

ANALISIS KELAYAKAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) UNTUK MENUNJANG PERKULIAHAN FISIKA INTI PADA MATERI REAKSI FISI NUKLIR

Rizka Nabila¹⁾, Hidayati²⁾, Silvi Yulia Sari²⁾

¹⁾Mahasiswa Pendidikan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

²⁾Staf Pengajar Jurusan Fisika, FMIPA Universitas Negeri Padang

rizka96rheanabila@gmail.com, hidayati@fmipa.unp.ac.id, silvi.yuri@gmail.com

ABSTRACT

The process of nuclear physics learning at this time has not fulfilled the desired learning outcomes. Based on the observations, most of the nuclear physics topic is abstract and nuclear physics learning has not been supported by laboratory activities. The solution of this problem is to do laboratory activities with virtual laboratory activities. The application that will be used in this activity requires a guide that matches the characteristics of students. This research aims to develop valid and practice student worksheets(LKM) as a support for virtual laboratory activities on the topic of nuclear fission reactions. The LKM was developed using the ADDIE method that is limited to the development stage. The object of this research is an LKM used as support for virtual laboratory activities. The data collection instrument used in this research is a validity questionnaire and practicality questionnaire. Based on the research that has been done, the conclusion is the LKM has been valid and practice to be used in the nuclear physics learning on the topic of nuclear fission reactions.

Keywords :lembar kerja mahasiswa, laboratorium virtual, *Physics Education Technology*, fisika inti, reaksi inti, reaktor nuklir



This is an open access article distributed under the Creative Commons 4.0 Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited. ©2018 by author and Universitas Negeri Padang.

PENDAHULUAN

Pendidikan merupakan sebuah tahapan penting yang harus dijalani dalam membangun generasi penerus bangsa. Pendidikan dapat dipahami sebagai usaha sadar dan terencana untuk mewujudkan suasana belajar dan proses pembelajaran agar peserta didik secara aktif mengembangkan potensi dirinya untuk memiliki kekuatan spiritual keagamaan, pengendalian diri, kepribadian, kecerdasan, akhlak mulia, serta keterampilan yang diperlukan dirinya, masyarakat, bangsa, dan negara.^[1] Pendidikan yang bermutu diharapkan dapat menghasilkan individu-individu yang ahli dan cakap dibidangnya masing-masing.

Pendidikan terdiri dari berbagai jenjang, dimulai dari SD, SMP, SMA, hingga Perguruan Tinggi (PT). Setiap jenjang memiliki perencanaan dan pengaturan mengenai capaian pembelajaran lulusan, bahan kajian, proses, dan penilaian yang diatur dalam kurikulum tertentu. Menurut kurikulum perguruan tinggi, mata kuliah fisika inti merupakan salah satu mata kuliah wajib pada jurusan fisika. Capaian pembelajaran untuk mata kuliah fisika inti adalah mahasiswa mampu menguasai konsep struktur inti, sifat inti, radioaktivitas, detektor radiasi, peluruhan alfa, beta dan gamma, proteksi radiasi, reaksi inti, gaya dan model inti, fisi, pembangkit energi nuklir, akselerator partikel dan partikel elementer, serta mendesiminasikan hasil kajian dalam bentuk laporan sesuai kaidah ilmiah.^[2] Melalui kegiatan

laboratorium dilakukan demonstrasi dan eksperimen beberapa perilaku inti.

Proses perkuliahan fisika inti saat ini belum memenuhi capaian pembelajaran yang diinginkan. Proses perkuliahan fisika inti berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, belum didukung dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum merupakan hal yang penting dilaksanakan dalam pembelajaran fisika karena melalui kegiatan praktikum aspek produk, proses, dan sikap peserta didik dapat lebih dikembangkan.^[3] Pelaksanaan praktikum nyata pada perkuliahan fisika inti akan memakan biaya yang cukup besar serta memiliki resiko kerja yang sangat tinggi. Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan ini adalah dengan diadakannya kegiatan praktikum secara virtual.

Kegiatan praktikum virtual atau yang biasa disebut kegiatan laboratorium virtual merupakan kegiatan laboratorium dengan menggunakan serangkaian program komputer yang dapat memvisualisasikan fenomena yang abstrak atau percobaan yang rumit dilakukan pada laboratorium nyata.^[4] Terdapat beberapa manfaat penggunaan laboratorium virtual, diantaranya 1)kegiatan praktikum dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja, 2)tidak menghasilkan limbah, seperti limbah radioaktif atau limbah bahan kimia, 3)lebih efisien dan ekonomis karena tidak memerlukan biaya besar, serta 4)dapat mengamati aktifitas-aktifitas

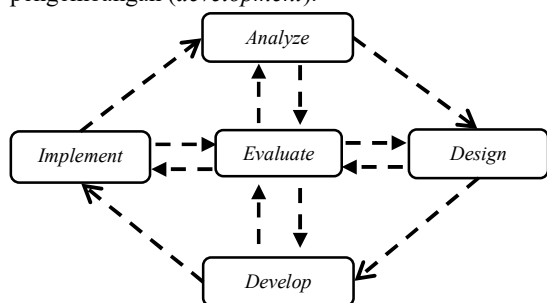
mikroskopis yang tidak dapat diamati mata secara langsung.^[5]Laboratorium virtual dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang telah tersedia secara *online* yang kemudian dapat diunduh oleh dosen maupun mahasiswa.

Salah satu *website* penyedia aplikasi laboratorium virtual adalah *Physics Education Technology* (PhET). PhET merupakan sebuah *website* yang berisi simulasi interaktif yang dikembangkan oleh *University of Colorado*. Aplikasi dapat diunduh dari situs <http://phet.colorado.edu>. Salah satu aplikasi yang tersedia adalah *Nuclear Fission* yang berhubungan dengan materi reaksi fisi nuklir. Namun, aplikasi ini belum memiliki panduan penggunaan dalam bahasa Indonesia.

Panduan pelaksanaan kegiatan laboratorium virtual dapat disusun dalam bentuk bahan ajar. Bahan ajar merupakan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu kegiatan pembelajaran.^[6] Bahan ajar dapat digolongkan menjadi bahan ajar cetak, pandang, dengar, serta interaktif. Salah satu bentuk bahan ajar cetak yaitu berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM).^[7] LKM memuat lembaran yang berisi tugas yang dapat dikerjakan oleh mahasiswa sehingga menuntun mahasiswa untuk memenuhi capaian pembelajaran yang diinginkan.^[6] Oleh karena itu, peneliti memilih solusi dengan menyusun Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual untuk materi reaksi fisi nuklir.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang dilakukan adalah jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Objek penelitian adalah LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada perkuliahan fisika inti. Model pengembangan yang digunakan sebagai pedoman dalam penelitian ini yaitu model ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Tahapan prosedur yang dilakukan pada penelitian ini dibatasi pada tahapan pengembangan (*development*).



Gambar 1. Tahap penelitian pengembangan model ADDIE

Tahap analisis merupakan tahap pertama yang harus dilakukan menurut model pengembangan ADDIE. Tahap ini berfungsi untuk mengidentifikasi masalah dan solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah. Pada tahap analisis, terdapat tiga

kegiatan pokok yaitu: a)menganalisis tuntutan kompetensi yang harus dicapai oleh peserta didik; b)menganalisis karakteristik peserta didik; serta c)menganalisis materi sesuai dengan tuntutan kompetensi.

Kegiatan pertama yaitu analisis kompetensi. Kedua, dilakukan analisis karakter peserta didik tentang kapasitas belajarnya, pengetahuan, keterampilan, sikap yang telah dimiliki peserta didik serta aspek lain yang terkait. Aspek lain yang dianalisis pada tahap ini yaitu sarana pendukung kegiatan perkuliahan diantaranya penggunaan bahan ajar dan penggunaan laptop/*notebook* oleh mahasiswa. Kegiatan selanjutnya pada tahap analisis yaitu menganalisis materi sesuai dengan tuntutan kompetensi yang harus dicapai peserta didik.

Setelah melakukan analisis, dapat diketahui permasalahan pada perkuliahan fisika inti dan menemukan alternatif solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut. Tahap selanjutnya yang harus dilakukan yaitu tahap *design* (desain). Pada tahap desain, peneliti merancang LKM yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir.

Ada beberapa langkah yang dilakukan peneliti pada tahap desain ini. Pertama, peneliti mempelajari aplikasi laboratorium virtual yang digunakan yaitu fisi nuklir. Peneliti mempelajari *tools* yang terdapat pada aplikasi serta kegiatan percobaan yang dapat dilakukan pada aplikasi ini. Selanjutnya, peneliti merancang struktur LKM yang akan dikembangkan. Dasar pengembangan LKM ini mengacu kepada Depdiknas tahun 2008 yang berisi panduan pengembangan bahan ajar. Setelah itu, peneliti merancang *layout* LKM meliputi pilihan warna, jenis huruf serta tata letak gambar maupun kalimat di dalam LKM.

Setelah mendapatkan permasalahan dan memilih solusi pada tahap analisis, kemudian merancang bentuk produk yang dikembangkan melalui tahap desain, tahap selanjutnya yang harus dilakukan yaitu tahap *development* (pengembangan). Pada tahap ini, semua desain yang telah disusun diwujudkan ke dalam bentuk fisik sehingga kegiatan ini menghasilkan *prototype* produk pengembangan. Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini antara lain mengumpulkan atau mencari referensi dari berbagai sumber yang dibutuhkan untuk penyusunan materi, membuat bagan dan tabel pendukung, membuat atau mencari gambar-gambar ilustrasi yang sesuai materi, mengatur tampilan atau *layout*, menyetik materi ke dalam *layout*, menyusun instrumen evaluasi dan melakukan uji kelayakan produk.

Pada tahap ini, produk yang dihasilkan berupa LKM sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir. Materi ini dapat dibagi ke dalam dua judul LKM yaitu reaksi fisi nuklir dan reaksi fisi berantai. LKM yang telah dikembangkan kemudian diuji kelayakannya. Uji

kelayakan LKM dibagi menjadi dua tahap yaitu uji validitas dan uji praktikalitas. Uji validitas dilakukan oleh lima orang tenaga ahli yang terdiri dari ahli materi, ahli media serta ahli bahasa. Uji praktikalitas dilakukan oleh tiga orang dosen serta 34 orang mahasiswa jurusan fisika. LKM yang dibuat kemudian direvisi sesuai dengan saran-saran dari validator dan praktisi sehingga pada akhir tahap ini dihasilkan LKM yang valid serta praktis.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Penelitian

Tahap analisis merupakan tahap pertama yang harus dilakukan menurut model pengembangan *ADDIE*. Tahap ini berfungsi untuk mengidentifikasi masalah dan solusi yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah. Kegiatan pertama pada tahap analisis yaitu analisis kompetensi. Fisika inti sebagai salah satu bagian dari ilmu fisika, memiliki kompetensi-kompetensi yang harus dicapai oleh mahasiswa. Ilmu fisika merupakan ilmu yang lahir dan dikembangkan melalui langkah-langkah observasi, perumusan masalah, pengujian hipotesis lewat eksperimen, pengajuan kesimpulan, dan pengajuan teori atau konsep. Melalui kegiatan tersebut, mahasiswa terlatih untuk menganalisis masalah, berfikir sistematis, objektif, dan kreatif. Namun, pada kenyataannya kompetensi yang harus dimiliki oleh peserta didik tersebut belum terpenuhi secara maksimal. Hal ini terbukti dari hasil analisis angket dan wawancara yang telah dilakukan oleh peneliti. Pemahaman mahasiswa terhadap perkuliahan fisika inti masih cukup rendah serta kegiatan perkuliahan belum ditunjang dengan kegiatan praktikum.

Kedua, dilakukan analisis karakter peserta didik tentang kapasitas belajarnya, pengetahuan, keterampilan, sikap yang telah dimiliki peserta didik serta aspek lain yang terkait. Mahasiswa memiliki rasa ingin tahu yang cukup tinggi terhadap materi perkuliahan fisika inti. Namun, pemahaman mahasiswa masih cukup rendah, yaitu 56,6% mahasiswa menyatakan paham dengan baik terhadap materi fisika inti.

Aspek lain yang dianalisis pada tahap ini yaitu sarana pendukung kegiatan perkuliahan diantaranya penggunaan bahan ajar dan penggunaan laptop/*notebook* oleh mahasiswa. Pada kegiatan perkuliahan fisika inti, mahasiswa telah menggunakan bahan ajar cetak berupa *handout* yang terdiri dari ringkasan materi dan soal-soal latihan. Namun, penggunaan bahan ajar dalam proses perkuliahan masih belum maksimal.

Sarana pendukung lainnya yang peneliti amati adalah penggunaan laptop dalam proses perkuliahan. Hampir setiap mahasiswa memiliki laptop. Mahasiswa mengaku sangat membutuhkan laptop selama proses perkuliahan, baik untuk mengerjakan tugas, mencari bahan belajar tambahan ataupun mencari informasi-informasi pendukung lainnya di

internet. Selain untuk keperluan perkuliahan, mahasiswa juga menggunakan laptop sebagai sarana hiburan. Namun, penggunaan laptop dalam perkuliahan fisika inti belum dimanfaatkan secara optimal.

Kegiatan terakhir pada tahap analisis yaitu melakukan analisis materi sesuai dengan tuntutan kompetensi. Merujuk pada capaian pembelajaran mata kuliah fisika inti, sebagian besar materi fisika inti berhubungan dengan partikel-partikel mikroskopis yang tidak dapat diamati oleh mata secara langsung. Oleh karena itu, materi fisika inti perlu divisualisasikan agar lebih mudah untuk dipahami, salah satu caranya adalah dengan melaksanakan kegiatan laboratorium. Namun, hasil wawancara menunjukkan bahwa kegiatan perkuliahan belum didukung dengan kegiatan laboratorium. Berdasarkan hasil observasi, kegiatan laboratorium nyata tidak dapat dilakukan karena adanya keterbatasan alat dan bahan praktikum. Selain itu kegiatan laboratorium nyata juga memerlukan biaya yang cukup besar dengan resiko kerja yang tinggi.

Pengadaan kegiatan laboratorium virtual dapat menjadi salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan kegiatan laboratorium nyata. Laboratorium virtual dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi yang tersedia pada *website* PhET. PhET menyediakan beragam aplikasi laboratorium virtual yang dapat diunduh secara bebas. Pengoperasian aplikasi ini tentunya membutuhkan suatu petunjuk untuk mempermudah mahasiswa memahami *tools* serta kegiatan percobaan yang dapat dilakukan. Salah satu aplikasi yang berhubungan dengan materi fisika inti yaitu fisi nuklir. Pada aplikasi ini dapat dipelajari bagaimana terjadinya reaksi fisi nuklir. Peneliti memilih untuk mengembangkan petunjuk kegiatan laboratorium virtual dalam bentuk Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada materi reaksi fisi nuklir.

Pada tahap desain, peneliti merancang sebuah LKM yang dapat digunakan untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir. Ada beberapa langkah yang dilakukan peneliti pada tahap desain ini. Pertama, peneliti mempelajari aplikasi laboratorium virtual yang digunakan yaitu fisi nuklir. Peneliti mempelajari *tools* yang terdapat pada aplikasi serta kegiatan percobaan yang dapat dilakukan pada aplikasi ini. Selanjutnya, peneliti merancang struktur LKM yang akan dikembangkan. Dasar pengembangan LKM ini mengacu kepada panduan pengembangan bahan ajar oleh Depdiknas (2008). Setelah itu, peneliti merancang layout LKM meliputi pilihan warna, jenis huruf serta tata letak gambar maupun kalimat di dalam LKM.

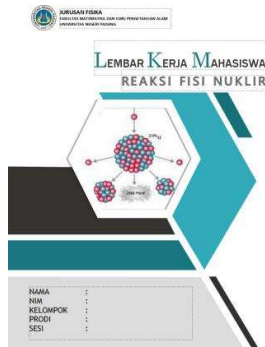
Setelah melakukan ketiga langkah pada tahap desain ini, peneliti melakukan evaluasi terhadap hasil desain yang telah dibuat bersama pembimbing. Desain ini kemudian direvisi sesuai dengan saran-

saran yang diberikan oleh pembimbing. Ada beberapa saran pokok yang diberikan oleh pembimbing, yaitu: 1) pada bagian cover ditambahkan logo universitas; 2) jenis huruf yang digunakan tidak boleh lebih dari 2 jenis dalam satu halaman; 3) komponen penyusun LKM ditambahkan dengan tugas pendahuluan dan glosarium; 4) bagian header dan footer ditambahkan beberapa kreasi shape agar lebih menarik; serta 5) layout pada bagian sub judul agar lebih di kreasikan lagi.

Setelah dilakukan revisi, jenis huruf yang digunakan pada bagian cover yaitu *Franklin Gothic Medium* dan *Trebuchet MS*. Pada bagian dalam LKM, jenis huruf yang digunakan yaitu *Gill Sans Ultra Bold* pada bagian judul dan *Times New Roman* pada bagian isi dengan ukuran 12 pt. Warna dasar yang digunakan dalam menyusun layout cover dan isi adalah biru.

Tahap ketiga dalam model pengembangan ADDIE adalah *development* (pengembangan). Komponen utama pada LKM terdiri dari judul, petunjuk belajar, kompetensi dasar yang akan dicapai (capaian pembelajaran), informasi pendukung, tugas/langkah kerja yang harus dilakukan, serta penilaian.^[6] Berdasarkan hal tersebut peneliti mengembangkan LKM dengan menambahkan beberapa komponen pendukung. LKM yang dikembangkan terdiri atas cover, identitas, petunjuk praktikum, capaian pembelajaran, tujuan praktikum, waktu pelaksanaan praktikum dan pengolahan data, ringkasan materi, tugas pendahuluan, langkah kerja yang harus dilakukan, tugas mandiri, penilaian, glosarium, serta daftar pustaka.

Bagian awal yang ada pada produk LKM ini adalah cover. Pada bagian cover dicantumkan materi yang akan dibahas pada LKM, gambar yang terkait dengan materi, serta kolom identitas yang akan diisi oleh mahasiswa. Tampilan cover yang telah dikembangkan pada materi reaksi fisi nuklir dapat dilihat pada Gambar 4.



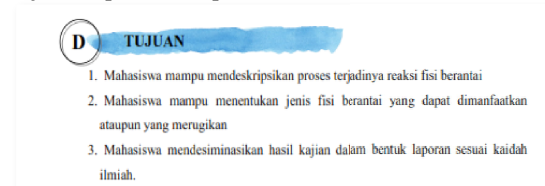
Gambar 4. Tampilan cover LKM

Bagian selanjutnya yang dimuat pada LKM ini terdiri dari identitas, petunjuk praktikum, capaian pembelajaran, tujuan praktikum, waktu pengerjaan, ringkasan materi, tugas pendahuluan, langkah kerja, tugas mandiri, penilaian, glosarium dan daftar pustaka. LKM yang telah dikembangkan kemudian

validasi oleh tenaga ahli. Saran-saran dari tenaga ahli dijadikan sebagai acuan peneliti dalam merevisi LKM

Komponen pertama dalam LKM adalah identitas. Identitas berisi sasaran pengguna dari LKM yang dikembangkan. Sasaran pengguna dari LKM ini adalah mahasiswa FMIPA jurusan fisika yang sedang mempelajari mata kuliah fisika inti. Setelah bagian identitas terdapat petunjuk praktikum yang dapat dijadikan pedoman bagi mahasiswa dalam melaksanakan kegiatan praktikum. Komponen yang ketiga yaitu capaian pembelajaran yang memuat kompetensi yang harus dicapai oleh mahasiswa pada perkuliahan fisika inti.

Berdasarkan capaian pembelajaran, dikembangkan tujuan praktikum. Sebelum direvisi peneliti mencantumkan tujuan praktikum dalam bentuk kalimat. Sementara itu, menurut saran validator tujuan praktikum sebaiknya dalam bentuk poin dan menggunakan kata kerja operasional sehingga pencapaian tujuan bisa di ukur. Hasil validasi bagian tujuan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil Validasi Tujuan

Setelah tujuan praktikum, bagian LKM selanjutnya adalah waktu pengerjaan. Waktu pengerjaan terdiri dari waktu pengambilan data dan waktu pengolahan data. Komponen selanjutnya adalah ringkasan materi. Pada bagian ringkasan materi diberikan informasi ringkas mengenai materi yang dibahas dalam LKM. Ringkasan materi juga disertai gambar yang mendukung materi.



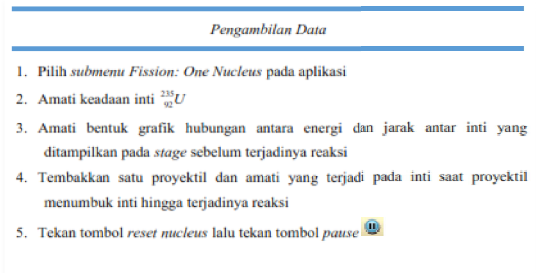
Gambar 1. Otto Hahn (1879-1968) dan Fritz Strassman (1902 - 1980)

Reaksi fisi nuklir ditemukan pertama kali oleh sarjana Jerman Otto Hahn dan Fritz Strassman tahun 1939, yaitu inti isotop Uranium $^{235}_{92}\text{U}$ yang mengalami fisi bila ditumbuk oleh neutron. Inti $^{235}_{92}\text{U}$ menyerap neutron menjadi $^{236}_{92}\text{U}$ yang tidak stabil kemudian pecah menjadi dua bagian inti yang lebih ringan dan tiga neutron cepat. Pada reaksi fisi, terjadi reaksi antara proyektil berupa neutron dengan inti atom sasaran.

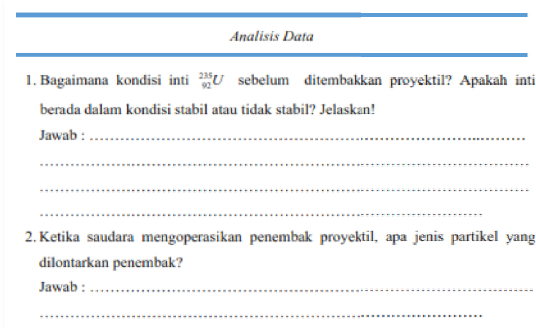
Gambar 5. Contoh Penempatan Gambar dan Kalimat pada Ringkasan Materi

Komponen selanjutnya yaitu tugas pendahuluan. Tugas pendahuluan memuat soal-soal materi prasyarat sebelum melakukan praktikum. Soal-soal ini berfungsi untuk menguji dan memberikan pengetahuan dasar bagi mahasiswa sebelum melakukan praktikum. Setelah tugas pendahuluan, terdapat komponen langkah kerja. Langkah kerja terdiri dari empat tahap, yaitu tahap persiapan,

pengambilan data, analisis data dan mengkomunikasikan. Komponen ini juga direvisi sesuai saran validator, yaitu petunjuk pada bagian pengambilan data harus dibuat sejelas mungkin dan titik-titik pada bagian analisis data disediakan sesuai dengan jawaban dari pertanyaan.



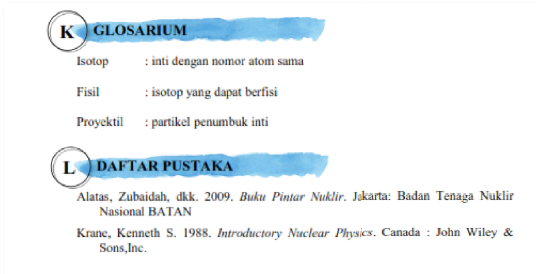
(a)



(b)

Gambar 6. Hasil Revisi Langkah Kerja pada bagian (a) Pengambilan Data dan (b) Analisis Data

Komponen lain yang direvisi yaitu glosarium dan daftar pustaka. Glosarium berisi daftar istilah yang terdapat dalam LKM sehingga memudahkan mahasiswa untuk memahami LKM. Daftar pustaka berisi daftar rujukan buku yang terkait dengan materi pada LKM. Berikut hasil revisi LKM pada bagian glosarium dan daftar pustaka.



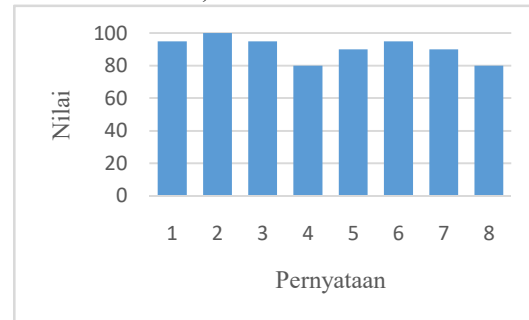
Gambar 7. Hasil Revisi pada Glosarium dan Daftar Pustaka.

Tahap selanjutnya adalah uji kelayakan dari desain LKM. Uji kelayakan dilakukan melalui dua tahap yaitu uji validitas dan uji praktikalitas. Uji validitas berfungsi untuk mengetahui kelayakan desain LKM dari segi aspek kelayakan isi, penyajian, kegrafisan serta bahasa.

Penilaian kelayakan masing-masing aspek dianalisis dari skor yang didapatkan pada setiap butir

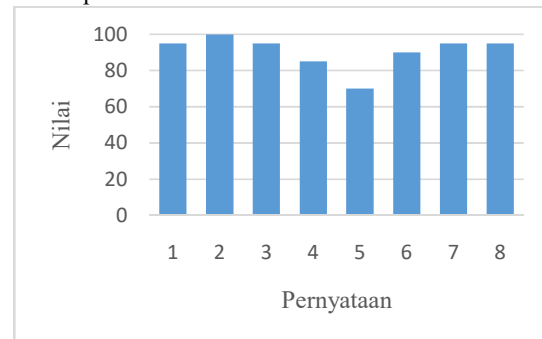
pernyataan. Nilai kelayakan dapat dihitung dengan cara total skor pada satu aspek dibagi dengan skor maksimum aspek tersebut kemudian dikali dengan 100. Dari hasil perhitungan, didapatkan nilai kelayakan untuk setiap aspek.

Aspek pertama yaitu penilaian kelayakan isi LKM yang dirincikan ke dalam 8 butir pernyataan dengan nilai sebagai berikut: 1) materi dengan capaian pembelajaran telah sesuai; 2) materi LKM yang dibuat sesuai dengan kebenaran ilmu; 3) pemilihan isi informasi singkat telah tepat; 4) LKM berisi pengetahuan yang berhubungan dengan informasi terkini; 5) gambar yang dicantumkan sesuai dengan materi; 6) langkah-langkah percobaan pada LKM sesuai dengan aplikasi laboratorium virtual yang digunakan; 7) pertanyaan yang diberikan dapat menstimulus mahasiswa untuk mengembangkan pengetahuan; dan 8) ketepatan sasaran penggunaan LKM yang dibuat. Berdasarkan hasil analisis angket didapatkan nilai rata-rata untuk komponen kelayakan isi LKM adalah 90,6.



Gambar 8. Hasil Uji Validitas Aspek Kelayakan Isi

Selanjutnya penilaian kelayakan penyajian LKM. Berdasarkan hasil analisis angket didapatkan nilai rata-rata untuk komponen kelayakan penyajian LKM adalah 90,6. Plot hasil uji kelayakan penyajian dapat dilihat pada Gambar 9.

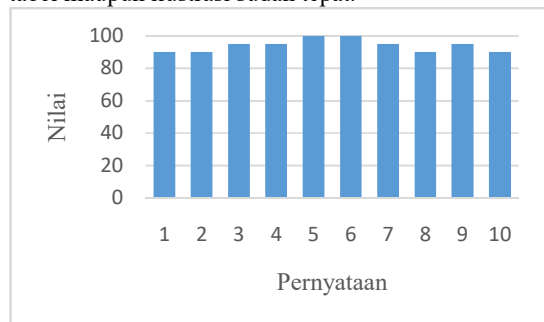


Gambar 9. Hasil Uji Validitas Aspek Kelayakan Penyajian

Hal ini berarti: 1) komponen LKM yang dibuat sudah runtut; 2) judul pada LKM sudah sesuai materi; 3) tujuan praktikum di dalam LKM sesuai dengan kemampuan akhir yang ingin dicapai; 4) ringkasan materi yang disajikan dalam LKM sudah lengkap; 5) LKM sudah memiliki glosarium yang berisi arti

dari istilah-istilah yang digunakan dan disusun secara runtut namun belum lengkap; 6)LKM sudah membantu mahasiswa untuk dapat belajar secara mandiri; 7)LKM sudah menyajikan stimulus berupa pertanyaan; 8)LKM sudah menyediakan kolom yang dapat diisi oleh mahasiswa sebagai bentuk respon atas stimulus.

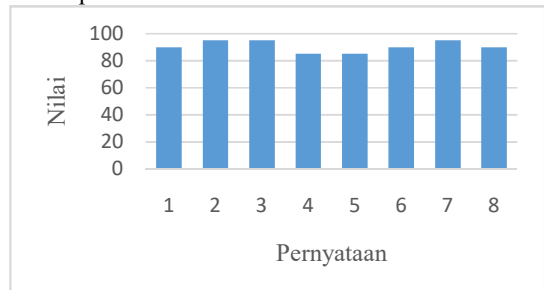
Setelah penilaian kelayakan penyajian, dilakukan penilaian kelayakan kegrafisan LKM dengan hasil: 1) layout *cover* LKM proposional dan menarik; 2) kesesuaian ukuran LKM sudah sesuai dengan standar ISO; 3) kombinasi warna harmonis dan dapat memperjelas isi LKM; 4) jenis huruf yang digunakan dapat dibaca dengan jelas dan sederhana; 5) tidak menggunakan terlalu banyak kombinasi jenis huruf; 6)*layout* penyetakan isi pada LKM proposional dan konsisten; 7)penempatan gambar, grafik, tabel maupun ilustrasi telah tepat; 8)kualitas gambar, grafik, tabel, maupun ilustrasi yang digunakan telah tepat; 9)ukuran gambar, grafik, tabel maupun ilustrasi yang digunakan telah tepat; serta 10)penempatan keterangan (*caption*), gambar, grafik, tabel maupun ilustrasi sudah tepat.



Gambar 10. Hasil Uji Validitas Aspek Kelayakan Kegrafikan

Berdasarkan hasil analisis angket didapatkan nilai rata-rata untuk komponen kelayakan kegrafisan LKM adalah 94,0.

Aspek terakhir yaitu penilaian terhadap kelayakan bahasa LKM. Hasil plot uji kelayakan bahasa dapat dilihat pada Gambar 11.

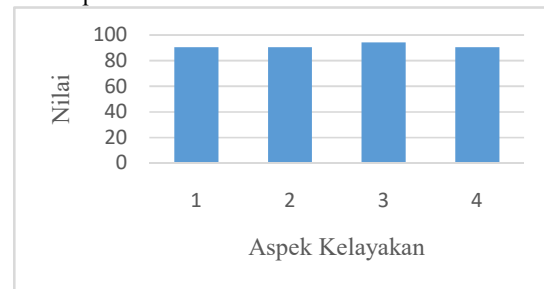


Gambar 11. Hasil Uji Validitas Aspek Kelayakan Bahasa

Berdasarkan hasil analisis angket didapatkan nilai rata-rata untuk komponen kelayakan bahasa LKM adalah 90,6. Penilaian dilakukan terhadap beberapa pernyataan berikut: 1)LKM yang dibuat menggunakan struktur kalimat yang tepat; 2)langkah

kerja didalam LKM telah runtut dan padu; 3)LKM sudah menggunakan bahasa yang sesuai dengan perkembangan intelektual mahasiswa; 4)kalimat yang digunakan efektif dan efisien; 5)konsistensi penggunaan spasi, judul, sub-judul dan penyetakan materi; 6)kebakuan kata yang digunakan dalam LKM; 7)konsistensi penggunaan istilah; 8)informasi disampaikan dengan bahasa yang menarik dan lazim dalam komunikasi tulis bahasa Indonesia.

Nilai kelayakan pada masing-masing aspek dapat digolongkan ke dalam beberapa kriteria, dimana nilai 0-25 berarti sangat tidak valid, 25-50 berarti tidak valid, 50-75 berarti valid, serta 75-100 berarti sangat valid. Setelah dilakukan penilaian oleh tenaga ahli maka didapatkan hasil validasi seperti yang dapat dilihat pada Gambar 12.

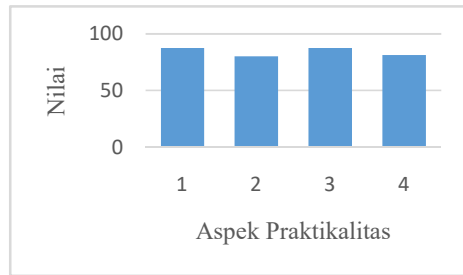


Gambar 12. Hasil Uji Validitas

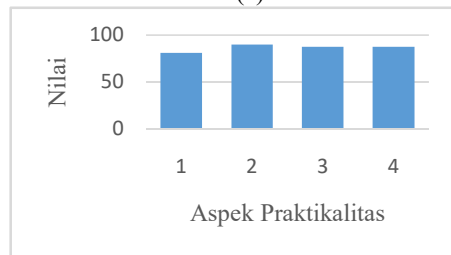
Berdasarkan Gambar 12, dapat dilihat bahwa LKM yang dibuat memiliki nilai validitas sebesar 91,5 dan berada pada kriteria sangat valid.

Tahap selanjutnya yaitu uji praktikalitas. Uji praktikalitas berfungsi untuk mengetahui kepraktisan/kemudahan penggunaan LKM yang dikembangkan. Hal ini dilihat dari beberapa aspek, yaitu kemudahan penggunaan LKM, kemenarikan sajian LKM, manfaat LKM pada proses perkuliahan serta peluang implementasi LKM.

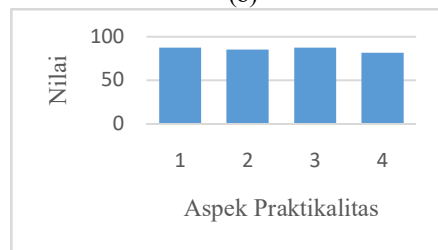
Sebelum dilakukan uji praktikalitas oleh dosen dan mahasiswa kelas sampel, peneliti melakukan evaluasi formatif dengan metode *one-to-one*. LKM dicobakan pada 3 orang mahasiswa yang terdiri dari 3 orang mahasiswa dengan tingkat kemampuan tinggi, sedang dan rendah. Penelitian dilakukan di waktu yang berbeda untuk ketiga mahasiswa, sehingga peneliti dapat mengamati kendala-kendala yang ditemui saat menggunakan LKM pada masing-masing mahasiswa dengan seksama. Setelah dilakukan percobaan, mahasiswa diminta untuk mengisi angket respon berupa angket praktikalitas. Angket ini berisi pendapat mahasiswa yang terdiri dari aspek kemudahan penggunaan LKM, kemenarikan sajian LKM, manfaat LKM pada proses perkuliahan serta peluang implementasi LKM serta komentar dan saran mahasiswa terhadap angket. Berikut hasil uji evaluasi *one-to-one* yang dilakukan oleh mahasiswa.



(a)



(b)

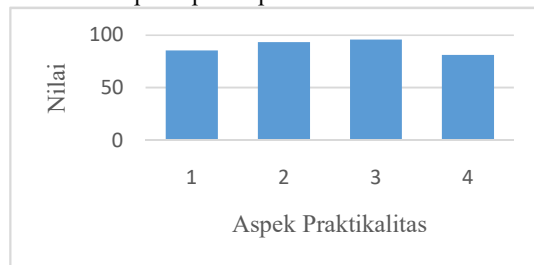


(c)

Gambar 13. Hasil Evaluasi *One-to-One* oleh Mahasiswa a)Kemampuan Tinggi; b)Kemampuan Sedang; serta c)Kemampuan Rendah

Berdasarkan hasil analisis angket, diperoleh nilai praktikalitas LKM menurut mahasiswa dengan tingkat kemampuan tinggi sebesar 84,1, mahasiswa dengan tingkat kemampuan sedang sebesar 86,6, dan mahasiswa dengan tingkat kemampuan rendah sebesar 85,3. Pada bagian komentar dan saran, mahasiswa memberikan saran terkait langkah kerja serta penyusunan kalimat pada bagian analisis data.

Selanjutnya dilakukan uji praktikalitas oleh dosen dan mahasiswa kelas sampel. Berdasarkan hasil analisis angket uji praktikalitas yang diberikan oleh dosen pengampu mata kuliah fisika inti, diperoleh hasil nilai kepraktisan LKM sebesar 89,0 dengan kriteria sangat praktis. Nilai ini diperoleh dari rata-rata nilai empat aspek kepraktisan.



Gambar 14. Hasil Uji Praktikalitas oleh Dosen

Aspek pertama yaitu kemudahan penggunaan angket dengan nilai rata-rata 85,4. Aspek kedua yaitu kemenarikan sajian LKM dengan nilai rata-rata 93,3. Aspek manfaat pada LKM pada proses perkuliahan memperoleh nilai rata-rata sebesar 95,8. Aspek keempat dilihat dari peluang implementasi LKM yaitu diperoleh rata-rata sebesar 81,3. Hasil plot nilai setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 14.

Hasil analisis angket uji praktikalitas dari mahasiswa menunjukkan tingkat praktikalitas yang sama yaitu berada pada kriteria sangat praktis dengan nilai 85,9. Nilai ini diperoleh dari rata-rata nilai empat aspek kepraktisan. Aspek pertama yaitu kemudahan penggunaan angket dengan nilai rata-rata 84,4. Aspek kedua yaitu kemenarikan sajian LKM dengan nilai rata-rata 88,2. Aspek manfaat pada LKM pada proses perkuliahan memperoleh nilai rata-rata sebesar 87,3. Aspek keempat dilihat dari peluang implementasi LKM yaitu diperoleh rata-rata sebesar 83,8. Hasil plot nilai setiap aspek dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 16. Hasil Uji Praktikalitas oleh Mahasiswa 2. Pembahasan

Pada bagian pembahasan ini akan dijelaskan hasil penelitian, keterbatasan selama melaksanakan penelitian beserta solusi yang dipilih. Hasil dari penelitian ini berupa Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir. Kegiatan laboratorium virtual dilakukan untuk mengatasi permasalahan pada perkuliahan fisika inti, dimana materi fisika inti sebagian besar merupakan materi yang bersifat abstrak.. Hal ini sesuai dengan pernyataan Gunawan (2012 : 198) bahwa penggunaan laboratorium virtual dapat meningkatkan kemampuan berfikir kritis mahasiswa sehingga dapat memahami materi yang bersifat abstrak. Selain itu laboratorium virtual juga berfungsi untuk mengatasi keterbatasan alat dan bahan serta dapat mengamati aktifitas reaksi inti yang bersifat mikroskopis.

LKM ini dikembangkan mengikuti panduan penyusunan bahan ajar yang mengacu pada Depdiknas tahun 2008. Struktur LKM yang dikembangkan terdiri dari cover, identitas, petunjuk praktikum, capaian pembelajaran, tujuan praktikum, waktu pelaksanaan praktikum dan analisis data, informasi pendukung, tugas pendahuluan, langkah kerja yang harus dilakukan, tugas mandiri, serta penilaian. LKM ini dibuat sebagai penuntun dalam

melakukan kegiatan laboratorium virtual. Amri (2013 : 103) menyatakan bahwa salah satu fungsi dari LKM adalah sebagai petunjuk praktikum. Berdasarkan hasil validasi diperoleh bahwa langkah-langkah percobaan pada LKM telah sesuai dengan laboratorium virtual yang digunakan. Nilai hasil validasi dapat dilihat pada butir pernyataan ke-5 dalam Gambar 8, yaitu memperoleh nilai 95.

Setelah melakukan pengembangan LKM, kemudian dilakukan uji kelayakan untuk mengetahui kelayakan penggunaan LKM dalam kegiatan perkuliahan fisika inti. Uji kelayakan terdiri dari uji validitas dan uji praktikalitas. Berdasarkan hasil analisis uji validitas oleh tenaga ahli dapat diketahui bahwa produk LKM yang dikembangkan memiliki nilai validitas sebesar 91,5 yang berada pada kategori sangat valid sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi inti dan reaktor nuklir. Berdasarkan hal tersebut dapat diketahui bahwa LKM ini mempunyai substansi materi yang lengkap, penyajian informasi yang baik, tampilan komunikasi visual menarik, serta telah menggunakan bahasa yang baik dan mudah dipahami. Dengan demikian, LKM sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir berada kriteria valid.

Berdasarkan hasil validasi dan saran-saran dari validator pada lembaran validasi, maka perlu dilakukan revisi pada beberapa bagian LKM. Revisi yang dilakukan pada isi LKM terutama pada struktur penyusun LKM. Bagian isi LKM yang harus diperbaiki terdapat pada bagian ringkasan materi, analisis data serta glosarium. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 15. Nilai validasi pada bagian glosarium masih rendah yaitu 70. Setelah dilakukan revisi dan perbaikan dihasilkan LKM yang lebih baik dari sebelumnya.

Pada tahap evaluasi *one-to-one*, mahasiswa menyatakan bahwa LKM dapat membantu mereka memahami materi dengan baik. Penggunaan LKM dapat menunjang kegiatan laboratorium virtual dan membantu mereka untuk memenuhi capaian pendidikan pada perkuliahan fisika inti. Mahasiswa juga memberikan saran-saran terhadap LKM terutama pada bagian langkah kerja, yaitu penambahan tabel data dan keruntutan langkah kerja.

Hasil yang dicapai untuk uji kepraktisan LKM yang dilakukan oleh dosen juga menunjukkan hasil yang sama yaitu berada pada kriteria sangat praktis. Hal ini terlihat dari hasil praktikalitas dosen terhadap LKM sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual dengan rata-rata nilai praktikalitas adalah 89,0. Berdasarkan hal tersebut dapat dikemukakan bahwa LKM ini mudah untuk digunakan dalam pembelajaran, sajian LKM telah menarik, sangat bermanfaat dalam pembelajaran serta memiliki peluang implementasi yang tinggi. LKM yang dikembangkan sangat praktis digunakan sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir.

Selanjutnya, hasil uji kepraktisan penggunaan LKM menurut mahasiswa adalah 85,9 dengan kategori sangat praktis. Angka ini menunjukkan bahwa LKM yang telah dikembangkan mudah digunakan dalam pembelajaran, sajian LKM telah menarik, sangat bermanfaat dalam pembelajaran serta memiliki peluang implementasi yang tinggi. Berdasarkan hasil praktikalitas oleh dosen dan mahasiswa tersebut maka dapat diketahui bahwa LKM yang dikembangkan untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir telah praktis.

Kendala yang ditemui saat penelitian yaitu belum semua laptop yang digunakan oleh mahasiswa memiliki aplikasi JRE (Java Runtime Environment), sehingga tidak dapat membuka aplikasi laboratorium virtual. Peneliti mengambil solusi dengan menyediakan master program JRE sehingga dapat di install terlebih dahulu oleh mahasiswa sebelum melakukan kegiatan praktikum.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa LKM sebagai penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi reaksi fisi nuklir valid dan praktis.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 12 Tahun 2012 tentang Pendidikan Tinggi. Jakarta: Sekretariat Kabinet RI.
- [2] TIM Dosen Fisika Inti. 2017. *Rencana Pembelajaran Semester Fisika Inti*. Padang: FMIPA UNP.
- [3] Gunawan dan Liliari. 2012. "Model Virtual Laboratory Fisika Modern untuk Meningkatkan Disposisi Berpikir Kritis Calon Guru." *Jurnal Cakrawala Pendidikan* (Nomor 2 tahun 31). Hlm 185—199
- [4] Hermansyah. 2014. "Pengaruh Penggunaan Laboratorium Virtual Terhadap Penguasaan Konsep dan Kemampuan Berpikir Kreatif Siswa pada Materi Getaran dan Gelombang." *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi Vol. 1 No.2*. Hlm 97—101.
- [5] Setiadi, Rahmat dan A. Ainun Muflika. 2012. "Eksplorasi Pemberdayaan Courseware Simulasi PhET untuk Membangun Keterampilan Proses Sains Siswa SMA." *Jurnal Pengajaran MIPA*. 2. Hlm. 258 – 268.
- [6] Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta: Depdiknas.
- [7] Majid, Abdul. 2014. *Implementasi Kurikulum 2013*. Bandung: Interes Media.
- [8] Branch, Robert Maribe. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. London : Springer.