

DOI: doi.org/10.21009/0305010214

PENGEMBANGAN PENUNTUN PRAKTIKUM FISIKA DASAR 1 BERBASIS *GUIDED INQUIRY* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS MAHASISWA

Nurussaniah^{a)}, Nurhayati^{b)}

Program Studi Pendidikan Fisika IKIP PGRI Pontianak, Jl. Ampera No. 88 Pontianak 78116

Email:^{a)}nurussaniah@gmail.com, delinurhayati@yahoo.com

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*, mengetahui kualitas Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*, mengetahui respon mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dan mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian pengembangan (*R&D*) dengan rancangan model 4D (*Four-D Models*) yang terdiri dari empat tahap yaitu: pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan pendesiminasian (*disseminate*). Tahapan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini dibatasi hanya sampai pada tahap pengembangan (*develop*). Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini adalah teknik komunikasi tidak langsung dan teknik pengukuran. Berdasarkan hasil penelitian, diperoleh suatu Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*. Kualitas Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* menurut ahli materi adalah 82% dan menurut ahli media adalah 87% sehingga dapat dikatakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* layak digunakan. Respon mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dikategorikan baik dengan persentase 84%. Peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dikategorikan sedang dengan nilai *gain* 0,64

Kata-kata kunci: Penuntun Praktikum, *Guided Inquiry*, Fisika Dasar 1

Abstract

This research aims to develop the Guide Practical Physics 1 based *Guided Inquiry*, knowing the quality of the Guide Practical Physics 1 based *Guided Inquiry*, study the response of the students after using the Guide Practical Physics 1 based *Guided Inquiry* and determine the increase critical thinking skills of students after using the Guide Practical Physics basic 1-based *Guided Inquiry*. This study is research & development (R & D) with Four-D Models, which consists of four phases: define, design, develop and disseminate. Stages of development used in this study is limited only to the stage of develop. Data collection techniques used in this study is the indirect communication techniques and measurement techniques. Based on the results, obtained a Basic Physics Practical Guidance 1-based *Guided Inquiry*. Quality Basic Physics Practical Guidance 1-based *Guided Inquiry* according to subject matter experts is 82%, and according to media expert is 87% , therefore Physics Practical Guidance 1-based *Guided Inquiry* is fit for use. Student response after using the Guide Basic Physics Lab 1 based *Guided Inquiry* categorized well with the percentage of 84%. Increasing students' critical thinking skills after using the Guide Basic Physics Lab 1 based *Guided Inquiry* is being categorized with the gain of 0.64.

Keyword: Guide Lab, *Guided Inquiry*, Basic Physics 1

1. Pendahuluan

Ilmu fisika sebagai salah satu rumpun Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan suatu cabang ilmu

yang tidak hanya berisi fakta-fakta, konsep atau prinsip-prinsip namun juga merupakan suatu penemuan. Hakikat fisika sama dengan hakikat IPA, hakikat fisika adalah sebagai produk, fisika sebagai sikap dan fisika sebagai proses¹. Berdasarkan hakikat fisika sebagai

proses dan produk, hasil-hasil penemuan berupa fakta, konsep, prinsip, hukum, teori dan model diperoleh melalui kegiatan penyelidikan dan pengamatan. Berdasarkan hal tersebut, dalam pembelajaran fisika diperlukan metode-metode yang tepat. Salah satu metode tersebut adalah praktikum. Dalam kegiatan praktikum mahasiswa dapat menerapkan metode ilmiah, melatih keterampilan menggunakan alat-alat laboratorium, melatih siswa berpikir ilmiah serta mengalami proses ditemukannya suatu konsep. Dalam proses belajar mengajar, metode eksperimen yang diperoleh melalui praktikum, peserta didik diberi kesempatan untuk mengalami sendiri, mengikuti suatu proses, mengamati suatu objek, menganalisis, membuktikan dan menarik kesimpulan sendiri mengenai suatu objek, keadaan atau proses sesuatu². Dengan demikian peserta didik (mahasiswa) akan lebih yakin atas suatu hal daripada hanya menerima informasi yang diberikan dari dosen dan buku. Supaya kegiatan praktikum dapat terlaksana dengan baik, salah satunya memerlukan penuntun praktikum.

Penuntun praktikum adalah pedoman pelaksanaan praktikum yang berisi tata cara persiapan, pelaksanaan, analisis data dan pelaporan yang disusun oleh seorang atau kelompok staf pengajar yang menangani praktikum tersebut dan mengikuti kaidah tulisan ilmiah³. Fungsi dari penuntun praktikum adalah bahan ajar yang bisa meminimalkan peran dosen, menjadikan mahasiswa semakin aktif dan memperoleh pengetahuan yang bermakna, menjadikan mahasiswa memperoleh kreatifitas berpikir dan keterampilan olah tangan sehingga memudahkan pendidik dalam melaksanakan pengajaran di dalam laboratorium⁴. Selain metode pembelajaran, kemampuan berpikir kritis peserta didik (mahasiswa) juga diperlukan untuk memenuhi hakikat fisika sebagai proses dan produk. Kemampuan berpikir kritis adalah proses intelektual yang aktif dan penuh dengan keterampilan dalam membuat pengertian atau konsep, mengaplikasikan, menganalisis, membuat sintesis dan mengevaluasi⁵. Oleh sebab itu, keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu bagian dari kecakapan hidup yang harus dimiliki oleh mahasiswa, sehingga mahasiswa berani menghadapi segala problematika kehidupan serta mampu memecahkannya.

Salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis adalah *guided inquiry*. Inkuiri sebagai model pembelajaran yang melibatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa untuk menganalisis dan memecahkan persoalan secara sistematis⁶. Pembelajaran inkuiri adalah rangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban dari suatu masalah yang dipertanyakan⁷. *Guided inquiry* yang merupakan salah satu jenis dari pembelajaran inkuiri adalah suatu pembelajaran di mana guru (dosen) memberikan masalah untuk diselidiki dan alat-alat serta bahan yang

akan digunakan untuk eksperimen tetapi peserta didik (mahasiswa) merencanakan sendiri suatu prosedur untuk memecahkan masalah tersebut.

Guided inquiry merupakan model pembelajaran yang dapat melatih keterampilan mahasiswa dalam memecahkan masalah, melakukan eksperimen, mengumpulkan dan menganalisis data sehingga mereka mampu membangun kesimpulan secara mandiri guna menjawab pertanyaan atau permasalahan yang diajukan oleh dosen (*teacher-proposed research question*)⁸. *Guided inquiry* dapat melatih peserta didik membangun jawaban dan berpikir cerdas dalam menemukan berbagai alternatif solusi atas permasalahan yang diajukan oleh pendidik, mengembangkan keterampilan pemahaman konsep, membangun rasa tanggung jawab dan melatih proses penyampaian konsep yang ditemukan⁹. Inkuiri yang dilakukan dilaboratorium dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam melakukan observasi dan mengemukakan jawaban atas suatu permasalahan melalui interpretasi data hingga diperoleh suatu kesimpulan¹⁰.

Beberapa hal di atas yang berkaitan dengan *guided inquiry* dimaksudkan agar mahasiswa dapat mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya. Terdapat delapan ciri seseorang telah berpikir kritis, yaitu dapat merumuskan masalah, membatasi masalah, menguji data, menganalisis berbagai pendapat, menghindari pertimbangan yang sangat emosional, menghindari penyederhanaan yang berlebihan, mempertimbangkan berbagai interpretasi dan mentoleransi ambiguitas¹¹.

Berdasarkan penjelasan di atas, untuk dapat memenuhi hakikat fisika sebagai proses dan produk maka perlu diterapkan metode eksperimen terkandung tahapan-tahapan untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dikembangkan penuntun praktikum fisika dasar berbasis *guided inquiry*. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui bentuk Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* yang dikembangkan, mengetahui kualitas menurut ahli materi dan media, mengetahui respon mahasiswa, dan mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah menggunakan penuntun praktikum berbasis *guided inquiry*.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian *Research & Development (R & D)* atau yang biasa disebut dengan penelitian pengembangan. Pengembangan yang dilakukan dalam penelitian ini adalah pengembangan penuntun praktikum fisika dasar berbasis *guided inquiry*. Model pengembangan dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan 4-D yang terdiri dari empat tahap yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan

pendesiminasian (*disseminate*)¹². Namun, pada pengembangan ini hanya dilakukan sampai pada tahap ketiga yaitu tahap pengembangan (*develop*).

Teknik pengumpul data dalam penelitian ini adalah komunikasi tidak langsung dan pengukuran. Data dalam penelitian ini berupa data kualitas penuntun praktikum melalui angket validasi berdasarkan ahli materi dan media, respon mahasiswa terhadap penuntun praktikum yang dikembangkan dan data kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Data dari angket validasi yang berupa data kuantitatif dianalisis secara deskriptif untuk menentukan persentase dan kelayakan dari penuntun praktikum. Aspek-aspek yang dinilai berdasarkan ahli materi adalah (1) kualitas isi, (2) konstruktivis, (3) *self instructional* dan (4) *adaptive*. Sedangkan aspek yang dinilai berdasarkan ahli materi adalah (1) organisasi buku, (2) daya tarik buku, (3) bentuk dan ukuran huruf, (4) kebahasaan dan (5) konsistensi. Data respon dianalisis secara dekriptif untuk mencari persentase respon mahasiswa terhadap penuntun praktikum yang dikembangkan. Persentase respon mahasiswa dianalisis menggunakan Persamaan 1.

$$\text{persentase skor} = \frac{\text{skor rata - rata respon}}{\text{skor ideal}} \times 100\% \quad 1)$$

Data kemampuan berpikir kritis mahasiswa sebelum dan setelah menggunakan penuntun praktikum dianalisis dengan gain ternormalisasi berdasarkan teori Hake. Gain menunjukkan peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah diterapkan buku penuntun praktikum fisika dasar berbasis *guided inquiry*. Nilai *gain* ternormalisasi (*g*) diperoleh dengan perhitungan berdasarkan Persamaan 2¹³.

$$g = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{skor pretest}} \times 100\% \quad 2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini merupakan pengembangan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* yang meliputi tahapan-tahapan berdasarkan model 4-D yaitu pendefinisian (*define*), perancangan (*design*), pengembangan (*develop*) dan pendesiminasian (*disseminate*). Tahapan pengembangan penuntun praktikum dalam penelitian ini dibatasi sampai pada tahap pengembangan (*develop*). Pada tahap pendefinisian (*define*) dilakukan analisis ujung depan, analisis siswa, analisis tugas, analisis konsep dan perumusan tujuan praktikum. Analisis ujung depan dilakukan untuk memunculkan dan menetapkan masalah dasar yang dihadapi dalam praktikum fisika dasar. Diagnosis awal dilakukan untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Analisis siswa yang dalam penelitian ini merupakan mahasiswa merupakan proses penelaahan karakter yang akan

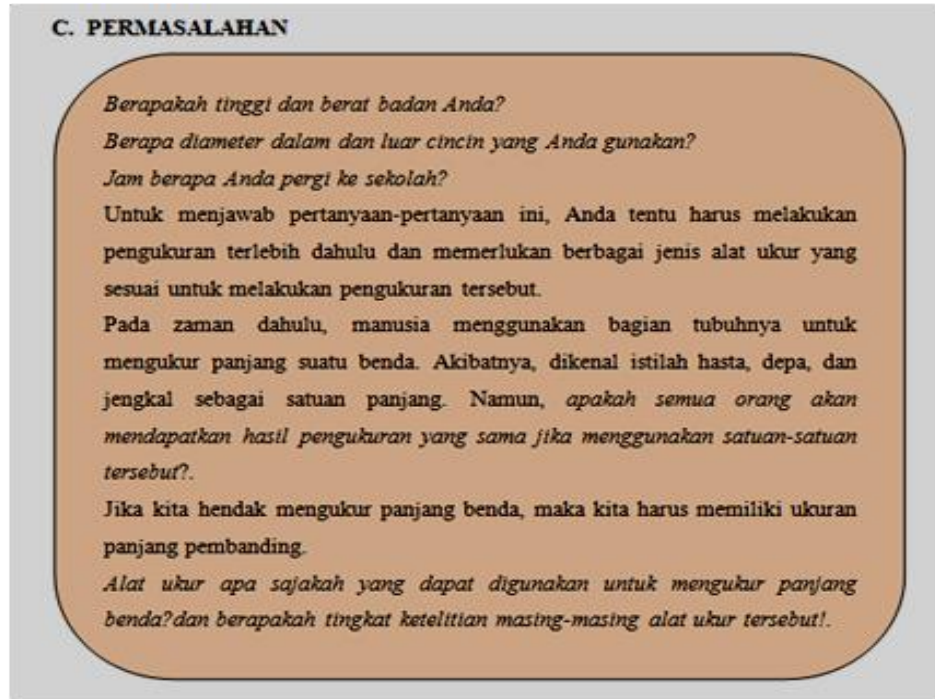
disesuaikan dengan pengembangan penuntun praktikum. Piaget dalam teori belajarnya menyatakan bahwa mahasiswa semester awal dengan usia rata-rata 18 tahun berada pada perkembangan anak tahap operasional formal¹⁴. Pada tahap ini mahasiswa sudah mampu melakukan penalaran menggunakan hal-hal yang bersifat abstrak. Mahasiswa telah mampu bernalar tanpa harus berhadapan dengan objek atau peristiwanya langsung, cukup dengan menggunakan simbol-simbol, ide-ide, abstraksi dan generalisasi. Analisis tugas dilakukan untuk mengidentifikasi standar kompetensi dan kompetensi dasar yang dicapai melalui praktikum fisika dasar. Kegiatan selanjutnya yaitu analisis tujuan praktikum yaitu mengkonversikan tujuan dari analisis tugas dan analisis konsep menjadi tujuan praktikum. Berdasarkan analisis yang dilakukan, maka diperoleh rancangan pengembangan penuntun praktikum yang sesuai yaitu berbasis *guided inquiry*. Dalam pengembangan ini mahasiswa dilatih untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis sehingga dapat lebih memahami konsep fisika dasar.

Tahap perancangan dalam penelitian ini bertujuan mendesain Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*. Desain penuntun praktikum yang dikembangkan dalam penelitian ini dimodifikasi berdasarkan tahapan-tahapan *guided inquiry*. Desain penuntun praktikum yang dikembangkan dalam penelitian ini lebih ditekankan pada setiap percobaan. Pada setiap percobaan terdapat beberapa bagian-bagian yaitu judul percobaan, tujuan percobaan, dasar teori, permasalahan, kolom hipotesis, alat dan bahan, cara kerja, tabel pengamatan serta pertanyaan dan tugas.

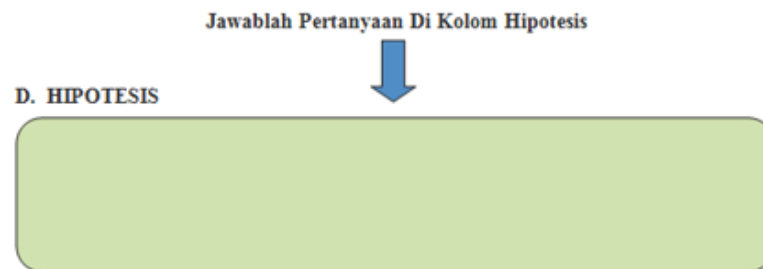
Gambar 1 menyajikan tampilan kolom permasalahan. Kolom ini menyajikan masalah fisika dalam kehidupan sehari-hari dan terdapat pertanyaan yang memancing kemampuan berpikir kritis mahasiswa. Pada tahap ini mahasiswa dilatih untuk dapat berpikir kritis menyelesaikan masalah sehari-hari terkait fisika yang telah disajikan sesuai dengan konsep yang telah dipelajari.

Gambar 2 menyajikan tampilan kolom hipotesis. Pada kolom ini disajikan ruangan kosong sebagai wadah untuk mahasiswa menjawab pertanyaan yang terdapat pada kolom masalah. Kolom ini disajikan agar mahasiswa secara konseptual dan terstruktur menuangkan hipotesis sebagai jawaban sementara dari pertanyaan-pertanyaan yang terdapat pada kolom masalah.

Gambar 3 menyajikan tampilan kolom cara kerja. Pada kolom ini cara kerja disajikan tidak dalam kalimat perintah namun berupa pertanyaan-pertanyaan. Hal ini dimaksudkan agar mahasiswa mampu mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya sehingga mampu menemukan konsep yang ingin dicapai melalui percobaan.



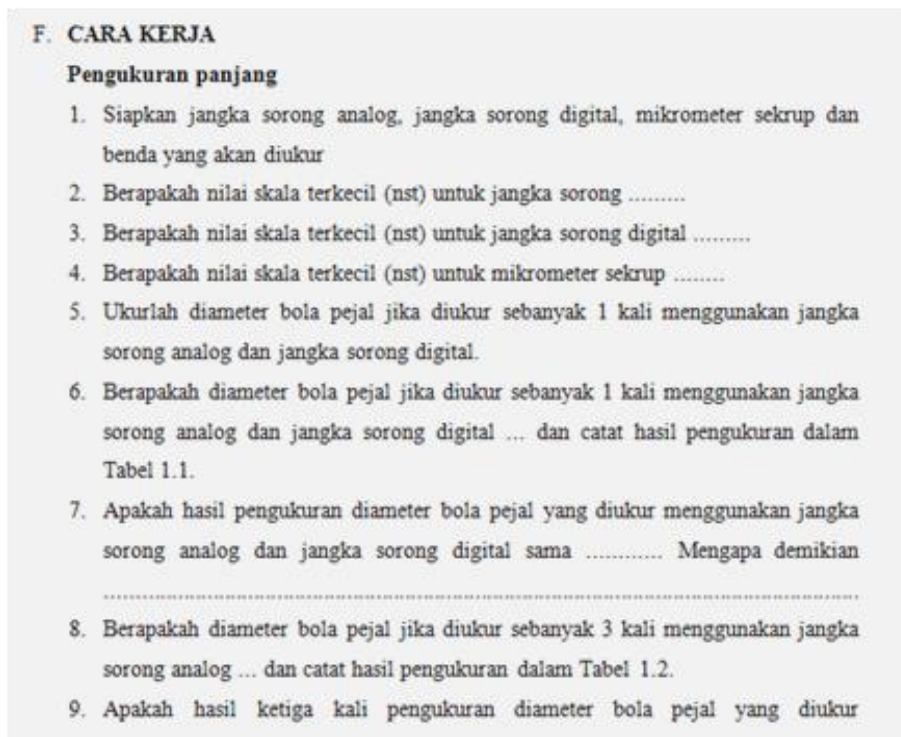
Gambar 1. Tampilan kolom permasalahan



Gambar 2. Tampilan kolom hipotesis

Tahap pengembangan dalam penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas penuntun praktikum. Hal ini dilakukan melalui validasi oleh ahli materi dan ahli media. Aspek-aspek yang dinilai dari penuntun praktikum yang dikembangkan berdasarkan ahli materi antara lain kualitas isi, konstruktivis, *self instructional* dan *adaptive*. Sedangkan aspek-aspek yang dinilai dari penuntun praktikum yang dikembangkan berdasarkan ahli media antara lain organisasi buku, daya tarik, bentuk dan ukuran huruf, bahasa dan konsistensi. Persentase hasil validasi berdasarkan ahli materi adalah

82% dan berdasarkan ahli media adalah 87%. Berdasarkan penilaian tersebut maka penuntun praktikum yang telah dikembangkan layak digunakan dengan kategori baik. Adapun beberapa hal yang disarankan oleh validator adalah perlu ditambahkan penjelasan mengenai langkah-langkah *guided inquiry* seperti adanya permasalahan dan kolom hipotesis, permasalahan dijabarkan lebih kontekstual serta pertanyaan-pertanyaan dibuat untuk membuktikan konsep atau tujuan percobaan.



Gambar 2. Tampilan kolom cara kerja

Setelah diperoleh hasil penilaian dari ahli materi dan media, selanjutnya dilakukan uji coba skala kecil yang dalam penelitian ini dilaksanakan mahasiswa semester I yang berjumlah 20 orang. Uji coba dilaksanakan untuk melihat respon mahasiswa terhadap penggunaan penuntun praktikum berbasis *guided inquiry* dan peningkatan kemampuan berpikir mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry*.

Berdasarkan hasil pengujian, Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* mendapat respon yang baik dari mahasiswa dengan persentase sebesar 84%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* baik dan dapat digunakan oleh mahasiswa dalam melaksanakan praktikum fisika dasar. Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* yang dikembangkan menjadikan mahasiswa aktif dalam melakukan eksperimen. Selain itu pertanyaan-pertanyaan (permasalahan) yang tersaji dalam penuntun praktikum membuat mahasiswa semakin terlatih dalam mengembangkan kreatifitas berpikir. Penuntun praktikum merupakan suatu bahan ajar yang bisa meminimalkan para dosen, menjadikan mahasiswa semakin aktif dan memperoleh pengetahuan yang bermakna, menjadikan mahasiswa memperoleh kreatifitas berpikir dan keterampilan olah tangan, memudahkan pendidik dalam melaksanakan pengajaran di dalam laboratorium⁴.

Berdasarkan analisis data, terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dengan nilai *gain* sebesar 0,46. Hal ini menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis mahasiswa setelah melaksanakan kegiatan praktikum menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* meningkat dengan kategori sedang.

Adanya peningkatan ini menunjukkan bahwa penggunaan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dapat melibatkan mahasiswa dalam aktivitas pembelajaran yang memerlukan keterampilan kognitif yang lebih tinggi. Mahasiswa terlatih untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritisnya lebih baik pada konsep-konsep fisika dasar. Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dikembangkan agar mahasiswa terlibat aktif secara langsung dalam pembelajaran sehingga mampu berpikir memecahkan masalah dan pada akhirnya menemukan konsep yang ingin dicapai berdasarkan tujuan pembelajaran (tujuan percobaan). Hal ini sesuai dengan pendapat Panner yang mengemukakan bahwa untuk mengembangkan kemampuan berpikir kritis yang optimal diperlukan kelas yang interaktif sehingga siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran¹⁵.

Peningkatan kemampuan berpikir kritis dalam penelitian ini tergolong sedang. Hal ini dikarenakan masih terdapat mahasiswa yang mengalami kesulitan dalam mengemukakan alasan yang tepat dalam menjawab permasalahan di kolom hipotesis. Masih banyak mahasiswa yang meminta bantuan dosen untuk menjawab permasalahan di kolom hipotesis. Untuk mengatasinya diperlukan latihan berulang-ulang untuk membiasakan mahasiswa berpikir kritis.

4. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan pengembangan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* memiliki kualitas baik dan layak digunakan dalam pembelajaran dengan hasil validasi menurut ahli materi sebesar 82% dan ahli media sebesar 87%. Respon mahasiswa setelah menggunakan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* adalah 84% dengan kategori baik. Penggunaan Penuntun Praktikum Fisika Dasar 1 berbasis *Guided Inquiry* dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis mahasiswa dengan nilai *gain* sebesar 0,64 dengan kategori sedang.

Ucapan Terimakasih

Terimakasih kepada Lembaga Penelitian IKIP PGRI Pontianak yang telah memberikan dana penelitian berdasarkan no kontrak 04/L.202.103/PDK.1/VIII/2015.

Daftar Acuan

- [1] Sutrisno, 2006. *Fisika dan Pembelajarannya. Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Pendidikan dan Ilmu Pengetahuan Alam*. Bandung: UPI.
- [2] Syaiful, B. D. & Aswan, Z. 2006. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta.
- [3] Budi, L. 2011. *Bahan Ajar: Satu Ukuran Profesionalisme Dosen dalam Proses Pembelajaran*. (Online: tersedia di <http://legowo.staff.uns.ac.id/>, diakses tanggal 19 Agustus 2015).
- [4] Andi, P. 2011. *Panduan Kreatif Membuah Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode yang Menarik dan Menyenangkan*. Diva Press.
- [5] Fisher, A. 2001. *Critical Thinking An Introduction*. UK: Cambridge University Press.
- [6] Paul, S. 2007. *Metodologi Pembelajaran Fisika Konstruktivistik & Menyenangkan*. Yogyakarta: Universitas Sanata Darma.
- [7] Wina, S. 2006. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.
- [8] Suherli, K. 2011. *Model Pembelajaran Siswa Aktif*. Jakarta Selatan: Sketsa Aksara Lalitya.
- [9] Ibrahim, B. 2009. *The Effects of Guided Inquiry Instruction Incorporating A Cooperative Learning Approach On University Students' Achievement of Acid and Bases Concepts and Attitude Toward Guided Inquiry Instruction*. *Scientific Research and Essay*. Vol. 4 (10) pp. 1028-1046. (Online: tersedia di <http://www.academicjournals.org/sre>, diakses tanggal 19 Agustus 2015).
- [10] Carlson, J. L. 2008. *Effect of Theme Based, Guided Inquiry Instruction on Science Literacy in Ecology*. Tesis: Michigan Technological University.
- [11] Arief, A. 2007. *Memahami Berpikir Kritis*. (Online: tersedia di <http://researchengines.com/1007arief3.html>, diakses 19 Agustus 2015).
- [12] Thiagarajan, S. Summel, D. S., Summel, M. 1974. *Instructional Development for Training Teachers of Expectional Children*. A Source Book. Bloomington: Center of Innovation on Teaching the Handicapped. Minnepolis: Indian University.
- [13] Hake, R. R. 2007. "Design-Based Research in Physics Education Research: A Review", in A. E. Kelly, R. A. Lesh, & J. Y. Baek, eds. (in press), *Handbook of Design Research Methods in Mathematics, Science and Technology Education*. Erlbaum; (Online: tersedia di: <http://www.physics.indiana.edu/~hake/DBR-Physics3.pdf>, diakses tanggal 19 September 2014).
- [14] Trianto. 2010. *Model Pembelajaran Terpadu*. Jakarta: Bumi Aksara.
- [15] Mulyani, A. 2009. *Pembelajaran Sistem Saraf Berbasis Teknologi Informasi untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep, Keterampilan Generik Sains dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa*. UPI: Bandung (Tidak diterbitkan).