

PENGEMBANGAN LKPD TEKANAN HIDROSTATIK BERBASIS KETERAMPILAN PROSES SAINS

Herman

Prodi Pendidikan Fisika UNM, Jl. Dg.Tata. Jurusan Fisika Kampus UNM Parangtambung
Makassar 90223

e-mail:herman@unm.ac.id

Abstract: *The Development of Students Worksheet (LKPD) Based on Scientific Process on Hydrostatic Pressure.* This article is result from Research and Development (R&D) which has general objectives to produce Works sheets of students (LKPD) based on scientific process. Tool development procedure follows 4-D development model up from Thiagrajan, etc. it includes with define, design, develop, and disseminate. Model/structure of LKPD produces title, questions (observation, analysis and discussion, and conclusion). This model/structure is minimalizing the guide statement like on the experiment guide book (it's like with "cake recipe"). Two professionals in validation and two apprentices (physics teacher) showed that tool has been fulfilled with valid criteria. Limited experiment tol (hydrostatic pressure) has been fulfilled the criteria and effective. The smoothness of LKPD usage by the teacher in student's science process skill in problem summarize, hypothesize, apparatus identification, writing the process plot, and find the physics concept with answering the question in LKPD can be determined. The experiment result shows that tools which have been made had fulfilled the valid criteria, practice and effective until we can implement the material in a learning process.

Abstrak: Pengembangan LKPD Tekanan Hidrostatik Berbasis Keterampilan Proses Sains. Tulisan ini merupakan hasil *Research and Development (R & D)* yang bertujuan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berupa Lembar kerja Peserta Didik (LKPD) fisika tingkat SMA berbasis keterampilan proses sains. Prosedur pengembangan perangkat mengikuti model pengembangan 4-D dari Thiagarajan dkk, yang terdiri dari *define, design, develop, dan disseminate*. Model/kerangka LKPD yang dihasilkan terdiri dari judul, pertanyaan penyelidikan, pertanyaan analisis dan pembahasan, dan pertanyaan penyimpulan. Model/kerangka ini meminimalkan pernyataan tuntunan seperti dalam bentuk penuntun praktikum (yang mirip "resep kue"). Hasil validasi dua orang pakar/ahli dan dua orang praktisi (guru fisika) menunjukkan perangkat telah memenuhi kriteria valid. Uji coba terbatas LKPD menunjukkan bahwa perangkat memenuhi kriteria praktis dan efektif. Kelancaran penggunaan LKPD oleh Guru dalam pembelajaran sangat didukung oleh buku panduan penggunaan LKPD. Melalui LKPD tersebut, keterampilan proses sains peserta didik dalam merumuskan masalah, merumuskan hipotesis, mengidentifikasi alat dan bahan, menuliskan langkah kerja, dan menemukan konsep fisika dengan menjawab pertanyaan dalam LKPD dapat diukur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perangkat yang telah dihasilkan telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif sehingga dapat diterapkan dalam pembelajaran.

Kata Kunci: fisika, keterampilan proses sains, LKPD, tekanan hidrostatik

Fisika sebagai salah satu bidang sains yang menekankan pada kegiatan ilmiah di laboratorium memerlukan perangkat yang dapat dioperasionalkan dalam pembelajaran. Salah satu perangkat yang dimaksud adalah **Lembar Kerja Peserta Didik** yang disebut **LKPD**. Praktek penggunaan LKPD atau yang lebih umum dikenal dengan nama LKS di lapangan (yang digunakan guru) merupakan kumpulan, materi, contoh soal, dan soal latihan. Tidak sedikit guru yang menggunakan lembar kerja/LKS ini sebagai

bagian penting dalam pengelolaan pembelajaran. Menurut pengamatan penulis isi lembar kerja/LKS ini, lebih menekankan pada latihan soal-soal, atau lebih hanya pada aspek kognitif itu pun hanya pada penerapan/aplikasi konsep. Dengan demikian maka penulis berpendapat bahwa kegiatan dalam lembar kerja/LKS yang ada belum dapat mengakomodasi pengembangan ranah sikap, pengetahuan secara utuh, dan keterampilan. Lembar kerja/LKS yang ada belum

mengakomodasi pendekatan ilmiah (*scientific*) dalam kurikulum 2013.

Uraian di atas bersesuaian dengan hasil penelitian *Wattimena, et al.* 2014 yang mengindikasikan adanya penggunaan instruksi praktikum yang berbentuk *cookery book* pada penyelenggaraan praktikum fisika di beberapa sekolah yang ditempati penelitian. Selain itu, hasil penelitian *Cockman* (2008) mengungkapkan bahwa dalam praktikum fisika, peserta didik perlu diberikan penekanan berupa latihan keterampilan seperti mengamati, menggolongkan, mengukur, berkomunikasi, menafsirkan data, dan melakukan eksperimen secara bertahap berdasarkan karakteristik materi. Kondisi ini membutuhkan kreativitas guru fisika dalam mengembangkan LKPD (kegiatan praktikum).

Kegiatan dalam LKPD tersebut tentunya berisi tagihan kegiatan ilmiah (berorientasi pada keterampilan proses sains). Melalui kegiatan ilmiah sejumlah keterampilan dapat dilatihkan/dipelajari peserta didik. Bentuk kegiatan ilmiah yang dilakukan, merupakan tahap dan juga indikator dari Keterampilan Proses Sains. Keterampilan proses sains dikembangkan bersama dengan fakta-fakta, konsep-konsep, dan prinsip-prinsip sains. Dengan merujuk pada buku *Chiappetta*, 2010, keterampilan proses sains dibagi menjadi dua yaitu *Basic Skills* dan *Integrated Skills*. *Basic Skills* terdiri dari kegiatan *observing, classifying, space/time relations, using numbers, measuring, inferring, dan predicting*, sedangkan *Integrated Skills* terdiri dari *defining operationally, formulating models, controlling variabels, interpreting data, hypothesizing, dan experimenting*.

Hasil penelitian terhadap kemampuan guru dalam merancang dan menyelenggarakan kegiatan praktikum fisika sekolah di beberapa wilayah juga belum optimal (*Wiyanto*, 2005-b; *Gunawan*, 2010; *Wattimena, et al.* 2014). Terlepas dari masalah sarana dan prasarana

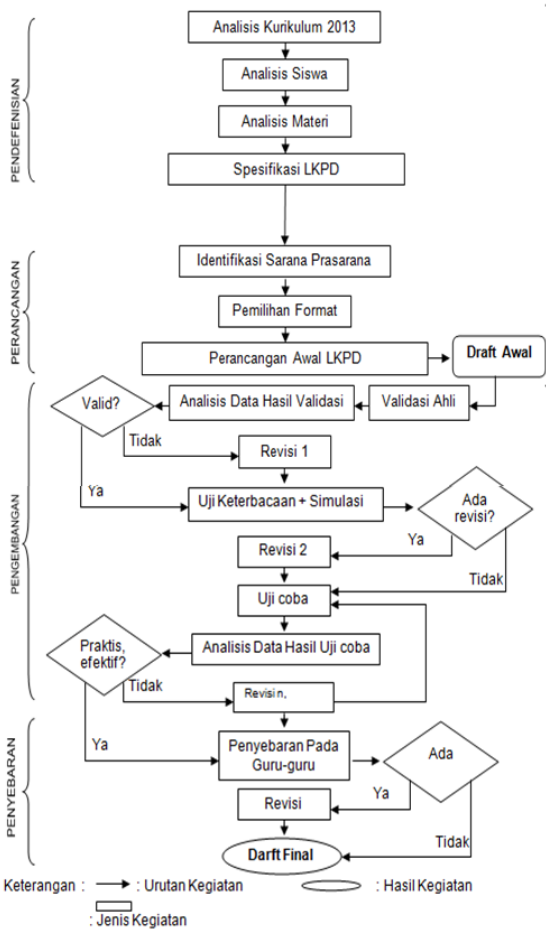
laboratorium, guru fisika ternyata kurang memunculkan kreativitasnya dalam menyusun desain praktikum maupun mengembangkan peralatan. Selain itu, sebagian guru fisika belum mampu menyelesaikan masalah yang dihadapi, akibat pengalaman belajar ketika menjadi mahasiswa, hal ini bersesuaian dengan hasil penelitian dari *McDermot* (1999) bahwa salah satu faktor penting yang mempengaruhi rendahnya kinerja guru fisika adalah kurang baiknya penyiapan mereka. Dengan demikian maka patut diduga, bahwa ketidaktersediaan LKPD yang berorientasi pada kegiatan ilmiah dapat disebabkan oleh argumentasi di atas.

Hasil informasi yang penulis peroleh dari Forum MGMP pada beberapa Kabupaten/Kota di Sulawesi Selatan, penulis dapat menyimpulkan bahwa kegiatan pembelajaran untuk materi fluida statik dalam bentuk kegiatan praktikum hanyalah sebatas pada hukum Archimedes. Adapun praktikum tekanan hidrostatik yang dilaksanakan, belum sepenuhnya diarahkan untuk menemukan konsep (dapat dalam bentuk persamaan matematis dari tekanan hidrostatik).

Berdasarkan uraian di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk: (1) mendeskripsikan karakteristik kerangka LKPD berbasis keterampilan proses sains; (2) menghasilkan model/kerangka LKPD Fisika SMA Berbasis Keterampilan Proses Sains pada materi tekanan hidrostatik; (3) mengetahui profil LKPD Fisika berbasis keterampilan proses sains yang telah dihasilkan.

Indikator yang menjadi acuan pokok dalam pengembangan LKPD ini meliputi aspek: format, bahasa, dan isi. Indikator format terdiri dari; kejelasan pembagian materi, sistem penomoran jelas, pengaturan ruang/tata letak, jenis dan ukuran huruf yang sesuai dan kesesuaian ukuran fisik dengan siswa. Indikator bahasa meliputi adalah; kebenaran tata bahasa, kesesuaian kalimat dengan tingkat perkembangan siswa, mendorong minat untuk bekerja, kesederhanaan

struktur kalimat, kalimat soal tidak bermakna ganda, kejelasan petunjuk atau arahan, sifat komunikatif bahasa yang digunakan, dan Indikator isi LKPD adalah: kebenaran materi/isi, merupakan materi/tugas yang esensial, dikelompokkan dalam bagian-bagian yang logis, kesesuaian dengan pembelajaran fisika, peranan LKPD dalam mendorong siswa dalam menemukan konsep/prosedur dengan cara mereka sendiri, dan kelayakan kelengkapan belajar.



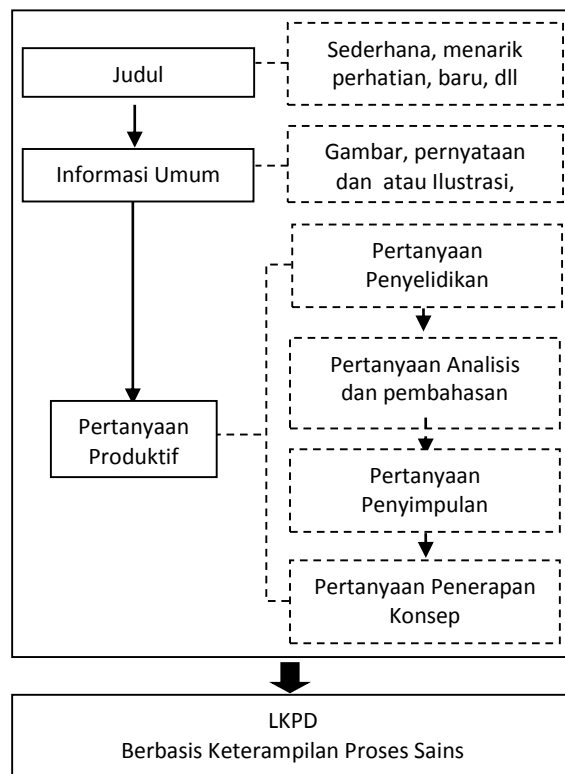
Gambar 1. Alur Pelaksanaan Penelitian.

METODE

Penelitian ini dilakukan, mengacu pada desain penelitian dan pengembangan (*Research and Development*) dari Tiagarajan, Semmel dan Semmel yang dikenal dengan 4-D yang terdiri dari pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*), dan penyebaran

(*disseminate*). Alur pelaksanaan penelitian ini diberikan dalam Gambar 1.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian ini adalah, lembar validasi, lembar observasi, kuesioner, dan lembar penilaian kinerja praktikum. Lembar validasi oleh dua orang ahli dan praktisi. Subjek penelitian ini adalah mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika semester VI tahun akademik 2014/2015 berjumlah 32 orang yang memprogramkan mata kuliah Praktikum Fisika Sekolah Menengah. Subjek ini merupakan subjek tempat dilakukan uji keterbacaan dan simulasi. Prosedur. Pelaksanaan penelitian hanya sebatas pada tahap pengembangan. Hal ini dikarenakan beberapa keterbatasan seperti biaya dan waktu pelaksanaan. Khusus pada tahap perancangan dikembangkan kerangka LKPD berupa diagram alur kerja. Hasil dari tahap perancangan diberikan seperti pada Gambar 2.



(Sumber:herman, 2015)

Gambar 2. Bagan model/kerangka LKPD Berbasis Keterampilan Proses Sains.

LKPD yang dikembangkan khusus untuk topik materi Fluida Statis dengan judul LKPD

adalah rangkaian Tekanan Hidrostatik. Profil LKPD dideskripsikan melalui hasil validasi ahli dan praktisi (untuk melihat tingkat validitas perangkat yang dihasilkan), hasil ujicoba perangkat (melihat kepraktisan dan keefektifan perangkat). Data kepraktisan diperoleh dari hasil analisis lembar observasi penggunaan perangkat oleh pengajar yang dilakukan oleh dua orang observer, sedangkan data keefektifan perangkat diperoleh melalui hasil analisis angket respons peserta didik terhadap perangkat, lembar observasi keterlaksanaan perangkat oleh peserta didik, dan nilai kinerja praktikum peserta didik.

Berdasarkan hasil revisi dan saran dari ahli dan praktisi, dihasilkan draft awal perangkat, yang selanjutnya dilakukan uji keterbacaan dan simulasi pada mahasiswa semester VI Prodi Pendidikan Fisika UNM yang memprogramkan mata kuliah Praktikum Fisika Sekolah Menengah Tahun 2015. Saran dan perbaikan dijadikan sebagai draf I.

HASIL DAN DISKUSI

Bentuk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) diberikan dalam Gambar 3.

Sejauh pengamatan penulis, belum ada LKPD yang digunakan Guru dalam pembelajaran yang berisi tagihan kegiatan dalam bentuk kegiatan ilmiah. Umumnya LKPD dibuat dalam bentuk kegiatan berupa manual/penuntun praktikum, yang bagi sebagian orang dan penulis pandang sangat tidak efektif, karena/ibarat "resep kue". Untuk itu diperlukan suatu model/kerangka LKPD yang dapat melibatkan semua aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap dari peserta didik.

Berdasarkan hasil kajian literatur (Guilford, 1988; Reif, 1995; McDermott, 2010; Santyasa, 2003; Etkina, 2005; Popper, 2005; Wenning, 2006; Brewes, et al. 2009; Abrahams & Milar, 2008; Danielson, 2011; Nivalainen, et al. 2013; Putra, 2013) diperoleh informasi karakteristik perangkat Lembar Kerja Peserta Didik berbasis

keterampilan proses sains memuat kerangka yang terdiri dari: (1) Identitas berisi Judul dengan karakteristik spesifik, ringkas, jelas dan menarik perhatian (2) informasi umum berupa gambar dan atau narasi deskripsi; (3) pertanyaan produktif yang terdiri dari, pertanyaan penyelidikan, pertanyaan analisis dan pembahasan, pertanyaan penyimpulan dan pertanyaan penerapan konsep seperti pada Gambar 2.

Pertanyaan produktif yang dimaksud yaitu rumusan pertanyaan di dalam LKPD yang hanya dapat diselesaikan setelah dilakukan penyelidikan/ pengamatan. Rumusan-rumusan pertanyaan disajikan sesuai dengan urutan-urutan kegiatan ilmiah. Bentuk kegiatan ilmiah yang dilakukan, merupakan tahap dan juga indikator keterampilan proses sains dengan merujuk pada buku Chiappetta, 2010.

1. Hasil Validasi Ahli dan Praktisi


Proses validasi LKPD dilakukan dengan memberikan naskah kepada masing-masing dua (2) orang ahli dan dua orang praktisi. Hasil penilaian ahli dan praktisi terhadap perangkat yang dihasilkan berada pada kategori sangat valid (nilai rata-rata 3,85). Meskipun demikian, penulis menerima beberapa saran perbaikan dari validator. Dari hasil validasi ini maka dapat disimpulkan bahwa LKPD yang dihasilkan telah dikembangkan berdasarkan teori-teori pendukung, sehingga layak diujicobakan.

2. Hasil Ujicoba Kepraktisan

Draft awal kemudian diujicobakan (ujicoba terbatas) pada pada subjek penelitian yaitu mahasiswa Prodi Pendidikan Fisika yang memprogramkan mata kuliah praktikum fisika sekolah menengah. Berdasarkan analisis data, diperoleh bahwa *reliabilitas percentange of agreement (PA) = 100%* dan semua aspek dalam perangkat memenuhi aspek keterbacaan, dan keterlaksanaan dari pengajar. Meskipun demikian observer masih melihat ada aktivitas pengajar yang muncul tiba-tiba (ini perlu dituangkan

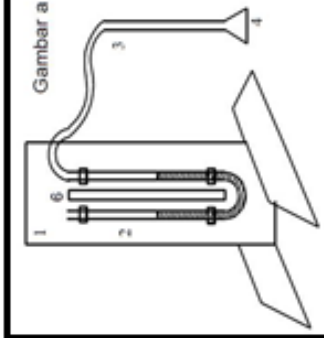
dalam pedoman penggunaan LKPD). Hasil revisi LKPD dari ujicoba ini, kemudian disebut draft I.

TEKANAN HIDROSTATIK

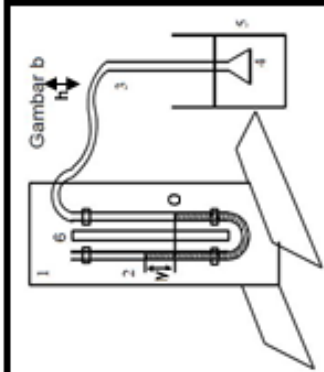


A. Informasi Pengantar

Perhatikan gambar di bawah ini!



Gambar a




Gambar b

Keterangan gambar:

1. Papan tempat memasang pipa U
2. Pipa U berisi zat cair
3. Selang
4. Corong
5. Gelas kimia berisi air

Pada gambar a, pipa U dihubungkan dengan selang pada sebuah corong. Ketika corong dimasukkan sejauh hsecara tegak lurus ke dalam gelas kimia berisi zat cair seperti pada gambar b, maka terdapat perbedaan tinggi zat cair pada pipa U. Berdasarkan hukum Pascal, tekanan pada ujung corong akan sama besar dengan tekanan pada titik O seperti pada gambar b. Perbedaan ketinggian zat cair (y) pada pipa U dapat diambil sebagai indikator tekanan hidrostatik, semakin besar perbedaan ketinggian zat cair dalam pipa U maka semakin besar tekanan hidrostatiknya.



B. Rumusan Pertanyaan

Untuk memahami konsep tekanan hidrostatik jawalah pertanyaan-pertanyaan di bawah ini melalui kegiatan praktikum!

1. Kegiatan 1. Hubungan antara kedalaman h dengan tekanan hidrostatik P_h .
 - a. Jika jenis zat cair pada pipa U dan gelas kimia tetap, maka ketika kedalaman h diubah-ubah, berapa besar perbedaan ketinggian zat air (y) pada pipa U?
 - b. Bagaimana grafik hubungan antara kedalaman h dan perbedaan ketinggian zat cair (y) pada pipa U?
 - c. Karena perbedaan ketinggian (y) merupakan indikator dari tekanan hidrostatik, maka berdasarkan grafik bagaimana hubungan antara kedalaman h terhadap tekanan hidrostatik P_h ?
2. Kegiatan 2. Hubungan antara massa jenis ρ dengan tekanan hidrostatik P_h .
 - a. Jika kedalaman h dan jenis zat cair pada pipa U tetap, maka ketika jenis zat cair (ρ) pada gelas kimia diubah-ubah, berapa besar perbedaan ketinggian zat air (y) pada pipa U?
 - b. Bagaimana grafik hubungan antara jenis zat cair (ρ) dan perbedaan ketinggian zat cair (y) pada pipa U?
 - c. Karena perbedaan ketinggian (y) merupakan indikator dari tekanan hidrostatik P_h , maka berdasarkan grafik bagaimana hubungan antara kedalaman h terhadap tekanan hidrostatik?

Catatan:

- Gunakan beban yang tidak menyerap zat cair!
- Pastikan bahwa semua bagian beban ketika di dalam zat cair tercelup semuanya
- Dalam melakukan setiap kegiatan di atas, mintalah petunjuk dari Guru/pembimbing.
- Berikan jawaban anda pada lembar kerja yang telah disediakan,

Gambar 3. Hasil LKPD Tekanan Hidrostatik

Penilaian kinerja praktikum, diperoleh melalui penilaian terhadap laporan hasil praktikum yang berbasis keterampilan proses sains. Hasil praktikum diuraikan sebagai berikut:

Perumusan masalah

Peserta didik merumuskan masalahnya sendiri berdasarkan informasi dalam LKPD. Dalam pelaksanaannya masih perlu dipandu agar dapat merumuskan masalah dengan benar. *Merumuskan masalah* merupakan salah satu indikator dalam keterampilan proses sains. Rumusan masalah dalam praktikum ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh kedalaman (h) terhadap tekanan hidrostatik?
2. Bagaimana pengaruh massa jenis zat cair terhadap tekanan hidrostatik?

Secara umum peserta didik telah mampu merumuskan masalah dengan baik.

Rumusan Hipotesis

Peserta didik merumuskan hipotesisnya sendiri berdasarkan rumusan masalah yang telah disusun. Dalam pelaksanaannya peserta didik masih memerlukan penegasan tentang bagaimana rumusan hipotesis yang baik. Kegiatan *merumuskan hipotesis* merupakan salah satu indikator dalam keterampilan proses sains. Rumusan hipotesis dalam praktikum ini adalah:

1. Kedalaman zat cair berbanding lurus dengan tekanan hidrostatik, yaitu semakin dalam suatu zat cair dari permukaan maka tekanan hidrostatik juga semakin besar begitu pula sebaliknya.
2. Massa jenis zat cair berbanding lurus dengan tekanan hidrostatik, yaitu semakin besar massa jenis zat cair maka tekanan hidrostatik juga semakin besar begitu pula sebaliknya.

Identifikasi Variabel

Berdasarkan rumusan masalah peserta didik kemudian mengidentifikasi variabel yang akan diselidiki. Kegiatan *mengidentifikasi variabel* merupakan salah satu indikator dalam

keterampilan proses sains. Variabel-variabel yang diselidiki dalam praktikum ini adalah:

1. Kegiatan 1. *Pengaruh kedalaman zat cair (h) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)*

Variabel manipulasi : kedalaman zat cair (h)

Variabel respon : tekanan hidrostatik (P_h)

Variabel kontrol : massa jenis zat cair (ρ)

2. Kegiatan 2. *Pengaruh massa jenis zat cair (ρ) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)*

Variabel manipulasi : massa jenis zat cair (ρ)

Variabel respon : tekanan hidrostatik (P_h)

Variabel kontrol : kedalaman zat cair (h)

Definisi operasional variabel

Mendefinisikan variabel dalam kegiatan praktikum biasanya tidak dilakukan di sekolah, namun melalui LKPD ini peserta didik diberikan tagihan untuk mendefinisikan masing-masing variabel secara operasional (bukan definisi secara konsep). Berikut ini definisi variabel-variabel secara operasional:

1. Kedalaman zat cair (h) merupakan kedalaman dari permukaan zat cair sampai ke permukaan (ujung) corong yang diukur dengan menggunakan mistar. Kedalaman zat cair disimbolkan dengan h dengan satuan cm
2. Tekanan hidrostatik dalam praktikum ini tidak diukur/dianalisis secara kuantitatif, melainkan hanya melihat perbedaan ketinggian zat cair pada pipa U. Semakin besar perbedaan ketinggian pada pipa U maka semakin besar tekanan hidrostatiknya. Dengan demikian maka perbedaan ketinggian (Δy) zat cair pada pipa U merupakan indikator dari tekanan hidrostatik. Tekanan hidrostatik disimbolkan dengan P_h dengan satuan N/m^2 .
3. Massa jenis zat cair merupakan ukuran kerapatan dari suatu zat cair yang diperoleh dengan cara membagi hasil pengukuran massa dan volume zat cair tersebut. Massa jenis zat cair disimbolkan dengan ρ dengan satuan kg/cm^3 .

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam praktikum ini tidak disediakan secara spesifik dalam LKPD sehingga peserta didik yang harus melaporkan sendiri apa yang telah digunakan. Kegiatan ini dapat melatih mereka untuk merancang eksperimen kegiatan ilmiah, kegiatan ini merupakan salah satu bagian indikator dalam keterampilan proses sains yaitu *merancang eksperimen*. Alat dan bahan yang digunakan diantaranya adalah:

1. Gelas kimia 1000 ml, 3 buah.
2. Corong, 1 buah.
3. Selang penghubung 40 cm, 1 buah.
4. Mistar 30 cm, 1 buah.
5. Neraca Ohaus 311 gram, 1 buah.
6. Gelas ukur 100 ml, 1 buah.
7. Tisu gulung, 1 buah.
8. Air, garam, minyak goreng dan gliserin, secukupnya.

Prosedur Kerja

Prosedur kerja dalam praktikum ini tidak disediakan secara spesifik dalam LKPD sehingga peserta didik yang harus dapat menyusun langkah-langkah kerja sendiri berdasarkan kegiatan praktikum yang telah dilaksanakan. Kegiatan ini dapat melatih mereka untuk merancang eksperimen kegiatan ilmiah, kegiatan ini merupakan salah satu bagian indikator dalam keterampilan proses sains yaitu *merancang eksperimen*. Prosedur/langkah kerja dalam praktikum ini diberikan sebagai berikut:

Kegiatan 1. Pengaruh kedalaman zat cair (h) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)

1. Tuangkan air ke dalam pipa U.
2. Tuangkan air ke dalam gelas kimia hingga terisi sekitar $\frac{3}{4}$ bagian.
3. Sambungkan salah satu ujung corong dengan selang, sementara ujung satunya disambungkan dengan salah satu ujung pipa U.
4. Masukkan corong ke dalam pipa gelas kimia hingga ke dalam tertentu dari permukaan

zat cair. Perhatikan respon zat cair dalam pipa U.

5. Ukur kedalaman corong tersebut dengan menggunakan mistar dan pada saat bersamaan ukur perbedaan ketinggian zat cair pada pipa U. Catat hasilnya pada tabel pengamatan!
6. Lakukan kegiatan 5 dengan mengubah ke dalam corong sehingga diperoleh minimal 7 kali.

Kegiatan 2. Pengaruh massa jenis zat cair (ρ) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)

1. Ukur massa dan volume dari masing-masing jenis zat cair, catat hasilnya pada tabel pengamatan.
2. Bersihkan corong dengan tisu sampai kering.
3. Tuangkan minyak ke dalam gelas kimia hingga terisi sekitar $\frac{3}{4}$ bagian.
4. Masukkan corong ke dalam pipa gelas kimia hingga ke dalam 2 cm. ukur perbedaan ketinggian zat cair pada pipa U. Catat hasilnya pada tabel hasil pengamatan!
5. Lakukan kegiatan 2 sampai dengan 4 dengan mengganti zat cairnya dengan air, larutan garam, dan gliserin.

Cat: bersihkan dahulu gelas kimia ketika anda mau mengganti zat cair dengan zat cair yang lain.

Hasil Pengamatan

Melaporkan hasil pengamatan dalam tabel, merupakan salah satu indikator dalam keterampilan proses sains yakni *menyajikan data*. Dalam LKPD yang digunakan tidak disediakan tabel, sehingga peserta didik yang harus membuat tabel pengamatan sendiri.

Kegiatan 1. Pengaruh kedalaman zat cair (h) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)

Jenis zat cair dalam gelas kimia : Air

Jenis zat cair dalam pipa U : Air

Tabel 1. Hubungan antara kedalaman zat cair terhadap tekanan hidrostatik

No	h (cm)	Δy (cm)
1	2,00	2,10
2	3,00	2,90
3	4,00	3,90
4	5,00	5,00
5	6,00	6,00
6	7,00	7,00
7	8,00	8,00

Kegiatan 2. Pengaruh massa jenis zat cair (ρ) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)

Tabel 2. Massa dan volume beberapa jenis zat cair

No	Jenis zat cair	m (gram)	V (ml)
1	Minyak	69,82	80,0
2	Air	77,58	80,0
3	Larutan garam 1	79,37	80,0
4	Larutan garam 2	82,90	80,0
5	Gliserin	96,77	80,0

Kedalaman : 2 cm

Jenis zat cair pada pipa U : air

Tabel 3. massa jenis zat cair (ρ) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)

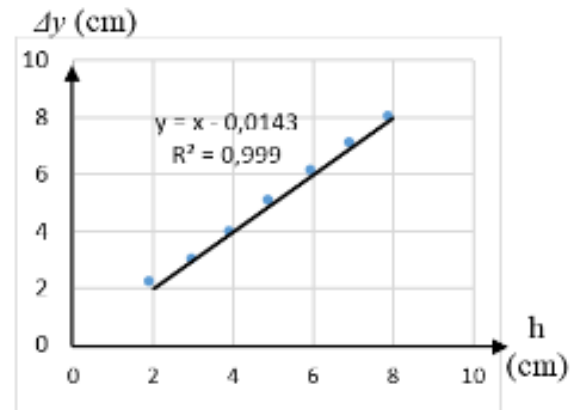
No	Massa jenis zat cair (gr/cm^3)	y (cm)
1	0,87	1,90
2	0,96	2,10
3	0,99	2,20
4	1,03	2,30
5	1,21	2,50

Analisis data dan Pembahasan

Analisis data dalam praktikum mengikuti informasi dalam LKPD berupa pertanyaan. Dalam praktikum ini peserta didik mampu melakukan analisis data dalam bentuk membuat grafik dan menginterpretasikan grafik. Dalam analisis ini terdapat beberapa indikator dalam keterampilan proses sains diantaranya membuat grafik dan menginterpretasikan grafik. Hasil

analisis data dalam praktikum ini diberikan sebagai berikut.

Kegiatan 1. Pengaruh kedalaman zat cair (h) terhadap tekanan hidrostatik (P_h)



Grafik 1. Grafik hubungan antara kedalaman zat cair (h) terhadap perbedaan ketinggian zat cair di pipa U (Δy)

Dari grafik 1, terlihat bahwa semakin besar kedalaman zat cair (h) pada gelas kimia maka perbedaan ketinggian (Δy) zat cair pada pipa U juga semakin besar. Selain itu, terlihat hubungan antara variabel x dan y dalam grafik diberikan oleh persamaan $y = x - 0,014$, hal ini menunjukkan bahwa variabel x berbanding lurus dengan variabel y (grafiknya linier). Karena variabel x adalah kedalaman (h) dan variabel y adalah perbedaan ketinggian (Δy) zat cair di pipa U maka dapat disimpulkan bahwa:

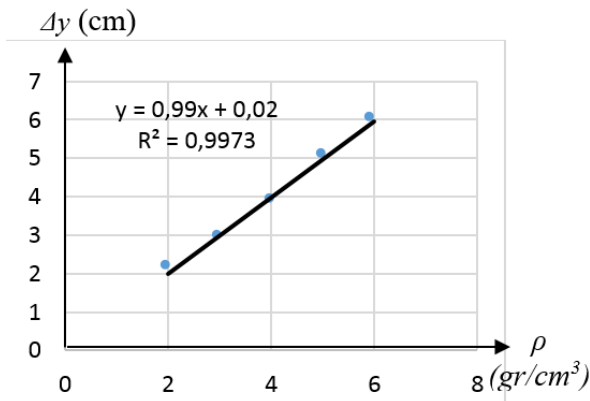
$$h \sim \Delta y \tag{1}$$

Seperti yang telah didefinisikan dalam definisi operasional variabel, indikator dari tekanan hidrostatik (P_h) adalah perbedaan ketinggian (Δy) pada pipa U, dengan demikian maka dapat dituliskan bahwa:

$$h \sim P_h$$

Kegiatan 2. Hubungan antara jenis zat cari (ρ) dengan tekanan hidrostatik P_h .

Dari grafik 2, terlihat bahwa semakin besar massa jenis zat cair (ρ) maka perbedaan ketinggian (Δy) zat cair pada pipa U juga semakin besar. Selain itu, terlihat juga hubungan antara variabel x dan y dalam grafik diberikan oleh persamaan $y = 0,99x + 0,02$ hal ini menunjukkan bahwa variabel x berbanding lurus dengan variabel y (grafiknya linier).



Grafik 2. Grafik hubungan antara massa jenis (ρ) terhadap perbedaan ketinggian zat cair di pipa U (Δy).

Karena variabel x adalah massa jenis (ρ) dan variabel y adalah perbedaan ketinggian (Δy) zat cair di pipa U maka dapat disimpulkan bahwa:

$$\rho \sim \Delta y$$

Seperti yang telah didefinisikan dalam definisi operasional variabel, indikator dari tekanan hidrostatis (P_h) adalah perbedaan ketinggian (Δy) pada pipa U, dengan demikian maka dapat dituliskan bahwa:

$$\rho \sim P_h \tag{2}$$

Berdasarkan persamaan (1) dan (2), maka tekanan hidrostatis yang diperoleh dari hasil praktikum dapat dituliskan dalam bentuk:

$$P_h \sim \rho \cdot h$$

Agar dapat menjadi sebuah persamaan maka kalikan ruas kanan dengan sebuah konstanta c akan diperoleh:

$$P_h = c \cdot \rho \cdot h$$

Dengan menggunakan analisis dimensi akan diperoleh bahwa konstanta c memiliki dimensi percepatan sehingga diperoleh bahwa:

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h \tag{3}$$

dimana:

g = konstanta percepatan gravitasi bumi (m/s^2)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

h = kedalaman zat cair (m)

Hipotesis dan Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis data disimpulkan bahwa hipotesis diterima, atau hasil sesuai dengan hasil praktikum.

Kesimpulan dari praktikum ini adalah

1. Tekanan hidrostatis sebanding dengan kedalaman zat cair artinya semakin dalam suatu benda di dalam zat cair, maka tekanan yang dialami benda juga akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Secara matematis ditulis

$$P_h \sim h$$

2. Tekanan hidrostatis sebanding dengan massa jenis zat cair artinya semakin besar massa jenis zat cair, maka tekanannya juga akan semakin besar, begitu pula sebaliknya. Secara matematis ditulis

$$P_h \sim \rho$$

3. Persamaan tekanan hidrostatis adalah

$$P_h = \rho \cdot g \cdot h$$

Hasil ujicoba yang dilaksanakan menunjukkan bahwa; (1) respon peserta didik terhadap LKPD, menunjukkan bahwa 89,99% peserta didik memberi respon positif terhadap LKPD. Dengan demikian maka dapat disimpulkan bahwa peserta didik memberi respon positif terhadap LKPD; (2) Hasil penilaian kinerja praktikum peserta didik, menunjukkan bahwa nilai rata-rata kelompok 80. Hasil ini

tergolong masih rendah, hal ini disebabkan oleh karena, (a) mahasiswa belum terbiasa dengan model kegiatan dalam LKPD, (b) pengajar masih kaku dalam mengarahkan/ memfasilitasi mahasiswa dalam bekerja; (3) hasil analisis terhadap lembar observasi keterlaksanaan perangkat menunjukkan bahwa, semua pertanyaan sudah dapat di selesaikan sesuai dengan waktu yang telah disediakan. Meskipun demikian terdapat item-item pertanyaan yang belum dipahami maksudnya. Hal ini karena, sebagian peserta didik masih baru dengan LKPD seperti ini.

Hasil pengamatan langsung terhadap pelaksanaan pembelajaran dan hasil analisis terhadap LKPD yang telah diisi oleh peserta didik menunjukkan bahwa, masih terdapat isian yang masih keliru. Aktivitas bertanya, rasa ingin tahu yang sudah mulai tumbuh tentunya disebabkan diantaranya oleh pertanyaan-pertanyaan dalam LKPD yang tidak bisa dijawab jika tidak dilakukan kegiatan pengukuran (kegiatan ilmiah).

Berdasarkan hasil analisis uji keefektifan, maka dapat disimpulkan bahwa LKPD yang dihasilkan telah memenuhi kriteria keefektifan. Saran-saran dari observer beserta pengamatan langsung dari peneliti/penulis menjadi dasar melakukan revisi. Revisi yang dilakukan berdasarkan hasil uji keefektifan ini sebagian besar pada pedoman penggunaan LKPD khususnya dalam: aspek perumusan masalah, pengajuan hipotesis, identifikasi dan definisi operasional variabel. Hasil revisi ini akan dijadikan Draft I siap untuk diterapkan secara luas.

Berdasarkan hasil analisis terhadap isian pada LKPD menunjukkan bahwa, rumusan masalah beragam, namun masih dalam kerangka topik rangkaian seri dan paralel resistor. Hal ini dapat dicapai karena sebagian besar mahasiswa telah memahami langkah dalam kegiatan ilmiah.

Meskipun demikian masih ada yang perlu direvisi.

3. *Temuan Khusus*

Hasil analisis dari isian LKPD pada bagian pertanyaan produktif, khususnya pada perumusan masalah dan hipotesis diperoleh informasi sebagian besar hanya merumuskan pertanyaan, belum pada kategori rumusan masalah yang baik, hal ini terjadi oleh karena belum pernah peserta didik sama sekali belum terbiasa dalam merumuskan masalah untuk diselidiki. Isian terkait dengan pertanyaan analisis khususnya dalam analisis grafik, peserta didik secara umum mengalami masalah khususnya dalam menginterpretasi/membaca grafik. Hal ini dapat disebabkan oleh peserta didik belum terbiasa, bahkan belum pernah mengolah data melalui . Hal ini didukung oleh pendapat *Feynman* (1998) yang mengatakan bahwa peserta didik harus memiliki pengalaman secara mendalam untuk menganalisis hasil eksperimen seperti membuat grafik, atau memberikan gambaran tentang hubungan antara variabel.

Hasil analisis terhadap isian LKPD terkait dengan pertanyaan pembahasan dan penyimpulan menunjukkan bahwa peserta didik masih memerlukan bimbingan khusus dalam mengisi LKPD tersebut, hal ini disebabkan oleh karena peserta didik belum memahami kerangka kerja dan tujuan serta belum memiliki konsep dasar secara operasional terkait dengan logika penemuan suatu konsep fisika. Mereka hanya mengukur, menganalisis sesuai petunjuk namun untuk menemukan konsep dari hasil eksperimen, belum terbiasa/terlatih atau belum pernah sama sekali. Sehingga perlu guru proaktif dalam memberikan informasi. Sekali lagi, hal ini dapat terjadi oleh karena peserta didik belum terbiasa dan baru dengan kegiatan seperti ini. Hasil tersebut didukung oleh penjelasan *Wenning* (2006) yang mengungkapkan bahwa penggunaan logika penemuan ilmiah seperti pemahaman konsep dasar secara operasional, harus dimaknai

peserta didik untuk menyusun teknik koleksi data, sebagai bagian dari kegiatan praktikum fisika. Hal sejalan juga dikemukakan oleh *Brewe et al. (2009)* yang mengungkapkan bahwa metode ilmiah yang biasanya digunakan mahasiswa dalam menginterpretasikan hasil praktikum, sering menjadi kesulitan cukup signifikan karena kurangnya ketelitian dalam mengidentifikasi sejumlah variabel fisis.

Meskipun demikian terdapat beberapa mahasiswa yang mencapai hasil kinerja yang sangat baik khususnya pada isian penerapan konsep. Hal ini dapat terjadi oleh karena kegiatan yang mereka laksanakan mengantarkan mereka pada pencapaian pemahaman konsep. Pernyataan ini sejalan dengan pandangan *Santyasa (2003)* yang menjelaskan bahwa pemahaman konsep fisika melalui praktikum dapat terjadi ketika mereka mampu menjalankan proses ilmiah sebagai pengetahuan tentang analisis kesalahan dan interpretasi data. Temuan yang sama dikemukakan juga oleh *Popper (2005)* yang mengungkapkan bahwa peserta didik akan mampu melakukan observasi dan interpretasi teori secara optimal jika mereka menyadari tentang masalah tersebut. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa kesiapan peserta didik dalam menganalisis hubungan antara konsep-konsep fisika yang dapat dipraktikkan telah dijalani secara baik.

Hasil analisis lain menunjukkan masih kelirunya peserta didik dalam menyusun rancangan eksperimen, hal ini menunjukkan bahwa LKPD yang ada mulai dapat melatih mereka dalam merancang eksperimen/praktikum meskipun masih ada yang keliru, sehingga kegiatan ilmiah masih perlu dilatihkan secara terus menerus. Tahap kegiatan eksperimen ke arah berpikir tingkat tinggi menurut *Wenning (2006)* sebagai pola pembelajaran di Laboratorium fisika yang telah di paparkan dalam bahan ajar, juga belum sepenuhnya diikuti peserta didik.

Hasil pengamatan lain khususnya aktivitas peserta didik belum terlaksana secara maksimal pada tahap diskusi kelompok, dan diskusi antara kelompok. Hal ini mengindikasikan bahwa mereka berpotensi melakukan analisis berdasarkan penalaran mereka sendiri dan tidak mengacu pada hasil pengamatan dan analisis secara ilmiah. Hal ini sejalan dengan pandangan *Danielsson (2011)* bahwa kegiatan praktikum fisika akan berdampak pada model wacana peserta didik yang didasarkan pada pelaksanaan praktikum dan analisis, berdasarkan penalaran dan pengalaman mereka sendiri terhadap konsep-konsep dasar fisika dalam beraktivitas. Berdasarkan temuan-temuan tersebut, peneliti menduga, secara umum peserta didik belum terbiasa dengan model LKPD yang telah dikembangkan yang kegiatan-kegiatannya adalah cerminan dari keterampilan proses sains.

SIMPULAN

- a. Model/kerangka acuan dalam menulis LKPD basis keterampilan proses sains meliputi (1) judul, (2) informasi umum (gambar, narasi), dan (3) rumusan pertanyaan produktif yang terdiri dari; pertanyaan penyelidikan, pertanyaan analisis, pertanyaan bahasan (pembahasan), pertanyaan kesimpulan).
- b. Profil LKPD fisika berbasis keterampilan proses sains yang dihasilkan telah memenuhi kriteria valid, praktis dan efektif.

DAFTAR RUJUKAN

- Abrahams, I & Millar, R. Does Practical Work Really Work? A Study of The effectiveness of practical Works as a Teaching and Learning Method in School Science. *International Journal of Science Education*. 2008. 30(14), p.1945-1969
- Brewe, E., Kramer, L., and O'Brien, G. Modeling Instruction: Positive attitudinal Shifts in Introductory Physics Measured Alt Class. *Physics Review Special Topics Physics Educational Resource*. 2009(1). 013102.

- Chiappetta, Eugene L dkk. *Science Instruction in The Middle and Secondary Schools: developing Fundamental knowledge and skills*, seventh edition, Allyn & Bacon, (2010), p.217
- Cockman, W.J (2008). *Cookbook Vs. Inquiry*. TAP-L Discussion Group. (Online) (Tersedia: <http://www.lists.nesu.edu/Cmg-bin/digest?list1>, diakses 19/08/2015).
- Danielsson, A. T. Characterising The Practice of Physics as Enacted Ni University Student Laboratories Using ‘Discourse Models’ as an Analytical Tool. *Nordina Journals Faculty of Education, University of Cambridge, UK*. (2011) 7(2).
- E. Rahayu, H. & Susanto, D. Yulianti, Pembelajaran sains dengan pendekatan keterampilan proses untuk meningkatkan hasil belajar dan kemampuan berpikir Kreatif siswa, *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, vol.7, 2011, p. 33-37
- Etkina, E., Muthy, S. And Lou, X. Using Introductory Labs to Engage Students in Experimental Design, *American Journal Of Physics*,. 2006. 74, p. 979.
- Feynman, R. Goal of The introductory Physics Laboratory. Association of Physics Teachers. *American Journals Physics*. 1998. 6(6).
- Guilford, J.P. Some Changes in The structure of intellect model. *Educational and Psychological Measurement Journals*, 1988. 48: 1-4.
- Gunawan. Model Pembelajaran Berbasis MMI untuk meningkatkan Penguasaan Konsep Calon Guru pada Materi Elastisitas. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 2(1), 2010, p. 11-21.
- Herman. 2015. Pengembangan LKPD Gerak Melingkar: hubungan kecepatan sudut ω dan kecepatan linier v , Berbasis Keterampilan Proses Sains. *Prosiding. Seminar Nasional Lemlit UNM ‘Optimalisasi Hasil-hasil Penelitian dalam menunjang Pembangunan Berkelanjutan*. 13 Juni 2015. ISSN 2460-1322, p.964-971. Makassar.
- Hamper, Chris. *Higher Level (plus standard level options) Physics*. London, Pearson Educational Limited , 2009, p. 83-87
- Kurniawan, Wawan & Endah H, Diana: Pembelajaran Fisika dengan Metode Inquiry Terbimbing untuk mengembangkan Keterampilan Proses Sains, *JP2F*, 1(2), 2010, p. 149-158.
- McDermott, C.L. A Perspective on Teacher Prepararation in Physics and Other Sciences. *American Journal of Physics*. (1999). 58 (8).
- Nivalainen, V., Asikainen, M.A., and Hirvonen, P.E. Preservice Teachers Objectives and Their Experience of Practical Work. *Physical review Special topics-physics Education Research. American Physics Society*, 2013. 10.1103 Phys-Rev-STPER.9.010102.
- Putra, S.R. 2013. *Desain Belajar Mengajar Kreatif Berbasis Sains*. Yogyakarta: Diva Press.
- Popper, K. 2005. *The Logic of Scientific Discovery*. This Edotion Published. New York: The Taylor & Francis e-Library.
- Reif, F. Millikan Lecture 1994. Understanding an teaching Important Scientific Thought Processes. *American Journal of Physics*. 1995. 63(1)
- Santyasa, I W. 2003. *Pembelajaran Fisika berbasis Keterampilan Berpikir Sebagai Alternatif Implementasi KBK*. Makalah. Disajikan dalam Seminar Nasional Teknologi Pembelajaran, 22-23 Agustus 2003. Yogyakarta.
- Wattimena, H.S., Suhandi, A., Setiawan, A (2014). Profil Penyelenggaraan Praktikum Fisika Sekolah sebagai Penyiapan Mengembangkan Kreativitas Calon Guru. *Jurnal Pendidikan Dasar PGSD FKIP Unpati 2-6*.
- Wenning, C. J. A Framework for Teaching The Nature of Science. *Journal Of Physics Teacher Education Online*, 3(3), (2006) p. 3-10.
- Wiyanto, Pengembangan Kemampuan Merancang Kegiatan Laboratorium Fisika Berbasis Inkuiri bagi mahasiswa Calon Guru. *Jurnal Universitas Negeri Semarang-Jurusan Fisika FMIPA*. 2005-b.