

PEMBUATAN LEMBAR KERJA MAHASISWA (LKM) PENUNJANG KEGIATAN LABORATORIUM VIRTUAL PADA MATA KULIAH FISIKA INTI

Luthfiatul Hasanah¹⁾, Masril²⁾, Hidayati²⁾
Universitas Negeri Padang

¹⁾luthfiatulh@gmail.com, ²⁾ masril_qch@yahoo.com, ²⁾ hidayati@fmipa.unp.ac.id

ABSTRACT

This research aim to generate a LKM in nuclear physics course. Laboratory activities is one form of learning that allows students to get learning experience through scientific process. Observations made show that in the physics department, in the nuclear physics course there is no laboratory activities yet because of the limitations of tools and materials. Virtual laboratory activities is a recommended solution based on this situation and some related research before. As a form of learning, laboratory activities require teaching materials to support these activities. Research that conducted is a type of research Research and Development. The research procedure is carried out the ADDIE development research model (Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation). The developed product is validated by the physics lecturer as an expert, and practicality is done by the physics lecturer and student. Based on the results of research that has been done, it is found that the LKM to support the virtual lab activities on radioactive decay topic has a validity value of 92.31 with category very valid, practicality value by lecturers 86.87 with category very practical and practicality value by students 87.73 with category very practical.

Keywords : Student worksheet, Virtual laboratory, ADDIE



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 memiliki tujuan yaitu untuk mengembangkan potensi seseorang agar menjadi manusia yang berguna dan bertanggung jawab dalam menjalankan perannya dengan baik. Pendidikan tinggi merupakan salah satu komponen sistem pendidikan nasional yang menjadi penggerak menuju terwujudnya tujuan pendidikan. Pendidikan tinggi memiliki peran strategis dalam mencerdaskan kehidupan bangsa dan memajukan ilmu pengetahuan dan teknologi serta pemberdayaan bangsa Indonesia yang berkelanjutan.

Pemerintah pemegang kendali dalam penerapan kebijakan melakukan berbagai upaya guna mencapai tujuan pendidikan. Beberapa diantaranya ialah melakukan perubahan kurikulum pada jenjang pendidikan tinggi menjadi Kurikulum Pendidikan Tinggi (KPT) pada tahun 2012. Kebijakan ini diambil sebagai salah satu jawaban dari tuntutan perkembangan zaman. Pada abad 21 perkembangan IPTEK terjadi sangat pesat dan memberi dampak perubahan pada segala sektor. Percepatan perubahan terjadi di segala sektor yang mengakibatkan perubahan tuntutan dunia kerja, sehingga perguruan tinggi perlu untuk beradaptasi^[1].

Perguruan tinggi dalam penyelenggaraannya mengacu kepada KPT. Karakteristik dari proses pembelajaran pada perguruan tinggi sebagaimana yang terdapat dalam kurikulum pada Standar Proses idealnya bersifat saintifik dan berpusat pada mahasiswa. Proses pembelajaran dilakukan secara

terstruktur melalui berbagai mata kuliah dan diwadahi dalam suatu bentuk pembelajaran diantaranya perkuliahan, tutorial, seminar dan praktikum^[2].

Selain perubahan kurikulum, upaya lain yang dilakukan pemerintah yaitu menerapkan Kerangka Kualifikasi Nasional Indonesia (KKNI) dikarenakan fenomena ketidakjelasan pengelompokan antar jenis pendidikan. Pemerintah juga mengoptimalkan upaya pengadaan sarana dan prasarana penunjang penyelenggaraan pendidikan tinggi oleh perguruan tinggi seperti perpustakaan dengan buku-buku yang mengikuti perkembangan terbaru sebagai salah satu sumber belajar bagi mahasiswa, laboratorium dengan peralatan dan bahan yang memadai untuk pelaksanaan kegiatan praktikum, ruangan perkuliahan yang lengkap dengan fasilitas penunjang kegiatan perkuliahan.

Upaya yang dilakukan oleh pemerintah diharapkan dapat mewujudkan perkuliahan yang sesuai dengan tuntutan kurikulum. Kenyataan yang ditemukan berdasarkan hasil observasi yang dilakukan terhadap mahasiswa yang telah mengikuti perkuliahan fisika inti dengan menyebarkan angket menunjukkan kenyataan bahwa belum optimalnya kesesuaian pelaksanaan perkuliahan dengan tuntutan kurikulum saat ini. Hasil observasi yang dilakukan dapat dilihat pada tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis data kuisioner (angket)

No	Pernyataan	Nilai
1	Perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum nyata	35,6
2	Perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum menggunakan simulasi komputer	34,8
3	Materi fisika inti sebagian besar merupakan materi yang abstrak	56,6
4	Saya memahami konsep fisika inti dengan baik	56,6
5	Saya mampu menganalisis materi fisika inti dengan baik berdasarkan diskusi yang dilakukan	59,6
6	Saya menggunakan laptop/ notebook untuk menunjang perkuliahan fisika inti	66,2

Berdasarkan data hasil analisis angket, pada butir pernyataan perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum nyata dari total 66 orang responden seluruhnya memilih opsi negatif terhadap pernyataan. Hal ini menunjukkan mayoritas responden tidak setuju bahwa perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum nyata. Pada butir pernyataan materi fisika inti sebagian besar merupakan materi yang abstrak dari total responden 66 orang sebanyak 57 orang memilih opsi positif terhadap pernyataan. Hal ini menunjukkan sebagian besar mahasiswa setuju bahwa materi fisika inti sebagian besar merupakan materi yang abstrak. Pada butir pernyataan tentang pemahaman mahasiswa terhadap materi fisika inti dari total 66 orang responden 43 diantaranya memilih opsi negatif terhadap pernyataan, hal ini menunjukkan jumlah mahasiswa yang memahami materi fisika inti belum maksimal. Butir pernyataan tentang mahasiswa menggunakan laptop/ *netbook* untuk menunjang perkuliahan fisika inti dari total 66 orang responden 43 diantaranya memilih opsi positif terhadap pernyataan, hal ini menunjukkan mayoritas mahasiswa memungkinkan untuk dapat memanfaatkan laptop/ *netbook* dalam perkuliahan fisika inti.

Melalui wawancara terhadap beberapa orang mahasiswa yang sudah pernah mengikuti perkuliahan fisika inti, dapat disimpulkan : 1) bahan ajar yang digunakan yaitu berupa *handout* yang berisi ringkasan materi dan soal; 2) mahasiswa masih mendapatkan kesulitan dalam memahami materi, sehingga mahasiswa kurang aktif dalam mengikuti perkuliahan; 3) metode perkuliahan yang dilaksanakan yaitu diskusi dimana mahasiswa mempresentasikan jawaban dari soal *handout* namun respon terhadap diskusi masih rendah karna kurangnya pemahaman terhadap materi; 4) belum ada praktikum untuk matakuliah fisika inti, 5) mahasiswa rata-rata merupakan pengguna aktif laptop/netbook; dan 6) materi fisika inti merupakan materi yang abstrak.

Mata kuliah fisika inti diselenggarakan guna mendukung tercapainya salah satu kompetensi lulusan jurusan fisika yaitu menguasai sistem alam yang berhubungan dengan struktur, karakteristik, interaksi, dan dampaknya untuk menjelaskan suatu peristiwa fisika di alam. Capaian pembelajaran dari mata kuliah fisika inti yaitu mahasiswa mampu menguasai konsep model-model dan struktur inti, peluruhan radioaktif, reaksi inti, partikel elementer dan berbagai perangkat alat percobaan pengembangan ilmu dan teknologi nuklir. Karakteristik materi fisika inti bersifat abstrak karena objek yang dikaji berukuran sangat kecil dan proses peristiwanya sulit diamati dalam waktu yang sebenarnya. Seharusnya perkuliahan fisika inti ditunjang dengan praktikum yang memadai agar konsep-konsep tentang materi yang ada dapat dipahami dengan mudah. Namun kenyataannya pelaksanaan praktikum tidak bisa dilaksanakan karena keterbatasan dari perangkat alat praktikum yang mahal dan bahan radioaktif dapat membahayakan. Oleh sebab itu untuk mengatasi keterbatasan praktikum nyata tersebut dalam fisika inti yaitu dengan menggunakan praktikum virtual.

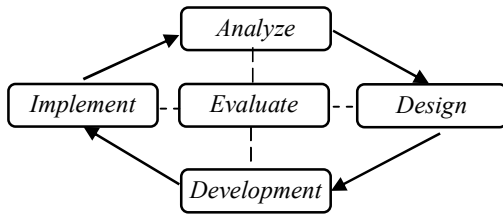
Virtual labs atau laboratorium virtual adalah pemanfaatan teknologi komputer dalam memodelkan suatu objek dan mensimulasikan berbagai kegiatan praktikum yang dapat menggantikan aktivitas kegiatan laboratorium nyata^[3]. Praktikum virtual atau kegiatan laboratorium virtual memungkinkan untuk mengatasi alat dan bahan praktikum yang mahal dan berbahaya. Kegiatan laboratorium virtual dapat memfasilitasi mahasiswa untuk bekerja sesuai dengan metode ilmiah, membantu siswa berpikir kritis, membuat waktu belajar lebih efisien, membantu siswa belajar mandiri, dan dapat digunakan untuk mengukur penguasaan materi pembelajaran siswa^[4].

Praktikum sebagai salah satu bentuk proses pembelajaran membutuhkan sumber belajar penunjang yang memberikan petunjuk kegiatan yang akan dilakukan. Sumber belajar yang berisikan petunjuk, langkah-langkah kegiatan untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran disebut dengan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). LKM dapat membimbing mahasiswa untuk memproses hasil belajarnya dengan menemukan atau membuktikan konsep yang dipelajari^[5].

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan tergolong kepada jenis penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). Penelitian dan pengembangan digunakan untuk mengembangkan dan menghasilkan produk sebagai suatu solusi alternatif dari permasalahan. Objek penelitian yaitu LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif.

Prosedur penelitian yang digunakan pada penelitian ini mengikuti sistematis dengan model penelitian dan pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, Evaluation*). Penelitian dilakukan hingga tahap *Development*. Model ADDIE adalah model yang terprogram dengan urutan-urutan kegiatan yang sistematis dalam upaya pemecahan masalah belajar yang berkaitan dengan sumber belajar yang sesuai dengan kebutuhan dan karakteristik pembelajar^[6].



Gambar 1. Tahap Penelitian Pengembangan Model ADDIE^[6]

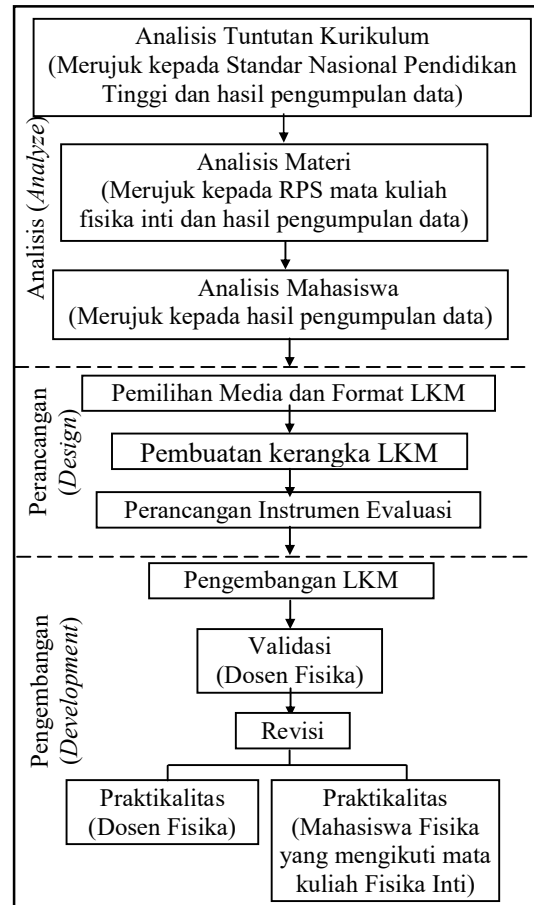
Tahap pertama penelitian ini yaitu tahap *analyze* dimana dilakukan analisis terhadap aspek tuntutan kurikulum, aspek materi dan aspek mahasiswa, potensi dan masalah. Tahap analisis bertujuan untuk mengidentifikasi masalah sehingga diperlukannya pengembangan suatu produk sebagai salah satu solusi.

Tahapan kedua yaitu tahap perancangan (*Design*) yang memiliki tujuan yaitu menjawab pertanyaan produk seperti apa yang akan dikembangkan. Pada tahap perancangan ini dilakukan pemilihan media, pemilihan format, pembuatan *layout* (kerangka), dan perancangan instrumen evaluasi.

Tahapan terakhir dari penelitian ini yaitu tahap pengembangan (*Develop*) yang bertujuan yaitu untuk menghasilkan produk yang valid dan praktis. Pada tahap ini rancangan (*Design*) dari tahap sebelumnya dikembangkan menjadi sebuah produk. Produk yang telah dikembangkan kemudian dievaluasi menggunakan instrumen evaluasi produk yang telah disusun. Evaluasi terhadap produk yang dilakukan yaitu validasi dan uji praktikalitas. Produk yang dikembangkan terlebih dahulu divalidasi oleh tenaga ahli yaitu dosen fisika FMIPA UNP. Setelah didapatkan hasil validasi dan saran dari validator, produk yang dikembangkan kemudian direvisi berdasarkan saran dari validator. Setelah dilakukan revisi terhadap produk, dilakukan uji praktikalitas. Sehingga pada akhir dari tahapan penelitian ini dihasilkan produk yang valid dan praktis.

Pada penelitian ini digunakan instrumen pengumpulan data berupa instrumen uji validasi dan instrumen uji praktikalitas. Instrumen yang digunakan berupa lembar angket validitas dan praktikalitas. LKM ini divalidasi oleh 4 orang dosen fisika kemudian dilakukan uji praktikalitas oleh 3 orang dosen fisika yang mengampu matakuliah fisika

inti dan 21 orang mahasiswa fisika yang mengikuti matakuliah fisika inti. Berdasarkan penjabaran tahapan pengembangan LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual yang telah dilakukan menggunakan model ADDIE, dapat disimpulkan secara ringkas prosedur penelitian yang telah dilakukan dalam bentuk bagan pada Gambar □ berikut :



Gambar 2. Bagan Alur Prosedur Penelitian

Teknik analisis data pada penelitian ini terdiri dari teknik analisis hasil validitas, teknik analisis hasil praktikalitas. Pada penelitian ini teknik analisis data menggunakan skala likert dalam menganalisis hasil validitas dan praktikalitas produk yang dikembangkan. Penilaian terhadap validitas dan praktikalitas produk dijabarkan menjadi beberapa komponen yang kemudian dijabarkan menjadi indikator-indikator. Setiap indikator disediakan pilihan jawaban dengan skor tertentu serta bentuk dukungan sikap yang diungkapkan sebagai berikut 1) Skor 4 untuk jawaban sangat baik; 2) Skor 3 untuk jawaban baik; 3) Skor 2 untuk jawaban cukup; 4) Skor 1 untuk jawaban tidak baik. Nilai untuk setiap indikator dihitung dengan cara:

$$\text{Nilai} = \frac{\text{Skor Total}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \quad (1)$$

Nilai validitas dan praktikalitas produk didapatkan dengan merata-ratakan nilai setiap indikator. Setelah diperoleh nilai validitas dan praktikalitas dari LKM menunjang kegiatan laboratorium virtual yang dibuat, nilai tersebut diinterpretasikan berdasarkan rentangan kriteria validitas dan kriteria praktikalitas.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

1. Tahap Analisis (*Analyze*)

Analisis yang dilakukan pada tahap ini terdiri dari analisis terhadap 3 aspek yaitu analisis tuntutan kurikulum, analisis materi, dan analisis karakteristik mahasiswa. Hasil analisis yang didapatkan selanjutnya dievaluasi, sehingga tahap ini dapat ditentukan produk apa yang akan dikembangkan sebagai solusi alternatif dari permasalahan.

Analisis tuntutan kurikulum, analisis pada aspek ini merujuk kepada Standar Nasional Pendidikan Tinggi, RPS mata kuliah fisika inti, dan hasil pengumpulan data. Pengumpulan data awal penelitian yang dilakukan pada penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa kuisioner (angket) dan wawancara. Penyebaran angket dan wawancara dilakukan terhadap mahasiswa jurusan fisika yang telah mengikuti mata kuliah fisika inti.

Kurikulum adalah perencanaan dan pengaturan yang digunakan sebagai pedoman penyelenggaraan pendidikan. Proses pembelajaran pada jenjang pendidikan tinggi yang diselenggarakan satuan pendidikan perguruan tinggi diatur oleh standar proses pembelajaran. Standar proses pembelajaran merupakan kriteria minimal tentang pelaksanaan pembelajaran guna mencapai tujuan pembelajaran. Karakteristik proses pembelajaran terdiri atas sifat interaktif, holistik, integratif, saintifik, kontekstual, tematik, efektif, kolaboratif, dan berpusat pada mahasiswa^[1].

Pembelajaran yang bersifat saintifik merupakan pembelajaran yang prosesnya menggunakan pendekatan ilmiah untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tahapan pendekatan ilmiah secara umum yaitu mengamati, merumuskan masalah, mengumpulkan informasi, mencoba atau eksperimen, menganalisis, menarik kesimpulan. Bentuk pembelajaran pada pendidikan tinggi salah satunya adalah praktikum. Praktikum memungkinkan mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman belajar melalui tahapan pendekatan ilmiah. Selain berkaitan dengan karakteristik pembelajaran yang bersifat saintifik, praktikum juga tepat dengan pelaksanaan pembelajaran yang bersifat kolaboratif, dimana dalam pelaksanaan praktikum mahasiswa dapat bekerja dalam kelompok dalam tahap penyelidikan. Kegiatan praktikum tentu saja merupakan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, karena pada kegiatan praktikum mahasiswa mendapatkan

konsep pembelajaran melalui penyelidikan yang dilakukan.

Sinopsis mata kuliah fisika inti jurusan fisika FMIPA UNP yaitu mempelajari tentang model-model dan struktur inti, peluruhan radioaktif, reaksi inti, partikel elementer dan berbagai perangkat alat percobaan pengembangan ilmu dan teknologi nuklir^[7]. Dibahas juga tentang pemanfaatan dan dampak teknologi nuklir bagi kehidupan manusia. Melalui kegiatan laboratorium dilakukan demonstrasi dan eksperimen beberapa perilaku inti.

Berdasarkan data hasil penyebaran angket pada tabel 1, pada butir pernyataan perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum nyata dapat disimpulkan mayoritas responden tidak setuju bahwa perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum nyata. Setelah itu, pada butir pernyataan perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum menggunakan simulasi komputer dapat disimpulkan mayoritas responden tidak setuju terhadap pernyataan Perkuliahan fisika inti sudah ditunjang dengan kegiatan praktikum menggunakan simulasi komputer.

Berdasarkan hasil wawancara dengan beberapa mahasiswa yang telah mengikuti mata kuliah fisika inti menyatakan bahwa belum ada praktikum untuk matakuliah fisika inti. Kemudian dari informasi yang didapatkan dari laboran fisika, sebelumnya pada mata kuliah fisika inti ada pelaksanaan kegiatan laboratorium, namun alat praktikum yang ada mengalami kerusakan pasca gempa 2009. Sehingga sampai saat ini praktikum fisika inti belum dapat dilaksanakan.

Berdasarkan penjabaran analisis terhadap tuntutan kurikulum, peneliti menilai bahwa praktikum merupakan salah satu bentuk pembelajaran yang tepat untuk memenuhi kriteria pembelajaran yang bersifat saintifik, kolaboratif dan terpusat pada mahasiswa. Kemudian dari hasil analisis data yang didapatkan bahwa pada mata kuliah fisika inti belum ada bentuk pembelajaran berupa praktikum. Jadi pelaksanaan praktikum dapat menjadi salah satu solusi dalam memenuhi tuntutan kurikulum.

Analisis Materi, Fisika inti merupakan bagian dari topik kajian fisika yang mengkaji tentang karakteristik inti atom dan gejala yang dapat dialami inti atom tertentu. Pada jurusan fisika UNP mata kuliah fisika inti merupakan mata kuliah yang wajib diambil untuk prodi pendidikan fisika ataupun fisika. Hal-hal yang dipelajari pada mata kuliah fisika inti yang terdapat dalam sinopsis mata kuliah fisika inti jurusan fisika FMIPA UNP yaitu mempelajari tentang model-model dan struktur inti, peluruhan radioaktif, reaksi inti, partikel elementer dan berbagai perangkat alat percobaan pengembangan ilmu dan teknologi nuklir^[7].

Berdasarkan data hasil penyebaran angket tabel 1, pada butir pernyataan materi fisika inti sebagian

besar merupakan materi yang abstrak dapat disimpulkan mayoritas responden setuju bahwa materi fisika inti sebagian besar merupakan materi yang abstrak. Berdasarkan hasil wawancara dengan mahasiswa yang diwawancarai setuju bahwa materi fisika inti tergolong materi yang abstrak.

Berdasarkan RPS mata kuliah fisika inti dipaparkan capaian pembelajaran dan deskripsi singkat mata kuliah yang dapat dilihat pada lampiran 2, bahan kajian mata kuliah fisika inti dapat dikategorikan materi yang abstrak. Abstrak yang dimaksud yaitu abstrak dari segi ukuran objek yang dikaji dalam fisika inti. Pada pembahasan tentang sifat inti dikemukakan bahwa ukuran inti berkisar pada orde fm (femto meter) yang setara dengan 10^{-15} m (meter). Sehingga sangat sulit untuk mengamati inti dari sebuah atom sebagai objek kajian langsung dalam fisika inti. Ukuran objek kajian fisika inti yang kecil bukan berarti bahan kajian fisika inti tidak nyata, gejala yang diakibatkan oleh aktivitas inti merupakan sesuatu nyata, misalnya berdasarkan percobaan rutherford yang menembak plat emas tipis menggunakan sinar alfa ditemukan ada sinar yang menembus, dibelokkan dan dipantulkan.

Selain ukuran inti yang mengalami peluruhan kecil, waktu terjadinya peristiwa peluruhan untuk beberapa jenis inti atom berlangsung cepat. Misalnya waktu paruh dari Uranium adalah 0,52 s. Sulit untuk mengamati sebuah peristiwa yang terjadi dalam waktu 0,52 s tersebut.

Kegiatan laboratorium secara virtual memanfaatkan teknologi komputer yang memungkinkan kita untuk dapat memvisualisasi proses peristiwa fisika inti dalam bentuk gambar yang dapat bergerak, sehingga kita dapat lebih mudah memahami prosesnya. Praktikum atau kegiatan laboratorium sebagai salah satu bentuk proses pembelajaran membutuhkan sumber belajar penunjang yang memberikan petunjuk kegiatan yang akan dilakukan. Sumber belajar yang berisikan petunjuk, langkah-langkah kegiatan untuk mencapai suatu tujuan pembelajaran disebut dengan Lembar Kerja Mahasiswa (LKM). Berdasarkan penjabaran analisis materi, peneliti menilai bahwa kegiatan virtual laboratorium merupakan salah satu solusi alternatif untuk mengatasi masalah bahwa peristiwa fisika inti sulit diamati secara langsung dan LKM merupakan sumber belajar yang tepat untuk mendukung kegiatan laboratorium virtual tersebut.

Analisis mahasiswa, pada analisis ini kita perlu mengetahui apa saja yang telah diketahui, sehingga kita dapat merencanakan apa yang akan dipelajari dan diketahui, informasi apa saja yang mahasiswa butuhkan. Kita perlu mengidentifikasi kebutuhan dan masalah dari segi mahasiswa. Dalam rangka mengidentifikasi hal tersebut kita dapat melakukan survey menggunakan angket, wawancara, pretest atau pre-assesmen terhadap mahasiswa untuk pengumpulan data^[9].

Mata kuliah fisika inti merupakan salah satu dari jenis Mata Kuliah Bidang Keahlian (MKBK) yang termasuk kepada kategori mata kuliah wajib. Mata kuliah fisika inti dapat diambil di semester ke 6, dimana mahasiswa fisika telah mengambil mata kuliah fisika dasar, fisika modern, fisika kuantum dan mata kuliah prasyarat lainnya sebelum mengambil mata kuliah fisika inti. Sebagai mahasiswa semester enam yang sebelumnya telah mengambil mata kuliah seperti fisika dasar, fisika modern dan fisika kuantum, maka mahasiswa hendaknya sudah pernah menjumpai konsep yang sudah pernah dipelajari pada mata kuliah prasyarat tersebut seperti konsep hukum konservasi energi, hukum konservasi massa, energi potensial yang nantinya akan diterapkan lagi pada mata kuliah fisika inti.

Berdasarkan hasil analisis aspek kurikulum, materi dan mahasiswa didapatkan bahwa masalah yang ditemukan yaitu belum ada kegiatan laboratorium pada mata kuliah fisika inti, sedangkan pada sinopsis mata kuliah terdapat kegiatan praktikum. Selain itu materi fisika inti bersifat abstrak, sehingga sulit untuk mengamati proses aktivitas inti secara nyata. Kemudian dari segi mahasiswa, masih belum maksimalnya jumlah mahasiswa yang memahami konsep fisika inti dengan baik. Untuk itu sebagai solusi peneliti membuat bahan ajar berupa LKM untuk menunjang pelaksanaan kegiatan laboratorium virtual.

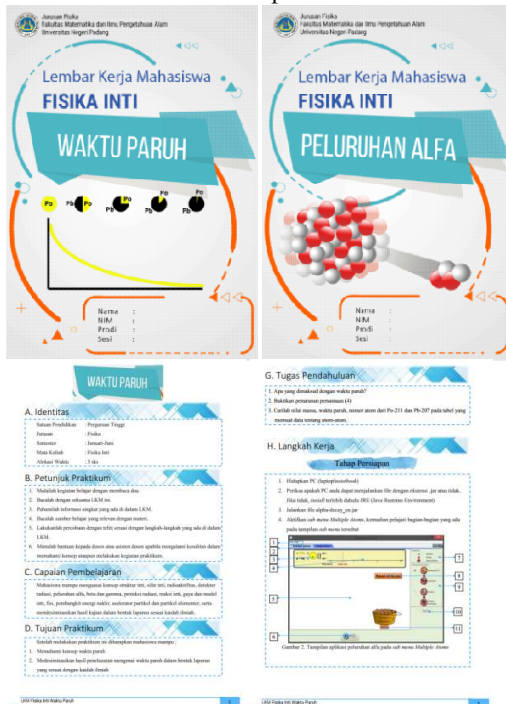
2. Tahap Desain (*Design*)

Pada tahap perancangan ini dilakukan pemilihan media, pemilihan format, pembuatan layout (kerangka), dan perancangan instrumen evaluasi. Pada pemilihan media, LKM yang dibuat sebagai penunjang kegiatan laboratorium untuk materi peluruhan radioaktif dipilih 2 buah aplikasi PhET dengan judul *Alpha Decay* (Peluruhan Alfa) dan *Beta Decay* (Peluruhan Beta). Pemilihan format dalam mengembangkan perangkat pembelajaran ini dimaksudkan untuk mendesain dan merancang isi dari LKS yang dikembangkan peneliti. Pemilihan format LKS yang dikembangkan mengikuti format LKS yaitu : judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas , langkah kerja dan penilaian^[8]. Pembuatan *layout* dilakukan mengikuti format yang telah ditentukan dan ditambahkan beberapa modifikasi guna menyesuaikan karakteristik kegiatan laboratorium virtual. Pada tahap desain ini dilakukan perancangan instrumen evaluasi untuk digunakan pada tahap selanjutnya.

3. Tahap Pengembangan (*Development*)

Produk yang dikembangkan pada penelitian pengembangan ini adalah Lembar Kerja Mahasiswa (LKM) pada materi peluruhan radioaktif. LKM dikembangkan dari dua Sub-CPMK (Sub Capaian Pembelajaran Mata Kuliah) yang terdapat dalam RPS (Rencana Pembelajaran Semester) Fisika Inti. Pada RPS fisika inti, materi atau bahan kajian tentang

peluruhan radioaktif terbagi berdasarkan jenisnya diantaranya peluruhan alfa dan peluruhan beta. Jumlah LKM yang dikembangkan dari dua Sub-CPMK ini adalah tiga LKM dengan judul Waktu Paruh, Peluruhan Alfa, dan Peluruhan Beta. Produk LKM yang dikembangkan merupakan LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual. LKM yang dibuat termasuk kedalam jenis bahan ajar cetak. LKM ini dibuat sebagai penunjang kegiatan laboratorium untuk materi peluruhan radioaktif.



Gambar 3. Tampilan LKM yang dikembangkan
 Hasil validasi LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual diperoleh dari lima orang tenaga ahli. Tenaga ahli yang dipilih merupakan rekomendasi dari pembimbing. Tenaga ahli tersebut merupakan dosen fisika FMIPA UNP. Lembar angket validasi sebagai instrumen validasi berisikan butir-butir indikator berupa pernyataan mengenai LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual.

Butir indikator dinilai dengan menggunakan empat skor. Skor tertinggi untuk setiap indikator adalah 4, sedangkan skor terendah adalah 1. Data dari seluruh validator untuk setiap butir indikator ditotalkan, kemudian dari total skor dikonversi menjadi nilai. Nilai tertinggi adalah 100, sedangkan nilai terendah adalah 25. Nilai yang didapatkan setiap butir indikator kemudian dirata-ratakan menjadi nilai kelayakan komponen.

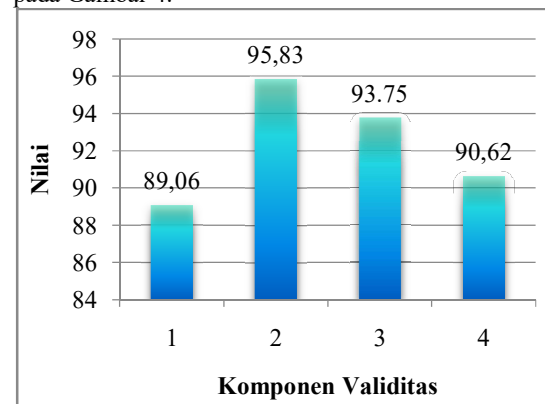
Indikator penilaian validitas berisikan penilaian terhadap empat komponen yaitu mencakup kelayakan isi, kebahasaan, sajian, dan kegrafikan. Selanjutnya nilai validitas didapatkan dengan merata-ratakan nilai kelayakan masing-masing komponen. Nilai pada analisis data validasi ini digolongkan atas empat kriteria yaitu sangat valid, valid, cukup valid dan

tidak valid. Hasil analisis keempat komponen penilaian validitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual dapat dirangkum secara keseluruhan yang dirincikan pada tabel 2 berikut.

Tabel 2. Nilai Rata-Rata Komponen Validitas

No.	Komponen	Jumlah Indikator	Nilai
1	Kelayakan Isi	8	89,06
2	Kelayakan Penyajian	7	95,83
3	Kelayakan Kegrafikan	10	93,75
4	Kelayakan Bahasa	8	90,62
Nilai Validitas			92,31

Nilai komponen diperoleh melalui rata-rata nilai setiap indikator. Nilai validitas diperoleh dengan menghitung rata-rata nilai setiap komponennya. Berdasarkan nilai validitas setiap komponen tersebut, maka hasil plot nilai setiap komponen dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Grafik nilai validitas

Pada grafik nilai validitas Gambar 4 di atas komponen penilaian validitas terdiri dari : (1) kelayakan isi; (2) kelayakan penyajian; (3) kelayakan kegrafikan; dan (4) kelayakan kebahasaan. Nilai validitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif ditentukan dengan mencari rata-rata keempat komponen. Rata-rata kelima komponen adalah 92,31 dan berada pada rentang kriteria sangat valid. Jadi, LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif layak untuk digunakan dengan nilai validitas 92,31 yang termasuk ke dalam kriteria sangat valid.

Berdasarkan hasil validasi oleh tenaga ahli terdapat beberapa saran dari tenaga ahli. Revisi dilakukan berdasarkan saran-saran dari tenaga ahli setelah melakukan validasi. Revisi yang dilakukan antara lain terkait konsistensi penomoran dalam LKM, penegasan penggunaan istilah massa atom, dan penambahan informasi terkini terkait materi peluruhan radioaktif.

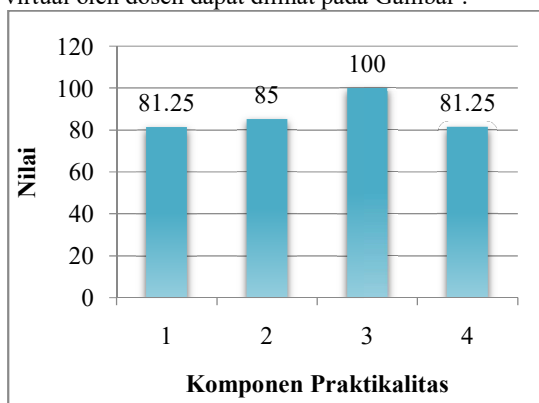
Rangkaian tahapan penelitian yang terakhir pada penelitian ini adalah uji coba produk guna mengetahui nilai praktikalitas produk yang dihasilkan. Hasil praktikalitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual diperoleh dari 2 orang

dosen jurusan fisika FMIPA UNP yang mengampu mata kuliah fisika inti dan 21 orang mahasiswa yang mengikuti kuliah fisika inti. Lembar angket uji praktikalitas sebagai instrumen penilaian praktikalitas berisikan butir-butir indikator berupa pernyataan mengenai kepraktisan LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual.

Penilaian butir indikator praktikalitas menggunakan empat skor. Skor tertinggi untuk setiap indikator adalah 4, sedangkan skor terendah adalah 1. Data dari seluruh praktisi untuk setiap butir indikator ditotalkan, kemudian dari total skor dikonversi menjadi nilai. Nilai tertinggi adalah 100, sedangkan nilai terendah adalah 25. Nilai yang didapatkan setiap butir indikator kemudian dirata-ratakan menjadi nilai kelayakan komponen.

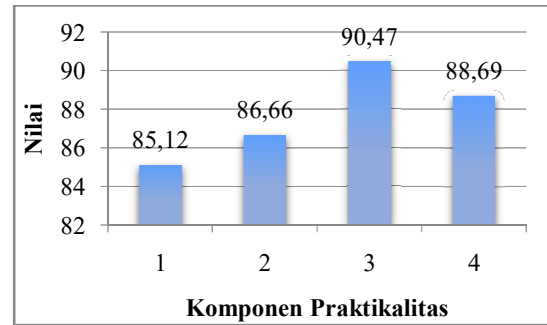
Indikator penilaian praktikalitas berisikan penilaian terhadap empat komponen yaitu mencakup kemudahan penggunaan, kemenarikan sajian, manfaat, dan peluang implementasi. Selanjutnya nilai praktikalitas didapatkan dengan merata-ratakan nilai masing-masing komponen. Nilai pada analisis data praktikalitas ini digolongkan atas empat kriteria yaitu sangat praktis, praktis, cukup praktis dan tidak praktis.

Hasil analisis keempat komponen penilaian praktikalitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual oleh dosen dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Grafik nilai praktikalitas oleh Dosen Pada grafik nilai praktikalitas gambar 14 di atas komponen penilaian validitas terdiri dari : (1) kemudahan penggunaan; (2) kemenarikan sajian; (3) manfaat LKM; dan (4) peluang implementasi LKM. Nilai Praktikalitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif ditentukan dengan mencari rata-rata keempat komponen. Rata-rata keempat komponen adalah 86,87 dan berada pada rentangan kriteria sangat praktis. Jadi, LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif memiliki nilai praktikalitas oleh Dosen 86,87 termasuk ke dalam kriteria sangat praktis.

Hasil analisis praktikalitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual oleh mahasiswa dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Grafik nilai praktikalitas oleh mahasiswa Pada grafik nilai praktikalitas gambar 15 di atas komponen penilaian praktikalitas terdiri dari : (1) kemudahan penggunaan; (2) kemenarikan sajian; (3) manfaat LKM; dan (4) peluang implementasi LKM. Nilai praktikalitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif ditentukan dengan mencari rata-rata keempat komponen. Rata-rata keempat komponen adalah 87,73 dan berada pada rentangan kriteria sangat praktis. Jadi, LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif memiliki nilai praktikalitas oleh mahasiswa 87,73 termasuk ke dalam kriteria sangat praktis.

B. Pembahasan

Produk yang dihasilkan dari hasil penelitian ini LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif, hasil validasi oleh lima orang tenaga ahli, hasil praktikalitas oleh tiga orang dosen dan 21 mahasiswa jurusan fisika. LKM yang telah dikembangkan memiliki tampilan yang menarik dan struktur LKM sesuai dengan panduan pengembangan bahan ajar. LKM ini berisi cover, judul, identitas, petunjuk praktikum, capaian pembelajaran, tujuan praktikum, informasi singkat, tugas pendahuluan, langkah kerja, tugas mandiri dan penilaian. Hal ini sesuai dengan struktur LKS yaitu : judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas, langkah kerja dan penilaian^[5].

Pembelajaran yang bersifat saintifik merupakan pembelajaran yang prosesnya menggunakan pendekatan ilmiah untuk mencapai tujuan pembelajaran. Tahapan pendekatan ilmiah secara umum yaitu mengamati, merumuskan masalah, mengumpulkan informasi, mencoba atau eksperimen, menganalisis, menarik kesimpulan. Bentuk pembelajaran pada pendidikan tinggi salah satunya adalah praktikum. Praktikum memungkinkan mahasiswa untuk mendapatkan pengalaman belajar melalui tahapan pendekatan ilmiah. Selain berkaitan dengan karakteristik pembelajaran yang bersifat saintifik, praktikum juga tepat dengan pelaksanaan pembelajaran yang bersifat kolaboratif, dimana dalam pelaksanaan praktikum mahasiswa dapat bekerja dalam kelompok dalam tahap penyelidikan. Kegiatan praktikum juga merupakan pembelajaran yang berpusat pada mahasiswa, karena pada kegiatan

praktikum mahasiswa mendapatkan konsep pembelajaran melalui penyelidikan yang dilakukan. Hal ini sesuai dengan Karakteristik proses pembelajaran yaitu proses pembelajaran terdiri atas sifat interaktif, holistik, integratif, saintifik, kontekstual, tematik, efektif, kolaboratif, dan berpusat pada mahasiswa^[1].

Berdasarkan hasil uji validitas oleh tenaga ahli dapat disimpulkan bahwa produk LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif memiliki nilai validitas 92,31. Nilai ini berada pada rentang nilai 75 sampai 100 yaitu kriteria sangat valid. Berdasarkan hal tersebut dapat dikemukakan bahwa LKM yang dikembangkan memiliki konten yang sesuai untuk kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif, penyajian yang lengkap, tampilan yang baik, dan penggunaan bahasa yang baik. LKM yang dikembangkan ditinjau dari segi konten memuat sesuai dengan capaian pembelajaran dalam RPS. Hal ini dikarenakan pengembangan LKM mengikuti panduan pengembangan bahan ajar dimana pada tahap awal dilakukan analisis terhadap tuntutan kompetensi yang telah direncanakan dalam RPS.

LKM yang dikembangkan dilihat dari aspek penyajian memuat struktur LKM yang lengkap sesuai dengan acuan yang digunakan. Ditinjau dari aspek kegrafikan LKM yang dikembangkan memiliki tata letak yang tersusun proporsional dan pemilihan warna pada LKM harmonis dimana warna yang harmonis dari 3 unsur utama warna (merah, kuning, biru) maksimal memadukan 2 unsur utama warna atau menggunakan pemilihan variasi warna dari gradien warna yang sama. Berdasarkan aspek kebahasaan LKM yang dikembangkan sebagai sebuah petunjuk kerja menggunakan langkah kerja yang runtut dan padu.

Selain itu, berdasarkan hasil validasi dan saran-saran dari validator pada lembaran validasi, LKM untuk menunjang kegiatan laboratorium virtual pada peluruhan radioaktif telah dilakukan revisi. Revisi yang dilakukan yaitu dari segi bahan kajian peluruhan radioaktif tentang penggunaan istilah massa inti, penggunaan penomoran yang konsisten, dan tambahan informasi terkini terkait bahan kajian peluruhan radioaktif. Setelah dilakukan revisi dihasilkan LKM yang lebih baik dari sebelumnya.

Hasil uji praktikalitas LKM oleh dosen memiliki nilai 86,87 dan oleh mahasiswa 87,73. Nilai ini berada pada rentang nilai 75 sampai 100 yaitu kriteria sangat praktis. Berdasarkan hal tersebut dapat dikemukakan bahwa LKM ini mudah digunakan dalam proses pembelajaran, kemenarikan sajian LKM baik, LKM sangat bermanfaat dalam pembelajaran serta implementasi LKM yang baik. Ditinjau dari segi kemudahan, LKM memuat langkah kerja yang rinci dan sistematis mulai dari tahap persiapan hingga tahap mengkomunikasikan. Dari segi manfaat, LKM memuat langkah kegiatan yang

memungkinkan mahasiswa untuk memperoleh hasil pembelajarannya melalui tahapan yang mandiri sehingga mahasiswa dapat menemukan atau membuktikan konsep yang dipelajarinya. Hal ini sesuai dengan tujuan penyusunan lembar kerja yaitu membimbing mahasiswa untuk memproses hasil belajarnya sehingga dapat menemukan atau membuktikan konsep secara mandiri^[5].

Kendala yang dihadapi dalam penelitian ini yaitu pada proses uji praktikalitas dengan 21 mahasiswa penginstallan *software* JRE (*Java Runtime Environment*) menghabiskan waktu beberapa saat. Kemudian pendistribusian file master untuk menginstall *software* JRE tersebut menggunakan flashdisk juga terkendala dengan adanya virus. Sehingga waktu pelaksanaan praktikalitas lebih lama daripada waktu sudah yang direncanakan.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan diperoleh kesimpulan sebagai berikut : nilai validitas LKM penunjang kegiatan laboratorium virtual pada materi peluruhan radioaktif untuk perkuliahan fisika inti dapat digolongkan pada kriteria sangat valid dengan nilai validitas yaitu 92,31 dan sangat praktis dengan nilai praktikalitas oleh dosen 86,87 dan rata-rata nilai praktikalitas oleh mahasiswa 87,73.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Kemendikbud. 2014. *Buku Kurikulum Pendidikan Tinggi*. Jakarta : Kemendikbud
- [2] Permenristekdikti Nomor 44 Tahun 2015 tentang *Standar Nasional Pendidikan Tinggi*. Jakarta : Kemenristekdikti
- [3] Scheckler, R.K. 2003. "Virtual labs: a substitute for traditional labs". *International Journal of Developmental Biology* 47. Page : 231-236.
- [4] Masril, Hidayati & Yenni Darvina. 2018. "The Development of Virtual Laboratory Using ICT for Physics in Senior High School". *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering* 335 (1), 012069.
- [5] Asra, S. d. (2007). *Metode Pembelajaran*. Bandung: CV Wacana Prima.
- [6] Tegeh, I Made, I Nyoman Jampel, dan Ketut Pudjawan. 2014. *Model Penelitian Pengembangan*. Yogyakarta : Graha Ilmu.
- [7] FMIPA UNP. 2014. *Buku Pedoman Akademik FMIPA Universitas Negeri Padang*. Padang : UNP
- [8] Depdiknas. 2008. *Panduan Pengembangan Bahan Ajar*. Jakarta : Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Atas
- [9] Aldoobie, Nada. 2015. "ADDIE Model". *American International Journal of Contemporary Research*. Vol. 5, No. 6. Page 68-72.