



Bandung, 31 Agustus 2017

Kepada Yth. : Dr. Yulkifli, dkk.

Setelah melalui serangkaian proses seleksi maka dengan surat ini kami memutuskan bahwa artikel dengan judul dan nama penulis:

Judul	:	Pengembangan Thermobalance Digital Berbasis Teknologi Sensor Dan Lembar Kerja Peserta Didik Menggunakan Model Research Based Learning
Penulis	:	Yulkifli, Usmeldi, Yohandri, dan Anggraini

dinyatakan **DITERIMA** dan diterbitkan pada Jurnal Pengajaran Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (JPMIPA) Edisi April 2017. Adapun hal-hal yang berkaitan dengan kelengkapan administrasi lainnya termasuk biaya pencetakan dan pengiriman bukti penerbitan akan kami informasikan kembali. Atas perhatiannya kami ucapkan terima kasih.

Salam,

a.n. Pemimpin Redaksi JPMIPA,



Topik Hidayat, Ph.D

You're out of storage space and will soon be unable to send or receive emails until you [free up space](#) or [purchase a](#)

Gmail

COMPOSE

Inbox (37)

Starred

Important

Sign in

Signing in will sign you into
Hangouts across Google
[Learn more](#)

Permintaan Informasi untuk Verifikasi Akhir

Inbox x



jpmipa.upi.edu

to jailani, SUPRIADI, hendrisyukur, Nurhayati, me, Ardhiana, dangsub, Hairida

Indonesian

English

[Translate message](#)

Yth. Penulis,

Sebagai bagian dari proses publikasi artikel, ada beberapa hal yang perlu kam karena itu, mohon agar kami bisa diberikan nomor ponsel ataupun nomor kant **Mohon untuk mengirimkan informasi tersebut melalui email secara perso** kerjasamanya kami ucapkan terimakasih.

Salam,

Marthalina Iriany

Quality Manager

Jurnal Pengajaran MIPA

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Universitas Pendidikan Indonesia

Jl. Dr. Setiabudhi No. 229 Bandung 40154 Jawa Barat-Indonesia

Telp/Fax. (022) 2001108 dan 2013163 Pes. 4632-4635

website : <http://jpmipa.fpmipa.upi.edu>

email : jpmipa@upi.edu



Virus-free. www.avg.com

PENGEMBANGAN *THERMOBALANCE* DIGITAL BERBASIS TEKNOLOGI SENSOR DAN LEMBAR KERJA PESERTA DIDIK MENGGUNAKAN MODEL *RESEARCH BASED LEARNING*

Yulkifli⁽¹⁾, Usmeldi⁽¹⁾, Yohandri⁽¹⁾, dan Anggreini⁽²⁾

⁽¹⁾ *Dosen Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Padang*
yulkifliamir@gmail.com

⁽²⁾ *Mahasiswa Pendidikan Fisika Pascasarjana Universitas Negeri Padang*

ABSTRAK

Implementasi kurikulum 2013 menggunakan pendekatan saintifik dan model pembelajaran yang aktif dan inovatif menemukan kendala di sekolah khususnya pada mata pelajaran IPA. IPA membutuhkan peralatan praktikum dalam menerapkan pendekatan saintifik yaitu pada tahap mengumpulkan data. Salah satu solusi untuk membantu permasalahan tersebut adalah dengan mengembangkan alat-alat praktikum. Artikel ini menjelaskan *thermobalance* digital sebagai alat praktikum pada materi suhu dan kalor berbasis teknologi sensor serta Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) menggunakan model *Research Base Learning* (RBL). *Thermobalance* digital dibuat menggunakan sensor LM 35, mikrokontroler dan beberapa komponen elektronik lainnya sebagai pendukung. Untuk melihat kualitas *thermobalance* digital dilakukan pengukuran ketepatan, ketelitian, dan kesalahan, sedangkan LKPD yang dikembangkan dilakukan uji validitas, praktikalitas dan efektivitas. Pengembangan ini menggunakan model ADDIE. Berdasarkan hasil pengukuran ketepatan *thermobalance* digital diperoleh nilai ketepatan 0,97 dengan kriteria sangat tepat dan tingkat kesalahan relatif 0,77. Hasil validasi, praktikalitas dan efektivitas LKPD diperoleh kualitas dalam kriteria valid, praktis dan efektif. Mengacu pada kriteria hasil yang diperoleh maka pengembangan alat praktikum *thermobalance* digital yang disertai LKPD dapat digunakan secara lebih luas untuk kegiatan praktikum materi suhu dan kalor.

Kata kunci: *Thermobalance*, digital, sensor, LKPD, RBL, suhu, kalor.

ABSTRACT

In science subject, the implementation of 2013 curriculum using scientific approaches and active learning models cannot be implemented properly. The limitation in laboratory equipment is a major problem in applying scientific approaches. In this paper, a digital thermobalance instrument for heat and temperature experiment based on sensor technology and student worksheet using Research Base Learning (RBL) models is presented. The thermobalance instrument is developed using LM 35 sensor, microcontroller and other electronic components. On the other hand, the ADDIE model is adopted in developing the student worksheet. The thermobalance instrument gives an excellent characteristic with accuracy and relative error is 0.97 and 0.77, respectively. The validation of the student worksheet in term of validity, practicalities and effectiveness is obtained in valid, practical and effective criteria. Based on the result, the development of thermobalance instrument equipped student worksheet can be implemented on heat and temperature experiment.

Keywords: *Thermobalance*, digital, sensor, LKPD, RBL, temperature, heat.

PENDAHULUAN

Keberadaan alat praktikum fisika untuk meningkatkan pemahaman konsep peserta didik sangatlah penting. Menurut Widodo, Ari, dkk. (2016) menyatakan bahwa kegiatan praktikum dapat meningkatkan keterampilan berpikir kreatif siswa pada semua aspek keterampilan berpikir kreatif (*flexibility, fluency, elaboration* dan *originality*). Permasalahan selama ini adalah kurangnya jumlah alat-alat praktikum yang ada disekolah dan petunjuk praktikum yang tidak mengacu pada model atau metode pembelajaran yang

digunakan. Selain itu penggunaan alat praktikum yang tersedia tidak efektif dan tidak efisien karena membutuhkan waktu yang lama dalam menyusun peralatan eksperimen dan pencatatan hasil pengukuran.

Berdasarkan hasil observasi yang dilakukan ditemukan permasalahan sebagai berikut: (1) Terbatasnya alat laboratorium fisika. (2) Belum tersedianya petunjuk praktikum berupa lembar kerja peserta didik (LKPD) yang mendukung penerapan kurikulum 2013. (3) Belum terlihatnya partisipasi aktif dalam kegiatan, sikap respek terhadap data, sikap kreatif dalam penemuan,

memberikan penjelasan lebih lanjut terhadap data yang diperoleh dan menyimpulkan, serta belum tersedianya ruang atau kolom pada LKPD untuk diisi oleh peserta didik dalam menuliskan hasil-hasil yang diperoleh saat praktikum (Anggreini, 2016). Kendala ini dapat diatasi dengan mengembangkan alat praktikum berbasis teknologi sensor dan digital serta dilengkapi dengan LKPD. Berdasarkan permasalahan dikembangkan alat praktikum dengan *thermobalance* digital yang dilengkapi dengan LKPD menggunakan model *Research base learning*.

Pada penelitian ini dirancang produk berupa LKPD dan alat laboratorium digital yang dapat digunakan oleh guru dan peserta didik dalam proses pembelajaran sesuai dengan karakteristik peserta didik dan ketercapaian tujuan pembelajaran fisika, sehingga dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik. Penelitian ini merupakan pengembangan dari penelitian sebelumnya, yaitu pengembangan aplikasi sensor dalam bentuk alat ukur. Beberapa aplikasi sensor yang telah berhasil diaplikasikan sebagai alat ukur dan kontrol adalah sensor kecepatan sudut putaran (Yulkifli, dkk., 2009), sebagai alat ukur getaran (Yulkifli, dkk. 2014). Alat ukur tekanan, kelembaman, temperatur dan viskositas berbasis teknologi digital (Yulkifli, dkk. 2015), Kontrol kecepatan (Asrizal, dkk, 2012), Viskositas fluida (Yohandri, dkk. 2009).

Thermobalance digital adalah sebuah alat yang digunakan untuk mengukur kesetimbangan suhu dengan memanfaatkan sensor suhu. Tujuannya adalah untuk membandingkan data yang diperoleh menggunakan alat *thermobalance* dengan rumusan teori Asas Black. Penggunaan teknologi sensor dan digital serta LKPD dalam kegiatan praktikum menjadi lebih efektif dan efisien terutama dalam penyusunan set / peralatan eksperimen, pengukuran, dan pencatatan data.

Penggunaan alat-alat praktikum dan model pembelajaran kreatif dan inovatif dalam kurikulum 2013 sangat dituntut, terutama mata pelajaran Fisika Pembelajaran dengan pendekatan saintifik adalah proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar peserta didik secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip fisika melalui tahapan-tahapan mengamati, menanya, mencoba, menalar, dan mengkomunikasikan.

Research based learning (RBL) adalah sebuah model pembelajaran yang dapat mengaktifkan peserta didik karena tahapan-tahapan dalam RBL akan menuntut peserta untuk selalu belajar melalui riset (Usmeldi 2015). Oleh karena itu kondisi pembelajaran yang tercipta diharapkan dapat mendorong peserta didik dalam mencari tahu dari berbagai sumber melalui diskusi, observasi, maupun kegiatan praktikum dan bukan hanya diberi tahu.

Pengupayaan pemahaman konsep fisika secara komprehensif melalui kegiatan praktikum yang mudah dipahami, menyenangkan, dan berdasarkan pengalaman nyata dari peserta didik, perlu diusahakan oleh guru. Salah satu upaya tersebut adalah merancang LKPD. Menurut Depdiknas (2008) LKPD yang ideal adalah yang dapat memfasilitasi ketercapaian Kompetensi Inti (KI) dan Kompetensi Dasar (KD) yang terwujud melalui pembelajaran yang menyenangkan, menantang, dan memotivasi serta telah disesuaikan dengan kebutuhan dan karakteristik peserta didik maupun materi pembelajaran. LKPD dapat berbasis riset dapat meningkatkan kompetensi peserta didik (Usmeldi, 2015). Dengan demikian, penggunaan LKPD dapat membantu peserta didik dalam pembelajaran, terutama dalam pelaksanaan praktikum.

Dalam rangka menunjang ketercapaian KI dan KD melalui pengalaman yang diperoleh peserta didik pada kegiatan praktikum, maka LKPD yang dikembangkan oleh guru memerlukan alat bantu berupa alat laboratorium. Dengan ketersediaannya LKPD ditunjang dengan alat laboratorium yang memadai serta penggunaan model pembelajaran yang sesuai dengan kurikulum 2013 diharapkan peserta didik lebih mudah memahami mengenai konsep-konsep fisika.

Agar penggunaan LKPD dalam pembelajaran dapat meningkatkan kompetensi peserta didik, maka LKPD yang dikembangkan adalah LKPD yang berkualitas dengan kriteria valid, praktis dan efektif. Rochmad (2012) menyatakan bahwa "Untuk menentukan kualitas hasil pengembangan model dan perangkat pembelajaran diperlukan tiga kriteria: kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan". Rumusan masalah adalah: Bagaimana mengembangkan *thermobalance* digital berbasis teknologi sensor dan lembar

kerja peserta didik menggunakan model *research based learning*?

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian pengembangan (*Research and The Development*). Menurut Sukmadinata (2005) penelitian pengembangan adalah suatu proses atau langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau penyempurnaan produk yang telah ada yang dapat dipertanggung jawabkan. Produk yang dihasilkan berupa alat *thermobalance* digital dan LKPD.

Jenis data pada penelitian ini adalah data primer, yaitu data validitas, praktikalitas, dan efektivitas LKPD dan alat laboratorium digital. Angket digunakan untuk mengetahui respon guru peserta didik terhadap alat *thermobalance* digital dan LKPD. Data angket digunakan untuk mengetahui praktikalitas alat *thermobalance* digital dan LKPD. Menurut Sugiyono (2011) “Validitas produk dapat dilakukan oleh beberapa tenaga ahli yang sudah berpengalaman untuk menilai kelemahan dan kekuatan produk yang dihasilkan”. Validitas LKPD dilihat dari aspek isi, konstruk, dan bahasa. Komponen untuk memvalidasi alat dapat dilihat berdasarkan 4 aspek (1) tujuan, (2) teknik pengoperasian, (3) ketepatan penggunaan dan (4) prinsip kerja. Karakteristik yang perlu diperhatikan dalam sebuah alat ukur adalah ketelitian, ketepatan, dan kesalahan pengukuran (Fraden, Jacob, 2003).

Kepraktisan berkaitan dengan kemudahan menggunakan LKPD oleh guru dan peserta didik. Kepraktisan mengandung arti kemudahan baik dalam mempersiapkan, menggunakan, mengolah dan menafsirkan maupun mengadministrasikannya. Uji kepraktisan dinilai dari angket kepraktisan melalui respon guru dan peserta didik setelah perangkat digunakan.

Keefektifan merupakan pengaruh yang ditimbulkan oleh produk yang dihasilkan terhadap hasil pembelajaran. Menurut Wena (2011) “Keefektifan diukur dari tingkat pencapaian peserta didik”. LKPD dinyatakan efektif apabila LKPD digunakan dalam proses pembelajaran dapat meningkatkan hasil pembelajaran. Indikator dalam menentukan keefektifan pembelajaran menurut Slavin (2004) yaitu; (1). Kualitas pembelajaran artinya banyaknya informasi atau keterampilan

yang disajikan sehingga peserta didik dapat mempelajarinya dengan mudah, (2). Kesesuaian tingkat pembelajaran artinya sejauh mana guru memastikan kesiapan peserta didik untuk mempelajari materi baru, (3). Insentif artinya seberapa besar usaha guru memotivasi peserta didik mengerjakan tugas belajar dari materi pelajaran yang disampaikan, (4). waktu artinya lamanya waktu yang diberikan kepada siswa untuk mempelajari materi yang diberikan.

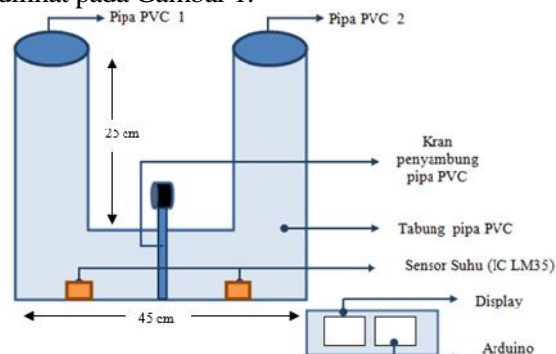
Instrumen yang digunakan adalah angket, lembar observasi, dan tes *essay*. Instrumen keefektifan produk digunakan untuk mengetahui hasil belajar peserta didik, terdiri dari tes kompetensi pengetahuan, lembar pengamatan sikap, dan lembar penilaian keterampilan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Desain dan Hasil Pembuatan Alat *Thermobalance* Digital

Desain alat berorientasi pada konsep asas black dengan beberapa modifikasi sesuai dengan komponen-komponen peralatan yang dapat diperoleh di pasaran. Dua komponen alat *thermobalance* digital yaitu tabung termos dan kotak digital.

Alat praktikum suhu dan kalor *Thermobalance* digital terdiri dari sistem mekanik dan sistem elektronik. Sistem mekanik terdiri pipa PVC, statis, saklar dan penutup pipa. Sistem elektronik terdiri dari sensor temperatur (IC LM35), power suplay, mikrokontroler dan display digital berupa LCD. Keluaran data suhu dan kalor dapat terbaca secara langsung pada LCD. Desain *Thermobalance* digital dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Desain perangkat keras *thermobalance* digital (Yulkifli, dkk. 2015)

Tabung termos dibuat menggunakan bahan yang bersifat adiabatik. Bahan adiabatik secara ideal menghambat atau tidak memungkinkan terjadinya interaksi, antara

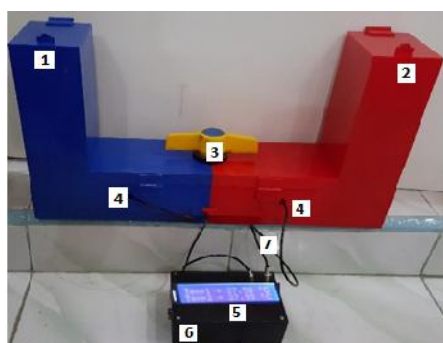
sistem dengan lingkungan, tidak ada perpindahan kalor antara sistem dalam termos dengan lingkungannya. Akibatnya tidak terjadi pertukaran temperatur. Dengan menggunakan bahan adiabatik ini termos mampu mempertahankan suhu air yang berada di dalamnya. Suhu air tidak terkontaminasi dengan suhu lingkungannya.

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 di sekeliling termos tersebut (seperti gelas, tapi pinggirnya tebal, hampa udara di tengahnya bukan pejal). Penutup luarnya dibuat dari aluminium, berfungsi sebagai isolator antara tabung kaca dengan udara sekitar. Gambar 2 menunjuk bentuk bagian dalam sistem mekanik *thermobalance*.



Gambar 2. Bentuk mekanik *thermobalance*

Setelah merangkai tabung PVC dan kran sebagai penghubung PVC 2 inci, sekeliling tabung tersebut dilapisi dengan aluminium foil dan dikemas secara rapi dengan acrylic. Hal tersebut berfungsi agar suhu air tidak terkontaminasi dengan suhu lingkungannya. Hasil akhir dari desain dan pembuatan *thermobalance* digital dapat terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Hasil pembuatan alat praktikum suhu dan kalor *thermobalance* digital

Keterangan masing-masing komponen penyusun *thermobalance* digital dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Keterangan komponen *thermobalance* digital

No	Keterangan Gambar	Bahan
1	Tabung 1	Pipa PVC ukuran 2 inci
2	Tabung 2	Pipa PVC ukuran 2 inci
3	Kran penghubung tabung 1 dan 2	Kran sebagai penghubung PVC 2 inci
4	Sensor suhu	IC LM 35
5	Display	Display (LCD 2 X 16)
6	Box Rangkaian Elektronik	akrilik
7	Kabel penghubung sensor ke sistim mekanik	Kabel serabut tembaga

2. Hasil Validasi Alat *Thermobalance* Digital

Validasi alat *thermobalance* digital meliputi empat aspek, yaitu tujuan, teknik pengoperasian, ketepatan penggunaan, dan prinsip kerja. Keempat aspek tersebut dinilai oleh dua orang validator (*expert judgment*). Hasil validasi alat *thermobalance* digital disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Validasi Alat

Nama Validator		Nilai Validasi	Kategori
YO	RA	1,00	Valid

Berdasarkan Tabel 2 rata-rata nilai validasi alat *thermobalance* digital dari kedua validator adalah 1,00 yang berada dalam kategori valid. Dengan demikian, alat *thermobalance* digital dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

Selain validasi alat melalui kuesioner atau angket oleh validator, validasi alat juga melalui pengukuran secara empiris. Validasi secara empiris ini dapat dilakukan dengan mencari nilai ketepatan pengukuran, tingkat kesalahan (*error*), dan ketelitian pengukuran dari alat laboratorium digital yang dikembangkan.

Ketepatan pengukuran ditentukan dengan membandingkan data hasil pengukuran sistem dengan perhitungan secara teori. Hasil ketepatan pengukuran dari alat *thermobalance* digital terlihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Ketepatan dan Tingkat Kesalahan Alat *Thermobalance* Digital

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
Rata-rata						97,6	0,77

Berdasarkan Tabel 3 terlihat bahwa hasil pengukuran ketepatan alat *thermobalance* untuk 4 kali percobaan, didapatkan nilai rata-ratanya 97,62%, artinya nilai ketepatan alat ini dapat diterima karena berada dalam kisaran 80%-100%. Hasil perhitungan dengan membandingkan nilai suhu campuran yang didapatkan melalui alat *thermobalance* dan menggunakan rumusan hukum kekekalan energi kalor, didapatkan nilai rata-rata tingkat kesalahan relatif untuk 4 kali percobaan, yaitu 0,77.

Penentuan tingkat ketelitian sistem dapat diketahui dengan cara melakukan pengukuran berulang, yakni pengukuran T_{campuran} dengan jumlah massa yang sama dilakukan sebanyak 4 kali pengukuran. Sebanyak 4 kali perulangan menghasilkan nilai T_{campuran} yang sama, sehingga didapatkan ketelitian 1, standar deviasi 0 dan kesalahan relatif 0.

3. Desain dan Hasil Validasi LKPD

LKPD didesain mengikuti tahap-tahap dalam model RBL yaitu tahap pemberian referensi, tindakan, diskusi, presentasi, dan laporan akhir. Pendekatan saintifik terintegrasi dalam setiap tahapan RBL. Pada setiap tahapan RBL disediakan ruang kosong untuk ditulis oleh peserta didik. Tersedianya ruang kosong pada setiap tahapan RBL yang ada di LKPD memberikan peluang kepada peserta didik untuk kreatif dan inovatif.

Validasi LKPD menggunakan instrumen validasi yang telah divalidasi. Validasi LKPD meliputi tiga aspek, yaitu validasi isi, konstruk, dan bahasa. Khusus untuk konstruk indikator validasi mengacu kepada tahapan-tahapan RBL. Masing-masing aspek dinilai oleh dua orang validator.

Selama proses validasi, validator memberikan masukan terhadap LKPD. Masukkan tersebut sangat berguna untuk penyempurnaan LKPD. Saran-saran dari validator dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Saran-saran dari Validator untuk Perbaikan LKPD

Saran Perbaikan	Setelah Revisi
Perhatikan judul pada cover LKPD serta tambahkan logo kurikulum 2013	Memperbaiki judul pada cover LKPD dan menambahkan logo kurikulum 2013
Perbaiki rumusan tentang pemuain zat padat	Memperbaiki perumusan tentang pemuain zat padat
Pada tahap <i>experience stage</i> berikan ruang bagi peserta didik untuk menuliskan hipotesis	Menambahkan ruang bagi peserta didik untuk menuliskan hipotesis pada tahap <i>experience stage</i>

Berdasarkan saran-saran validator dilakukan revisi pada LKPD. Setelah dilakukan revisi kemudian dilakukan validasi ulang. Hasil validasi ulang LKPD disajikan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Hasil Validasi LKPD

Aspek	Nama Validator		Nilai Kesepakatan	Kategori
	YO	RA		
Isi	YO	RA	1,00	Valid
Konstruk	IM	YA	1,00	Valid
Bahasa	IM	YA	0,72	Valid
Rata-rata			0,91	Valid

Berdasarkan Tabel 5, rata-rata nilai kesepakatan validasi LKPD dari semua validator adalah 0,91 yang berada dalam kategori valid. Dengan demikian LKPD dapat digunakan dalam proses pembelajaran.

4. Praktikalitas dan Efektivitas Produk

Praktikalitas dan efektivitas diperoleh melalui kegiatan uji coba produk. Kegiatan uji coba dilakukan sebanyak empat kali pertemuan.

a. Hasil Praktikalitas Produk

Hasil kepraktisan alat laboratorium digital dan LKPD diperoleh melalui angket respon guru dan peserta didik setelah mengikuti pembelajaran menggunakan LKPD fisika berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains pada materi suhu dan kalor.

Penilaian guru terhadap LKPD dalam pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains yang telah dikembangkan memiliki kategori sangat praktis dengan rata-rata nilai 92,5%.

Responden menilai bahwa LKPD yang dikembangkan dapat membantu memudahkan guru dalam menyampaikan konsep fisika dengan cara yang menarik dan efisien kepada peserta didik.

Selanjutnya penilaian guru terhadap alat *thermobalance* digital yang telah dikembangkan memiliki kategori sangat praktis dengan skor rata-rata 92,2%. Responden menilai bahwa alat *thermobalance* digital yang dikembangkan dapat membantu guru dalam menyampaikan konsep Fisika dengan cara melakukan kegiatan praktikum pada materi suhu dan kalor.

Hasil penilaian respon peserta didik setelah melakukan pembelajaran menggunakan LKPD berpraktikum dan alat laboratorium digital diperoleh rata-rata respon peserta didik terhadap penggunaan LKPD selama proses pembelajaran adalah 82,8% dengan kategori sangat praktis. Dengan demikian, LKPD Fisika menggunakan model pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains sangat praktis digunakan pada materi suhu dan kalor. Hasil analisis respon peserta didik terhadap alat laboratorium digital diperoleh respon peserta didik terhadap alat *thermobalance* digital yang telah dikembangkan memiliki kategori sangat praktis dengan skor rata-rata 84,7%. Dengan demikian, alat *thermobalance* digital sangat praktis digunakan oleh peserta didik dalam pembelajaran materi suhu dan kalor.

b. Hasil Efektivitas Produk

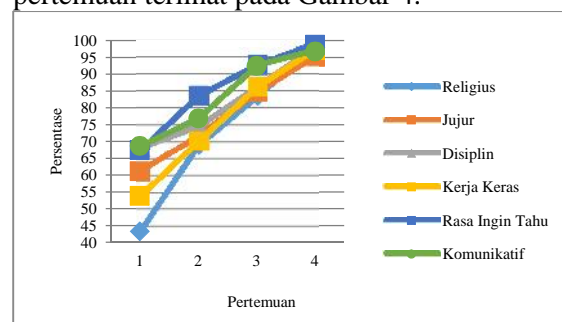
Efektivitas produk dapat dilihat dari tiga hasil kompetensi pembelajaran, yaitu sikap dengan melakukan observasi, aspek pengetahuan melalui tes esai dan aspek keterampilan melalui pengamatan.

1) Hasil Penilaian Kompetensi Sikap

Penilaian kompetensi sikap pada penelitian ini dilakukan dengan cara observasi (pengamatan) oleh dua orang *observer*. Penilaian sikap peserta didik dilakukan setiap kali pertemuan oleh *observer* melalui lembar observasi penilaian sikap. Penilaian ini dilakukan untuk melihat sejauh mana keinginan dan sikap baik peserta didik dalam merespon pembelajaran yang dilakukan.

Hasil observasi terhadap kompetensi sikap peserta didik menunjukkan bahwa keseluruhan sikap peserta didik berada dalam kategori baik dengan rata-rata kelas sebesar 80,0%. Setiap pertemuan sikap peserta didik

mengalami peningkatan. Sikap peserta didik dengan menggunakan LKPD Fisika menggunakan model pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains pada materi suhu dan kalor menjadi lebih baik dalam proses pembelajaran. Hal ini menunjukkan bahwa pengembangan LKPD dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik pada dimensi sikap. Grafik yang menunjukkan peningkatan kompetensi sikap setiap pertemuan terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik Kompetensi Sikap

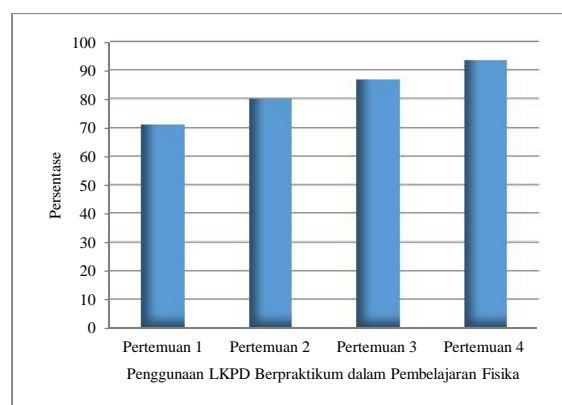
2) Hasil Penilaian Kompetensi Pengetahuan

Data hasil belajar kompetensi pengetahuan peserta didik diperoleh dari nilai *pretest*, penilaian harian (hasil pengerjaan tugas dalam LKPD) serta *posttest*. Berdasarkan analisis yang dilakukan skor yang diperoleh peserta didik pada rentang 50 sampai 100 dengan rata-rata klasikal 84,6 berada pada kategori baik (B). Ketuntasan individual pada kelas uji coba yaitu 28 peserta didik tuntas dan 4 peserta didik tidak tuntas karena nilai berada dibawah KKM yaitu 80. Ketuntasan klasikal pada pembelajaran menggunakan LKPD berorientasi kemampuan generik sains berada pada kategori tuntas sebanyak 87,5%. Secara klasikal maupun individual LKPD Fisika menggunakan model pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains pada materi suhu dan kalor efektif dapat meningkatkan kompetensi pengetahuan peserta didik. Temuan ini sesuai dengan hasil penelitian Agustinaningsih (2014) bahwa penggunaan praktikum yang terintegrasi kemampuan generik sains dapat meningkatkan hasil belajar kognitif siswa.

Kompetensi pengetahuan peserta didik juga dapat dilihat peningkatannya dengan menggunakan *gain score*. Analisis ini dilakukan dengan meninjau nilai hasil rata-rata *pretest* peserta didik, yaitu 48,06 dan *posttest* peserta didik yaitu 92,06 untuk melihat taraf peningkatan kompetensi pengetahuan peserta

didik sebelum dan sesudah menggunakan LKPD Fisika dalam pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains. Hasil *gain score* yang diperoleh dari analisis tersebut sebesar 0,85. Peningkatan kompetensi pengetahuan peserta didik menggunakan LKPD Fisika dalam pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains berada pada kategori tinggi. Hal ini didukung oleh hasil penelitian Usmeldi (2015) bahwa penggunaan LKPD dalam pembelajaran berbasis riset efektif untuk meningkatkan kompetensi peserta didik.

Selain melalui tes awal dan tes akhir, peningkatan kompetensi peserta didik juga dapat dilihat dari penilaian harian atau penilaian proses peserta didik selama mengerjakan kegiatan yang ada pada LKPD Fisika dalam pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains. Grafik yang menunjukkan peningkatan kompetensi pengetahuan melalui proses pengerjaan tugas yang terdapat di dalam LKPD Fisika menggunakan pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains setiap pertemuan terlihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik Peningkatan Kompetensi Pengetahuan Melalui Proses Pengerjaan Tugas.

Gambar 5 memperlihatkan bahwa kompetensi pengetahuan peserta didik melalui proses pengerjaan tugas yang terdapat di dalam LKPD berorientasi kemampuan pengamatan, bahasa simbolik, pemodelan matematika, hubungan sebab akibat, dan inferensi logika mengalami peningkatan pada setiap pertemuannya.

3) Hasil Penilaian Kompetensi Keterampilan

Data efektivitas penggunaan LKPD juga diperoleh dari hasil observasi terhadap

aktivitas keterampilan peserta didik selama melakukan eksperimen menggunakan alat laboratorium digital. Data hasil pengamatan kompetensi keterampilan peserta didik oleh *observer* secara ringkas dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Analisis Data Keterampilan Peserta didik

Aspek Pengamatan	Nilai Setiap Pertemuan				Rata-rata
	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
Rata-Rata					90,3

Tabel 6 memperlihatkan rata-rata nilai kompetensi keterampilan peserta didik adalah 90,3 yang berada pada kategori sangat baik. Hal ini berarti LKPD Fisika menggunakan model pembelajaran berbasis riset berorientasi kemampuan generik sains efektif dalam mengaktifkan keterampilan peserta didik dan meningkatkan aktivitas peserta didik dalam proses pembelajaran. Aktivitas peserta didik mengalami peningkatan dari pertemuan pertama sampai pertemuan keempat, walaupun ada di beberapa aspek pada pertemuan keempatnya mengalami penurunan.

Penurunan tersebut terjadi karena pada pertemuan keempat pembelajaran Fisika menggunakan LKPD tidak dibantu dengan alat laboratorium digital. Hal tersebut diperkuat dengan pendapat Yulkifli (2014) menyatakan bahwa, kemajuan teknologi sensor dan digital membuka peluang untuk membuat alat-alat praktikum dan pengukuran yang lebih efektif dan efisien dalam proses penggunaannya sehingga tujuan dari praktikum dan hasil diperoleh lebih optimal. Hal ini sejalan dengan pendapat Ango (2002) menyatakan bahwa kegiatan yang melatih siswa melakukan penyelidikan dalam kegiatan praktik

menjadikan pembelajaran lebih bermakna dan dapat mendorong pengembangan kompetensi siswa.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan bahwa hasil pengembangan alat praktikum *thermobalance* digital dan LKPD Fisika menggunakan model RBL pada materi suhu dan kalor menunjukkan kriteria yang baik yaitu valid, praktis dan efektif. Hasil pengembangan ini menjadi titik tolak untuk mengimplementasikan LKPD pada mata pelajaran Fisika menggunakan model RBL dan *thermobalance* digital. Diharapkan impementasi LKPD ini dapat meningkatkan penguasaan konsep peserta didik pada materi suhu dan kalor.

UCAPAN TERIMAKASIH

Kemenristek Dikti melalui Hibah Tim Pascasarjana Program Studi Pendidikan Fisika FMIPA UNP 2016. Dr. Yulkifli, M.Si (Ketua Tim) Nomor Kontrak: 275/UN 35.2/PG/2016.

DAFTAR PUSTAKA

- Angreini, Yulkifli, Usmeldi. (2016). *Pengembangan LKPD Fisika Menggunakan Model Pembelajaran Berbasis Riset Berorientasi Kemampuan Generik Sains Pada Materi Suhu Dan Kalor*. Tesis. Pendidikan Fisika FMIPA UNP.
- Ango, Mary L. (2002). "Mastery of Science Process Skills and Their Effective Use in the Teaching of Science: An Educology of Science Education in the Nigerian Context". *International Journal of Educology*, Vol 16, No 1: 11-30.
- Asrizal, Yulkifli, Melvi Sovia. (2012). "Penentuan Karakteristik Sistem Pengontrolan Kelajuan Motor DC dengan Sensor Optocoupler berbasis Mikrokontroler AT89S52". *J. Auto. Ctrl. Inst.* Vol 4(1).
- Asyar, Rayandra. (2011). *Kreatif Mengembangkan Media Pembelajaran*. Jakarta : Gaung Persada Press.
- Depdiknas (2002). *Kamus Besar Bahasa Indonesia (Edisi ke tiga)*. Jakarta: Balai Pustaka.
- Fauzan, Ahmad. (2002). *Applying Realistic Mathematics Education (RME) in Teaching Geometry in Indonesian Primary Schools*. Enshede: Print Parnerts Ipskamp.
- Fraden, Jacob. (2003). *Handbook of Modern Sensors*. Newyork: Springer.
- Rochmad. (2012). "Desain Model Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika". *Jurnal Kreano*. Volume 3 Nomor 2.
- Slavin, Robert.E. (1995). *Cooperative Learning Theory, Reseach and Practice*. Library of Congress Cataloging in Publication Data: USA.
- Sugiyono (2011). *Metode penelitian pendidikan pendekatan kuantitatif, kualitatif dan R & D*. Bandung: Alfabeta.
- Usmeldi (2015). "Pengembangan Lembar Kerja Siswa dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Riset di SMAN 1 Padang". *Prosiding Seminar Nasional Fisika UNJ*. 6 Juni 2015. Vol IV.
- Wena, Made (2012). *Strategi Pembelajaran Inovatif Kontemporer Suatu Tinjauan Konseptual Operasional*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Widodo, Ari; Maria, R.A.; Fitriani, Any (2016). "Peranan Praktikum Riil dan Praktikum Virtual dalam Membangun Kreatifitas Siswa". *Jurnal Pengajaran MIPA*, Vol 21, No. 1, pp. 92-102
- Yohandri (2009). "Perancangan Sistem Eksperimen Viskositas Cairan berbasis Mikrokontroler MCS-51 dengan Display Personal Computer". *Jurnal Saintek STAIN Batusangkar* Vol. 1, No.2.
- Yulkifli, Anwar, Z., Djamal, M. (2009). "Desain Alat Hitung Kecepatan Sudut Berbasis Sensor Manetik Fluxgate". *Jurnal Sainstek* Vol 1 No 2, pp. 79-90.
- Yulkifli, Syafriani, Rahadi Wirawan (2014). "Vibration Measurement Instrument Design Based on Fluxgate Sensor for Early Warning of an Earthquake Disaster". *Atlantic Press Proceedings*.
- Yulkifli dan Yohandri (2015). "Rancang Bangun Alat-alat Praktikum Berbasis Sensor dan Teknologi Digital Untuk Medukung Pembelajaran Fisika". *Prosiding SNPF II PPS UNP*, 7 November 2015. Padang.