarik dan senang belajar sains (King, Ritchie, Sandhu, dan Henderson, 2015), serta meningkatkan semua aspek kete-

rampilan berpikir kreatif: *flexibility, fluency, elaboration* dan *originality* (Widodo, Maria, dan Fitriani, 2016). Salah satu permasalahan berkenaan dengan kegiatan laboratorium dalam dunia pembelajaran di Indonesia adalah permasalahan infrastruktur laboratorium, dengan data laporan *Trends in International Mathematics and Science Study (TIMSS)* tahun 2011 menunjukkan bahwa ketersediaan infrastruktur yang memadai untuk melaksanakan kegiatan-kegiatan eksperimen sains di sekolah yang ada di Indonesia masih tergolong rendah (Martin, Mullis, Foy, dan Stanco, 2012). Permasalahan ini tentu perlu menjadi perhatian mengingat data TIMSS tahun 2011 menunjukkan bahwa ketersediaan infrastruktur dalam melaksanakan eksperimen sains berkaitan erat dengan pencapaian belajar siswa (Martin et al., 2012). Oleh karena itu, untuk mencapai tujuan pembelajaran yang dituntut dalam Kurikulum 2013 serta dengan mempertimbangkan potensi eksperimen laboratorium dalam membantu pendidik ketika membelajarkan materi ini, dalam artikel ini kami akan memaparkan pengembangan salah satu alat praktikum untuk pembelajaran konsep materi dan kalor yaitu *thermobalance* digital berbasis sensor, dan pengaplikasian alat ini dalam pembelajaran materi suhu dan kalor.

Penelitian-penelitian sebelumnya telah menunjukkan bahwa lembar kerja (*worksheet*) sangat membantu siswa dalam memperoleh pengetahuan (Krombab dan Harms, 2008) maupun dalam membelajarkan topik yang dianggap sulit oleh siswa (Sujarittham, Emarat, Arayathanitkul, Sharma, Johnston, dan Tanamatayarat, 2016). Selain itu, Podolak dan Danforth (2013) menunjukkan bahwa lembar kerja memaksimalkan interaksi antara guru dan peserta didik. Dalam menyusun lembar kerja peserta didik, Ransom dan Manning (2013) menyarankan pentingnya menyusun lembar kerja yang efektif dan tepat guna. Krombab dan Harms (2008) lebih lanjut menjelaskan bahwa lembar kerja yang paling efektif dalam meningkatkan perolehan pengetahuan peserta didik adalah lembar kerja yang berorientasi *task*. Oleh karena itu, selain memaparkan pengembangan *thermobalance digital* berbasis sensor serta pengaplikasian alat ini dalam pembelajaran materi suhu dan kalor, artikel ini juga akan membahas pengembangan lembar kerja atau disebut sebagai Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) sebagai penunjang pembelajaran materi suhu dan kalor melalui penggunaan alat *thermobalance* digital.

METODE

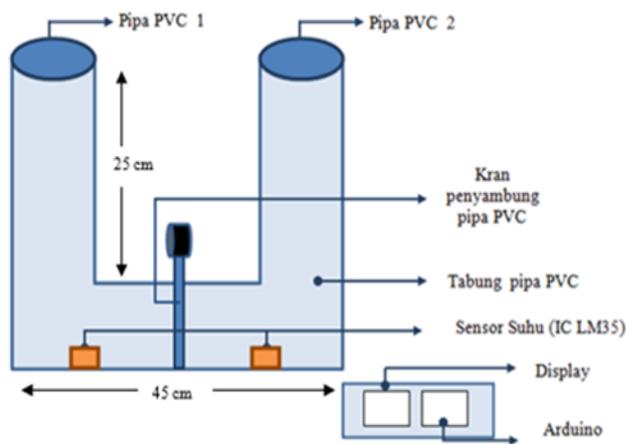
Thermobalance digital yang dikembangkan adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kesetimbangan suhu dengan memanfaatkan sensor suhu. Desain awal *thermobalance* digital disajikan pada Gambar 1a. *Thermobalance* yang dibuat kemudian diuji validitasnya oleh dua orang ahli berdasarkan empat aspek yaitu tujuan, teknik pengoperasian, ketepatan penggunaan, dan prinsip kerja. Selain itu, ketepatan pengukuran juga diuji melalui percobaan pengukuran sebanyak empat kali. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) diuji validitasnya dari segi konten, konstruksi, dan bahasa oleh dua orang ahli. Praktikalitas dan efektivitas alat maupun LKPD dievaluasi melalui angket dan tes berbentuk esai. Instrumen keefektifan produk digunakan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik dan terdiri atas tes kompetensi pengetahuan, lembar pengamatan sikap, serta lembar penilaian keterampilan. Aspek sikap yang diukur dalam penelitian ini mengacu pada aspek karakter sikap Prayitno dan Khaidir (2010) dengan modifikasi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

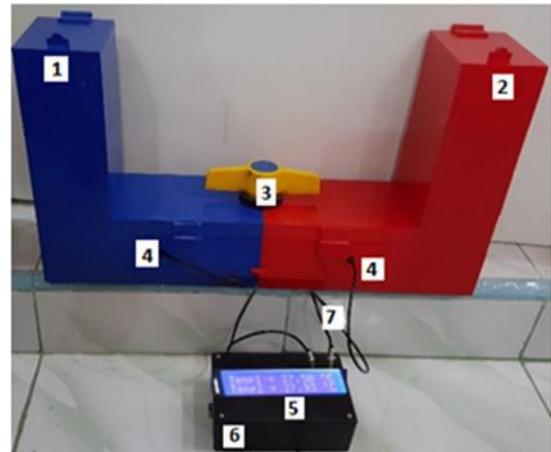
Thermobalance Digital Berbasis Sensor dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Komponen utama alat terbagi menjadi tabung termos dan kotak digital. Dua sistem utama *thermobalance* digital adalah sistem mekanik dan sistem elektronik. Sistem mekanik terdiri dari pipa PVC, statis, saklar dan penutup pipa. Sistem elektronik tersusun atas sensor temperatur (IC LM35), *power supply*, mikrokontroler dan display digital berupa LCD. Keluaran data dapat terbaca secara langsung pada LCD.

Tabung termos dibuat menggunakan bahan yang bersifat adiabatik. Bahan adiabatik menghambat terjadinya interaksi antara sistem dengan lingkungan dan memastikan tidak ada perpindahan kalor antara sistem dalam termos dengan lingkungannya sehingga tidak terjadi pertukaran temperatur. Termos air dibuat dari tabung kaca yang berongga dan berwarna putih mengkilap (seperti cermin). Susunannya yang paling dalam adalah kaca tersebut, kemudian ada celah udara dan terakhir dinding termos. Antara dinding termos dengan tabung ada lapisan udara. Elemen utama termos air adalah tabung kaca yang hampa udara (seperti gelas, tapi pinggirnya tebal, hampa udara di tengahnya bukan pejal). Penutup luarnya dibuat



(a)



(b)

Keterangan : 1 (tabung 1, pipa pvc ukuran 2 inci), 2 (tabung 2, pipa pvc ukuran 2 inci), 3 (kran penghubung tabung 1 dan 2), 4 (sensor suhu, IC LM 35), 5 (Display, LCD 2 x 16), 6 (Box Rangkaian Elektronik, akrilik), dan 7 (kabel penghubung sensor, kabel serabut tembaga).

Gambar 1a dan b. Desain Awal *Thermobalance Digital* Berbasis Sensor (a) dan Hasil Akhir *Thermobalance Digital* (b)

Tabel 1. Hasil Pengukuran Akurasi *Thermobalance Digital* yang Dikembangkan

m_1 (g)	M_2 (g)	T_1 (°C)	T_2 (°C)	T_c (°C) _{ukur}	T_c (°C) _{hitung}	Ketepatan (%)	Tingkat Kesalahan (%)
300	250	24,9	48,9	35,2	35,9	89,2	1,75
310	280	42,5	25,8	34,8	34,6	100,6	0,63
330	170	32,2	15,5	26,6	26,5	100,4	0,41
300	250	15,9	31,8	23,2	23,1	100,2	0,30
Rerata						97,6	0,77

Tabel 2. Keterampilan Peserta Didik dalam Melakukan Eksperimen Berdasarkan Tujuh Aspek Keterampilan

Aspek	Nilai Setiap Pertemuan				Rerata
	1	2	3	4	
Menyiapkan alat-alat	78,1	91,7	93,8	86,5	87,5
Merangkai alat/bahan	87,5	91,7	93,8	85,4	89,6
Partisipasi dalam setiap langkah eksperimen	81,3	95,8	96,9	97,9	93,0
Ketepatan menggunakan alat	90,6	92,7	93,8	94,8	93,0
Membaca dan mencatat hasil	92,7	94,8	95,8	88,5	93,0
Ketepatan waktu menyiapkan laporan	63,5	87,5	100	97,9	87,2
Mempersentasikan laporan kelompok	72,9	88,5	95,8	96,9	88,5
Rerata					90,3

dari aluminium yang berfungsi sebagai isolator antara tabung kaca dengan udara sekitar. Setelah merangkai tabung PVC dan keran sebagai penghubung PVC berukuran 2 inci, sekeliling tabung dilapisi dengan *aluminium foil* dan dikemas secara rapi dengan bahan akrilik agar suhu air tidak terkontaminasi dengan suhu lingkungannya. Hasil

akhir desain *thermobalance* digital disajikan pada Gambar 1b.

Berdasarkan evaluasi dua evaluator ahli, alat dinyatakan valid (nilai validasi = 1) dan pengujian empiris menunjukkan bahwa alat memiliki ketelitian tinggi. Dari empat kali uji coba yang membandingkan antara hasil pengukuran alat de-

ngan hasil secara teoritis, rerata presentase ketepatan pengukuran adalah 96,7% dan tingkat kesalahan 0,77% (Tabel 1). Hasil angket pada guru maupun peserta didik menunjukkan bahwa 92,2% guru dan 84,7% siswa berpendapat bahwa alat *thermobalance* digital yang dikembangkan praktis untuk digunakan dalam pembelajaran materi suhu dan kalor.

Berdasarkan hasil evaluasi dua evaluator ahli, Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan dianggap valid (nilai kesepakatan = 0,91). Hasil angket menunjukkan bahwa 92,5% guru dan 82,8% peserta didik berpendapat bahwa LKPD yang dikembangkan praktis untuk digunakan dalam membantu pembelajaran materi suhu dan kalor. Respons yang baik terhadap LKPD yang dikembangkan disebabkan guru dan peserta didik merasa terbantu dengan adanya LKPD, yakni dalam hal interaksi dengan peserta didik maupun fasilitasi terjadinya pembelajaran yang lebih *student-centered* serta terstruktur. Respons positif semacam ini sejalan dengan penelitian Podolak dan Danforth (2013) yang menunjukkan bahwa lembar kerja memaksimalkan interaksi antara guru dengan peserta didik.

Efektivitas *Thermobalance* Digital Berbasis Sensor dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Efektivitas *thermobalance* digital dan LKPD dievaluasi berdasarkan aspek kognitif dan afektif. Data hasil belajar diperoleh dari nilai pretes, penilaian harian (hasil pengerjaan tugas dalam LKPD) serta postes. Nilai yang diperoleh peserta didik berada pada rentang 50 sampai 100 dengan rerata klasikal 84,6 sehingga dapat dikategorikan pada kategori baik. Ketuntasan individual menunjukkan terdapat 28 peserta didik yang dikategorikan tuntas dan empat peserta didik tidak tuntas karena nilai berada dibawah KKM 80. Ketuntasan klasikal pada pembelajaran menggunakan LKPD berada pada kategori tuntas sebanyak 87,5%. Nilai Gain peserta didik adalah 0,85 (dengan rerata pretes = 48,06 dan rerata postes = 92,06) sehingga dapat dikategorikan tinggi.

Efektivitas pembelajaran yang berbasis kegiatan praktik pada penelitian ini sejalan dengan hasil yang diperoleh pada penelitian-penelitian sebelumnya (Ango, 2002; Krombab dan Harms, 2008; Kurnianto, Dwijananti, dan Khumaedi, 2010; Usmeldi 2016; Widodo *et al.*, 2016). Dalam menjelaskan efek pembelajaran berbasis praktik,

Ango (2002) menyatakan bahwa kegiatan yang melatih siswa melakukan penyelidikan melalui kegiatan praktik menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan dapat mendorong pengembangan kompetensi siswa.

Keterampilan peserta didik dalam melakukan eksperimen juga terlihat mengalami peningkatan. Berdasarkan tujuh aspek pengamatan yakni keterampilan menyiapkan alat, merangkai alat dan bahan, partisipasi dalam melakukan setiap langkah eksperimen, ketepatan menggunakan alat, membaca dan mencatat hasil, ketepatan membuat laporan, dan mempresentasikan laporan, rerata keterampilan keseluruhan peserta didik adalah 90,3 (Tabel 2). Hasil observasi sikap siswa menunjukkan bahwa terdapat peningkatan sikap siswa dari segi kemampuan komunikasi, rasa ingin tahu, kerja keras, kejujuran dan disiplin dalam mengikuti pembelajaran. Peningkatan sikap siswa juga ditemui pada hasil Usmeldi (2016) yang menunjukkan bahwa pembelajaran berbasis praktik (ri-set) membantu peserta didik dalam menginternalisasikan sikap ilmiah dalam kehidupan sehari-hari.

KESIMPULAN

Thermobalance digital dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang dikembangkan untuk pembelajaran materi suhu dan kalor telah terbukti valid, praktis dan efektif. Efektivitas alat maupun LKPD disebabkan kemampuan alat maupun LKPD dalam memfasilitasi pembelajaran yang bermakna untuk materi suhu dan kalor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A Study on the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, **30**(14), 1945-1969.
- Ango, M.L. (2002). Mastery of Science Process Skills and Their Effective Use in the Teaching of Science: Educology of Science Education in the Nigerian Context. *International Journal of Educology*, **16**(1), 11-30.
- Alwan, A.A. (2011). Misconception of heat and temperature among physics students. *Procedia Soc. and Behavioral Sciences*, **12**(2011), 600-614.

- Baser, M. (2006). Fostering conceptual change by cognitive conflict-based instruction on students' understanding of heat and temperature concepts. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, **2**(2), 96-114.
- Gonen, S., & Kocakaya, S. (2010). A Cross-Age Study on the Understanding of Heat and Temperature. *Eurasian J. Phys. Chem. Educ.* **2**(1), 1-15.
- Hofstein, A., & Lunetta, V.N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, **88**, 28-54.
- Hofstein, A., & Mamlok-Naaman, R. (2007). The Laboratory in Science Education: The State of The Art. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, **8**(1), 105-108.
- King, D., Ritchie, S., Sandhu, M., & Henderson, S. (2015). Emotionally Intense Science Activities. *International Journal of Science Education*, **37**(12), 1886-1914.
- Kurnianto, P., P. Dwijananti, & Khumaedi (2010). Pengembangan Kemampuan Menyimpulkan dan Mengkomunikasikan Konsep Fisika Melalui Kegiatan Praktikum Fisika Sederhana. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, **6**(1), 6-9.
- Krombab, A., & Harms, U. (2008). Acquiring Knowledge about Biodiversity in a Museum-Are Worksheets Effective? *Journal of Biological Education*, **42**(4), 157-163.
- Martin, M.O., Mullis, I.V.S., Foy, P., & Stanco, G.M. (2012). *TIMSS 2011 international results in science*. Chesnut Hill, MA: TIMSS & PIRLS International Study Center Lynch School of Education, Boston College.
- Paik, S., Cho, B., & Go, Y. (2007). Korean 4 to 11 year old student conceptions of heat and temperature. *J. Res. Sci. Teach.* **44**, 284-302.
- Penuel, W.R., Harris, C.J., DeBarger, A.H. (2015). Implementing the Next Generation Science Standards. *Phi Delta Kappan*, **96**(6), 45-49.
- Prayitno & Khaidir, A. (2010). *Model Pendidikan Karakter-Cerdas*. Padang: Universitas Negeri Padang Press.
- Podolak, K., & Danforth, J. (2013). Interactive Modern Physics Worksheets Methodology and Assessment. *European Journal of Physics Education*, **4**(2), 27-31.
- Ransom, M, & Manning, M. (2013). Teaching Strategies: Worksheets, Worksheets-Worksheets. *Childhood Education*, **89**(3), 188-190.
- Sujarittham, T., Emarat, N., Arayathanitkul, K., Sharma, M.D., Johnston, I., & Tanamatayarat, J. (2016). Developing specialized guided worksheets for active learning in physics lectures. *Eur. J. Phys.* **37**(2), 025701.
- Tanahoung, C., Chitree, R., & Soankwan, C. (2010). Probing Thai freshmen Science Students' Conceptions of Heat and Temperature Using Open-ended questions: A case study. *Eurasian Journal of Physics and Chemistry Education*, **2**(2), 82-94.
- Usmeldi (2016). The Development of Research-Based Physics Learning Model With Scientific Approach To Develop Students' Scientific Processing Skill. *JPII*, **5**(1), 134-139.
- Widodo, A., Maria, R.A., Fitriani, A. (2016). Peranan Praktikum Riil dan Praktikum Virtual dalam Membangun Kreativitas Siswa. *Jurnal Pengajaran MIPA*, **21**(1), 92-102.