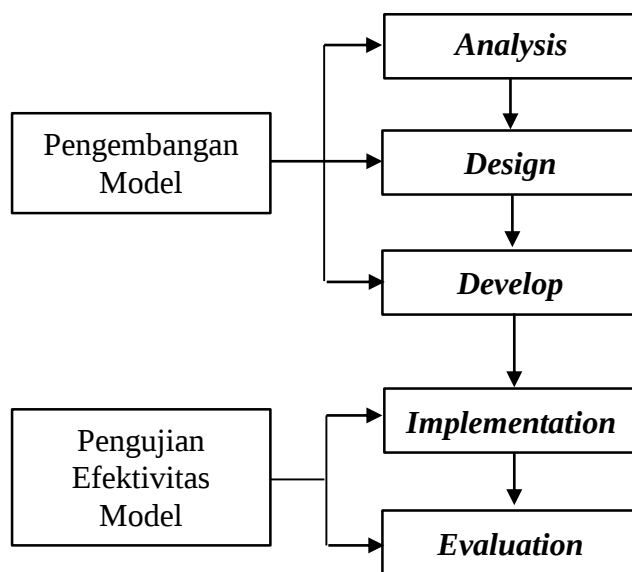


BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam pengembangan model *Virtual Higher Order Thinking Laboratory* (Virtual HOTS Lab) adalah desain pengembangan instruksional model ADDIE (Dick & Carey, 2001) yang terdiri atas tahap *analysis* (analisis), tahap *design* (perancangan), tahap *develop* (pengembangan), tahap *implementation* (implementasi), dan tahap *evaluation* (evaluasi). Tahapan tersebut dikelompokkan ke dalam dua fase utama yaitu fase pengembangan model dan fase pengujian efektivitas model. Fase pengembangan model terdiri atas tahap *analysis*, *design* dan *develop*. Sedangkan fase pengujian efektivitas model terdiri atas tahap *implementation* dan tahap *evaluation*. Secara garis besar desain penelitian ditunjukkan pada Gambar 3.1.



Gambar 3.1. Desain Penelitian

3.1.1 Fase Pengembangan Model

Tujuan akhir fase pengembangan model adalah diperolehnya model Virtual HOTS Lab yang siap diimplementasikan pada pembelajaran dalam bentuk kegiatan praktikum fisika. Fase pengembangan model terdiri atas tahap *analysis*, *design*, dan *develop*. Masing-masing tahap memiliki tujuan utama yang akan diperoleh melalui berbagai kegiatan.

3.1.1.1 Tahap *Analysis* (Analisis)

Pengembangan Model ADDIE dimulai dari tahap analisis. Tahap ini berupa analisis kebutuhan (*need assessment*) untuk membangun rasional bagi pengembangan model Virtual HOTS Lab, berupa analisis kelayakan dan syarat bagi pengembangan model Virtual HOTS Lab di salah satu LPTK di Bengkulu. Analisis kebutuhan yang dilakukan pada penelitian ini meliputi: (1) studi dokumen standar kompetensi lulusan untuk matakuliah fisika modern; (2) studi sarana dan prasarana laboratorium fisika, bentuk dan keterlaksanaan praktikum fisika, analisis daya dukung bagi pengembangan dan implementasi model Virtual HOTS Lab; (3) studi dokumen buku penuntun praktikum fisika modern untuk mengetahui topik dan jumlah praktikum yang sudah dilaksanakan, serta untuk memperoleh gambaran tahap-tahap praktikum yang terdapat pada lembar kerja praktikum; (4) interviu dengan dosen pengampu matakuliah fisika modern dan laboran untuk memperoleh gambaran keterlaksanaan dan bentuk praktikum fisika modern; (5) studi persepsi mahasiswa terhadap praktikum dan pembekalan keterampilan abad 21 melalui kegiatan praktikum. Aspek persepsi mahasiswa yang dieksplorasi meliputi motivasi praktikum, pentingnya kegiatan praktikum, proses pelaksanaan praktikum, peralatan praktikum, kesesuaian dengan kurikulum, penilaian praktikum, bentuk praktikum, dan pembekalan keterampilan abad 21; dan (7) studi profil keterampilan berpikir tingkat tinggi awal mahasiswa menggunakan lembar tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah, serta tes keterampilan penalaran ilmiah (*scientific reasoning skills*) untuk mengetahui gambaran tingkat penalaran mahasiswa.

Selain kegiatan seperti diuraikan di atas, pada tahap analisis juga dilakukan studi literatur untuk memperoleh gambaran dan pemahaman terkait: model-model aktivitas laboratorium (bentuk praktikum) yang sudah tersedia (sudah dikembangkan); karakteristik dan strategi pembelajaran berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi; analisis aspek dan indikator keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif; strategi pemecahan masalah; bentuk-bentuk instrumen tes keterampilan berpikir tingkat tinggi dan prosedur pengembangannya; pengembangan dan pemanfaatan *virtual lab* dalam pembelajaran fisika; dan penelitian serupa yang telah dilakukan oleh para peneliti.

Berdasarkan hasil analisis kebutuhan dan studi literatur diperoleh gambaran atau informasi penting terkait: hambatan atau keterbatasan yang dialami pada praktikum fisika modern, sejauh mana praktikum telah membekalkan keterampilan berpikir tingkat tinggi, profil awal keterampilan berpikir tingkat tinggi mahasiswa, bagaimana karakteristik model aktivitas laboratorium berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi yang harus dikembangkan untuk mengatasi keterbatasan yang ada, dan bagaimana karakteristik *virtual lab* yang dapat dijadikan sebagai media praktikum berorientasi keterampilan berpikir tingkat tinggi. Informasi dan data-data yang diperoleh selanjutnya dijadikan sebagai dasar bagi pengembangan model Virtual HOTS Lab pada matakuliah fisika modern.

3.1.1.2 Tahap *Design* (Perancangan)

Tahap perancangan pada dasarnya ditujukan untuk merancang produk baru dalam tataran konsep. Selain itu, juga dilakukan perancangan berbagai perangkat yang berhubungan dengan produk baru yang akan dikembangkan. Pada tahap ini dilakukan perancangan desain model Virtual HOTS Lab beserta instrumen evaluasi untuk mengases sejauh mana model Virtual HOTS Lab dapat digunakan untuk mencapai tujuan. Selain itu, data yang dihasilkan dari instrumen evaluasi akan digunakan sebagai salah satu pertimbangan bagi penyempurnaan model Virtual HOTS Lab sebelum diimplementasikan pada tataran yang lebih luas.

Secara lebih rinci, aktivitas pada tahap perancangan berisi kegiatan: (1) merencanakan tujuan pengembangan model Virtual HOTS Lab berdasarkan data-data yang diperoleh pada tahap analisis; (2) merancang desain model Virtual HOTS Lab yang terdiri dari sintaks atau tahapan model, desain lembar kerja praktikum (tahapan praktikum, konteks masalah, pertanyaan penuntun, simulasi komputer yang digunakan), dan desain program Virtual HOTS Lab (berupa *flowchart* dan *storyboard*); (3) merancang kisi-kisi instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif, lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum, lembar persepsi mahasiswa terhadap penerapan model Virtual HOTS Lab; (4) membuat rencana pembelajaran pada uji coba dan implementasi model Virtual HOTS Lab pada praktikum fisika modern; dan (5) merancang kisi-kisi lembar *expert judgment* model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif.

3.1.1.3 Tahap *Develop* (Pengembangan)

Tahap pengembangan merupakan realisasi dari kerangka konseptual yang diperoleh pada tahap perancangan (*design*) ke dalam bentuk produk model Virtual HOTS Lab yang siap diimplementasikan. Secara lebih rinci, aktivitas pada tahap pengembangan terdiri atas kegiatan: (1) menetapkan tujuan pengembangan Virtual HOTS Lab; (2) mengembangkan model Virtual HOTS Lab yang terdiri atas tahapan model dan lembar kerja praktikum (LKP) yang selanjutnya direpresentasikan dalam bentuk program Virtual HOTS Lab; (3) mengembangkan instrumen tes yang akan digunakan untuk mengases tujuan, yaitu tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif, lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum, dan lembar persepsi mahasiswa terhadap penerapan model Virtual HOTS Lab; (4) menetapkan rencana pembelajaran pada saat uji coba dan implementasi model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum fisika; (5) mengembangkan lembar *expert judgment* untuk menguji validitas isi model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif; (6) melakukan uji validitas model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes menggunakan metode *expert judgment*. Penilaian ahli yang dilakukan pada model Virtual HOTS Lab meliputi aspek konten (isi) dan aspek IT, masing-masing dilakukan oleh 3 pakar pembelajaran fisika (untuk aspek konten) dan 3 pakar ICT (untuk aspek IT), sedangkan penilaian instrumen tes dilakukan oleh 3 pakar pembelajaran fisika; dan (7) melakukan uji reliabilitas instrumen tes melalui uji coba lapangan.

Selain kegiatan-kegiatan tersebut, pada tahap pengembangan juga dilakukan uji coba penggunaan model Virtual HOTS Lab pada praktikum fisika modern. Uji coba lapangan ini bertujuan untuk memperoleh gambaran sejauhmana efektivitas penggunaan model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa. Hasil uji coba digunakan sebagai dasar untuk membuat keputusan terkait apakah model Virtual HOTS Lab yang telah dihasilkan dapat langsung diimplementasikan pada pembelajaran atau masih perlu dilakukan penguatan pada bagian-bagian yang masih dapat dioptimalkan melalui proses revisi. Data hasil tes yang didapatkan pada uji coba penggunaan model akan digunakan untuk mengidentifikasi dan memperoleh

gambaran indikator-indikator keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah apa saja yang sudah mencapai kategori tinggi dan indikator apa saja yang masih berada pada kategori rendah dan sedang. Hasil proses identifikasi tersebut akan digunakan untuk menentukan tahapan dan aktivitas-aktivitas praktikum apa yang perlu dimodifikasi, diperkuat, atau ditambahkan untuk meningkatkan keterampilan mahasiswa pada indikator-indikator yang masih berada pada kategori rendah dan sedang.

Metode yang digunakan pada uji coba penggunaan model Virtual HOTS Lab adalah eksperimen kuasi dengan desain *one-group pretest-posttest design*. Subjek yang terlibat dalam uji coba model Virtual HOTS Lab adalah mahasiswa calon guru fisika pada program studi pendidikan fisika di salah satu LPTK di Kota Bengkulu. Subjek uji coba dikumpulkan dalam satu kelas pembelajaran. Sebelum dan setelah melakukan praktikum menggunakan model Virtual HOTS Lab, subjek diberikan tes keterampilan berpikir kritis (O_1) dan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif (O_2) untuk mengetahui kemampuan mahasiswa sebelum dan setelah perlakuan. Desain uji coba penggunaan model Virtual HOTS Lab ditunjukkan pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1
Desain One-Group Pretest-Posttest pada Uji Coba Model Virtual HOTS Lab

<i>Pretest</i>	<i>Perlakuan</i>	<i>Posttest</i>
O_1, O_2	Praktikum menggunakan model Virtual HOTS Lab	O_1, O_2

3.1.2. Fase Pengujian Efektivitas Model

Tujuan dari fase pengujian efektivitas model adalah untuk memperoleh gambaran lengkap tentang bagaimana tingkat efektivitas implementasi model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa. Pengujian efektivitas model Virtual HOTS Lab dilakukan melalui implementasi model pada kegiatan praktikum fisika pada topik efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas. Fase pengujian efektivitas model terdiri atas tahap implementasi dan evaluasi. Masing-masing tahap memiliki tujuan utama yang diperoleh melalui beberapa bentuk kegiatan.

3.1.2.1 Tahap *Implementation* (Implementasi)

Tahap implementasi merupakan tahap dimulainya penggunaan produk baru dalam lingkungan yang nyata. Tahap implementasi pada penelitian ini berupa penerapan model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum fisika modern. Tahap implementasi model Virtual HOTS Lab dilakukan menggunakan metode eksperimen kuasi dengan desain *non equivalent control group design* sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.2. Pada desain tersebut, kelas eksperimen diberi perlakuan berupa kegiatan praktikum menggunakan model Virtual HOTS Lab, dan kelas kontrol diberi perlakuan berupa kegiatan praktikum virtual menggunakan model verifikasi (*cookbook*). Sebelum dan setelah intervensi, kedua kelas akan diberikan tes keterampilan berpikir kritis (O_1) dan tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif (O_2) untuk mengetahui kemampuan mahasiswa sebelum dan setelah mahasiswa mengikuti kegiatan praktikum.

Tabel 3.2
Desain Non Equivalent Control Group pada Implementasi Model Virtual HOTS Lab

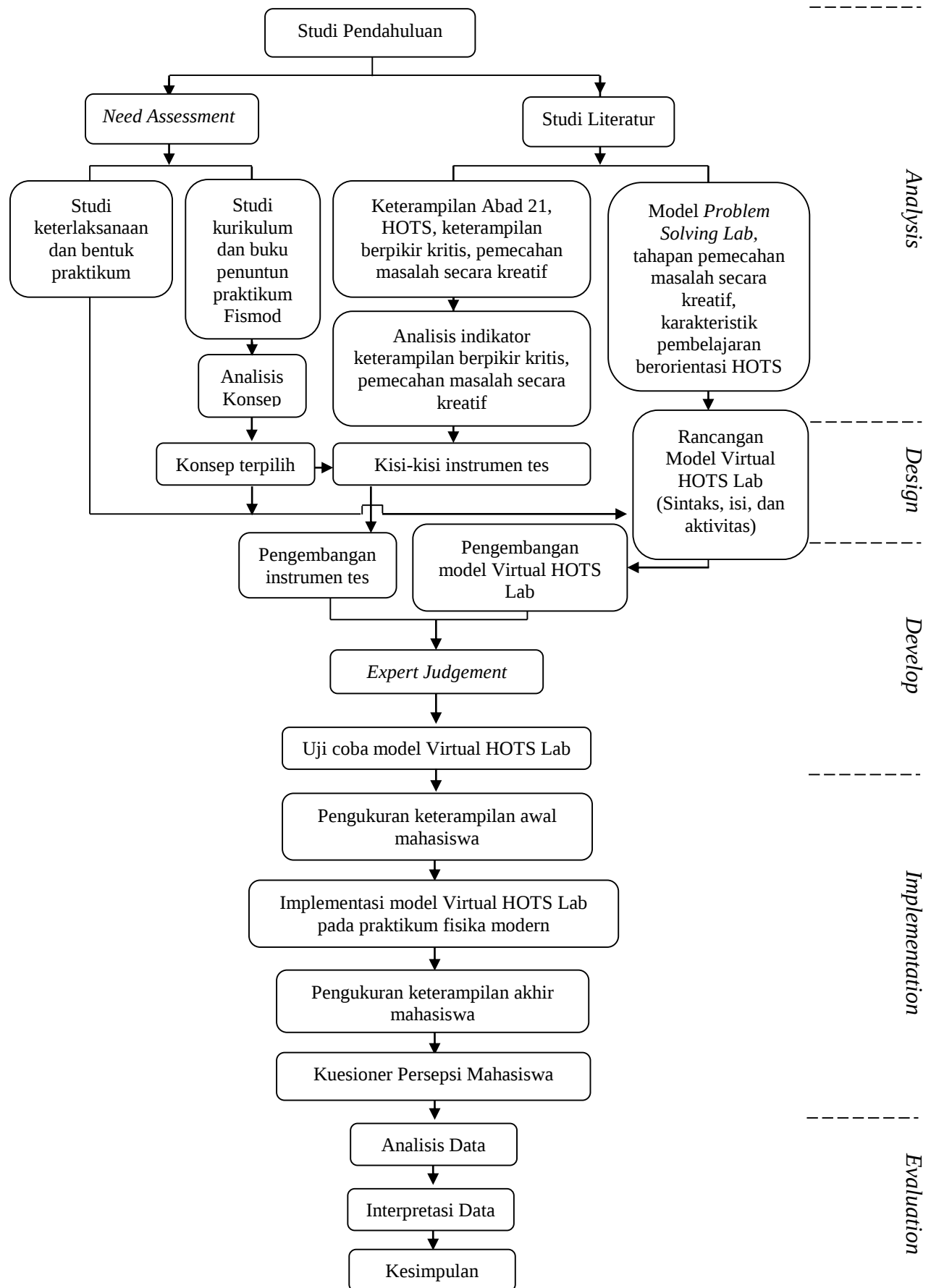
Kelas	Pretest	Intervensi	Posttest
Eksperimen	O_1, O_2	Praktikum menggunakan model Virtual HOTS Lab	O_1, O_2
Kontrol	O_1, O_2	Praktikum menggunakan model verifikasi	O_1, O_2

3.1.2.2 Tahap *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi bertujuan untuk melihat kembali dampak pembelajaran dengan cara kritis, mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk, mengukur apa yang telah mampu dicapai oleh sasaran, dan mencari informasi apa saja yang dapat membuat peserta didik mencapai hasil dengan baik. Pada tahap evaluasi akan dilakukan analisis terhadap data-data yang diperoleh selama implementasi model. Data kuantitatif yang diperoleh selama implementasi model Virtual HOTS Lab akan digunakan untuk mengetahui tingkat efektivitas model dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa dan untuk mengetahui sejauhmana pengaruh penerapan model terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa. Sementara itu, data kualitatif yang dihasilkan selama dan setelah implementasi digunakan untuk mengidentifikasi kemudahan dan kesulitan selama implementasi

model dan untuk mengetahui persepsi mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif.

Secara umum tahap evaluasi ditujukan untuk memperoleh gambaran sejauh mana model Virtual HOTS Lab yang telah dikembangkan dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa melalui kegiatan praktikum, memperoleh gambaran kemudahan dan kesulitan (kekuatan dan keterbatasan) selama implementasi model, serta memperoleh gambaran persepsi mahasiswa terhadap kemampuan model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif. Secara garis besar prosedur pengembangan model Virtual HOTS Lab ditunjukkan pada Gambar 3.2.



Gambar 3.2. Prosedur Pengembangan Model Virtual HOTS Lab

Sutarno, 2018

PENGEMBANGAN MODEL VIRTUAL HIGHER ORDER THINKING SKILLS LABORATORY UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS DAN PEMECAHAN MASALAH SECARA KREATIF MAHASISWA CALON GURU FISIKA

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

3.2 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat penting dalam mengumpulkan data-data penelitian. Jenis instrumen penelitian, jenis data, teknik pengumpulan data, dan sumber data pada setiap tahap pengembangan model Virtual HOTS Lab secara garis besar ditunjukkan pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3
Instrumen dan Teknik Pengumpulan Data

Tahap Pengembangan Model	Jenis Data	Teknik Koleksi Data	Sumber Data	Jenis Instrumen
<i>Analysis</i>	Data Komponen lembar kerja praktikum Fisika Modern	Reviu dokumen	Dokumen Tertulis	Lembar reviu buku penuntun praktikum
	Data persepsi mahasiswa terhadap praktikum yang selama ini telah dilakukan	Lembar Persepsi	Mahasiswa	Lembar persepsi mahasiswa
	Data profil awal penalaran ilmiah, keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah mahasiswa	Tes tertulis	Mahasiswa	Lembar tes penalaran ilmiah, keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah
<i>Design</i>	Data rancangan model Virtual HOTS Lab (sintaks dan isi model)	<i>Forum Group Discusion (FGD)</i>	Dosen Pembimbing	Lembar rancangan model Virtual HOTS Lab
	Data rancangan software/program Virtual HOTS Lab (alur dan <i>storyboard</i>)	<i>Forum Group Discusion</i>	Dosen Pembimbing	Lembar rancangan software/program Virtual HOTS Lab
	Data kisi-kisi instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif	<i>Forum Group Discusion</i>	Dosen Pembimbing	Lembar kisi-kisi instrumen tes
<i>Develop</i>	Data <i>expert judgment</i> model Virtual HOTS Lab (Program Virtual HOTS Lab)	<i>Expert judgement</i>	Ahli	Lembar <i>expert judgment</i> model Virtual HOTS Lab
	Data <i>expert judgment</i> instrumen tes	<i>Expert judgement</i>	Ahli	Lembar <i>expert judgment</i>

Tahap Pengembangan Model	Jenis Data	Teknik Koleksi Data	Sumber Data	Jenis Instrumen
	keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif			instrumen tes
	Data skor tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif untuk uji reliabilitas	Tes tertulis	Mahasiswa	Lembar tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif
	Data skor tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif untuk uji coba model Virtual HOTS Lab	Tes tertulis	Mahasiswa	Lembar tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif
<i>Implementation</i>				
	Data skor <i>pretest</i> keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif	Tes tertulis	Mahasiswa	Lembar <i>pretest</i> keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif
	Data observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab pada praktikum fisika modern	Observasi	Observer	Lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab
	Data skor <i>posttest</i> keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif	Tes tertulis	Mahasiswa	Lembar <i>posttest</i> keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif
	Data persepsi mahasiswa terhadap implementasi model <i>Virtual HOTS Lab</i> dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif	Lembar Persepsi	Mahasiswa	Lembar persepsi mahasiswa
<i>Evaluation</i>	Seluruh data yang			Seluruh instrumen

Tahap Pengembangan Model	Jenis Data	Teknik Koleksi Data	Sumber Data	Jenis Instrumen
	diperoleh pada tahap implementasi model Virtual HOTS Lab, yaitu: data skor tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif, data observasi keterlaksanaan model, dan data persepsi mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab			yang diperoleh pada tahap implementasi model, yaitu: lembar tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif, lembar observasi keterlaksanaan model, dan lembar persepsi mahasiswa

3.3 Teknik Analisis Data

3.3.1 Uji Validitas

Uji validitas yang digunakan dalam penelitian ini adalah validitas logis. Validitas logis yang dimaksud terdiri atas validitas isi dan validitas konstruk. Uji validitas dilakukan pada model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes (keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif) dengan metode *expert judgment*. Produk model Virtual HOTS Lab ditelaah oleh tiga orang ahli pembelajaran fisika dan tiga ahli media pembelajaran berbasis ICT berdasarkan suatu kriteria. Instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif ditelaah oleh tiga orang ahli pembelajaran fisika berdasarkan suatu kriteria. Pada tahap ini, akan diperoleh saran-saran perbaikan bagi model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes dari para ahli.

Data hasil uji validitas model Virtual HOTS Lab dan instrumen tes dianalisis secara deskriptif untuk mengetahui keabsahan model dan instrumen tes yang telah dikembangkan. Masukan dan saran yang diberikan digunakan sebagai dasar untuk melakukan penyempurnaan model dan instrumen tes melalui proses revisi atau modifikasi.

3.3.2 Uji Reliabilitas

Setelah instrumen tes direvisi sesuai saran yang diberikan ahli, instrumen tes

keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif selanjutnya diuji coba di lapangan. Data hasil uji coba lapangan dianalisis secara kuantitatif untuk menentukan derajat reliabilitas instrumen tes. Uji reliabilitas instrumen tes dilakukan menggunakan uji *Cronbach-Alpha* melalui program SPSS 20. Persamaan yang digunakan untuk menghitung koefisien reliabilitas *Cronbach's Alpha* (r) ditunjukkan pada persamaan (3.1).

$$r = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_x^2} \right) \quad (3.1)$$

Pada persamaan (3.1), n merupakan jumlah item tes, $\sum \sigma_i^2$ merupakan jumlah varians skor tiap-tiap item, dan σ_x^2 merupakan varians total. Koefisien reliabilitas r yang diperoleh selanjutnya diinterpretasi menggunakan Tabel 3.4 (Arikunto, 2008).

Tabel 3.4
Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas Tes (r)	Kriteria
$0,00 \leq r \leq 0,20$	Sangat Lemah
$0,20 < r \leq 0,40$	Lemah
$0,40 < r \leq 0,60$	Cukup
$0,60 < r \leq 0,80$	Tinggi
$0,80 < r \leq 1,00$	Sangat Tinggi

Selain untuk menentukan koefisien reliabilitas instrumen tes, data yang diperoleh dari hasil uji coba juga digunakan untuk menentukan derajat konsistensi internal butir tes. Dalam sebuah instrumen tes, setiap butir tes harus mampu mengukur hal yang sama dan menunjukkan kecenderungan yang sama pula. Ini berarti harus ada korelasi positif antara skor masing-masing butir dengan skor totalnya. Pengujian konsistensi internal butir-butir tes dilakukan menggunakan uji korelasi *product moment* menggunakan program SPSS 20. Konsistensi internal butir ke- i dapat dihitung menggunakan persamaan (3.2).

$$r_{xy} = \frac{n \sum XY - (\sum X)(\sum Y)}{\sqrt{(n \sum X^2 - (\sum X)^2)(n \sum Y^2 - (\sum Y)^2)}} \quad (3.2)$$

Pada persamaan (3.2), r_{xy} adalah indeks konsistensi internal untuk butir ke- i , n adalah banyaknya subjek yang dikenai tes, X adalah skor butir ke- i (dari subjek uji

coba), dan Y adalah skor total (dari subjek uji coba). Butir soal dikatakan konsisten jika $r_{xy} \geq 0,3$ dan tidak konsisten jika $r_{xy} < 0,3$ (Budiyo, 2003).

3.3.3 Peningkatan Skor Tes

Peningkatan rerata skor tes keterampilan berpikir kritis dan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif dihitung menggunakan konsep rerata gain yang dinormalisasi (N -gain atau $\langle g \rangle$) berdasarkan data skor *pretest* dan *posttest*. Formulasi yang digunakan untuk menghitung rerata N -gain keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif ditunjukkan pada persamaan (3.3), dan kriteria untuk menginterpretasi N -gain ditunjukkan pada Tabel 3.5 (Hake, 1998).

$$N - gain = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{100 - \text{Skor Pretest}} \quad (3.3)$$

dengan N -gain merupakan rerata peningkatan skor, skor *posttest* merupakan skor rerata *posttest*, skor *pretest* merupakan skor rerata *pretest*, dan skor maksimal merupakan skor maksimum (ideal) pada tes.

Tabel 3.5
Kriteria N -gain

Rerata N -gain	Kriteria
N -gain $> 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq N$ -gain $\leq 0,70$	Sedang
N -gain $< 0,30$	Rendah

3.3.4 Uji Prasyarat Analisis

Uji prasyarat analisis terdiri atas uji normalitas distribusi data dan uji homogenitas varian data. Uji normalitas dan uji homogenitas dilakukan terhadap skor *pretest*, *posttest* dan N -gain keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa. Asumsi normalitas merupakan prasyarat kebanyakan prosedur statistika inferensial. Pada penelitian ini asumsi normalitas dieksplorasi menggunakan uji normalitas *Kolmogorov-Smirnov* dengan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$. Apabila diketahui data berdistribusi normal, maka langkah selanjutnya adalah melakukan uji homogenitas varian data menggunakan Uji *Levene*. Uji *Levene* digunakan untuk mengetahui apakah asumsi varian kedua kelompok data sama besar terpenuhi atau tidak terpenuhi. Apabila data tidak berdistribusi normal, maka tidak perlu dilakukan uji homogenitas varian data

sebelum uji beda dua rerata.

Data hasil uji normalitas distribusi data dan uji homogenitas varian data akan dijadikan sebagai dasar untuk menentukan pengujian apa yang selanjutnya harus ditempuh. Jika data berdistribusi normal (baik homogen maupun tidak homogen) maka pengujian berikutnya dapat dilakukan menggunakan uji parametrik, namun jika data tidak berdistribusi normal (baik homogen maupun tidak homogen) maka pengujian berikutnya harus dilakukan menggunakan uji non parametrik.

3.3.5 Uji Beda Dua Rerata

Uji beda dua rerata dilakukan menggunakan uji t apabila prasyarat normalitas data terpenuhi, dan uji Man Whitney bila prasyarat normalitas data tidak terpenuhi. Uji beda dua rerata digunakan untuk membandingkan dua rerata (*mean*) dari dua sampel independen. Rumusan hipotesis statistik pada uji ini adalah sebagai berikut:

$$H_0 : \mu_1 \leq \mu_2$$

$$H_1 : \mu_1 > \mu_2$$

dimana, μ_1 merupakan rerata peningkatan skor (*N-gain*) keterampilan berpikir kritis atau pemecahan masalah secara kreatif kelas eksperimen dan μ_2 merupakan rerata peningkatan skor keterampilan berpikir kritis atau pemecahan masalah secara kreatif kelas kontrol. H_0 merupakan hipotesis yang menyatakan rerata peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif (*N-gain*) kelas kontrol lebih besar dari atau sama dengan kelas eksperimen dan H_1 merupakan hipotesis yang menyatakan rerata peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol. Dalam penelitian ini kelas eskperimen adalah kelas yang dikenai implementasi model Virtual HOTS Lab, sedangkan kelas kontrol adalah kelas yang melakukan praktikum virtual menggunakan model verifikasi (*cookbook*). Dalam pengujian hipotesis, kriteria untuk menolak atau tidak menolak H_0 berdasarkan nilai *Sig.* adalah jika *Sig.* $< \alpha$ maka H_0 ditolak dan jika *Sig.* $\geq \alpha$ maka H_0 tidak dapat ditolak.

Pada program SPSS, nilai *Sig.* berarti peluang (*probability value*, sering disingkat *p-value*), maksudnya adalah jika hipotesis nol (H_0) benar maka nilai *Sig.* menunjukkan besarnya peluang yang didapatkan untuk mengatakan bahwa H_0 salah. Jika nilai *Sig.* yang didapatkan dari hasil uji t sama dengan atau lebih kecil

dari nilai taraf signifikansi yang dipilih untuk menguji hipotesis yaitu $\alpha=0,05$ maka nilai ini jatuh pada daerah penolakan H_0 pada kurva normal, sebaliknya jika nilai *Sig.* lebih besar dari $\alpha=0,05$ maka nilai ini akan jatuh pada daerah penerimaan H_0 pada kurva normal.

Output yang dihasilkan dari uji beda dua rerata menggunakan SPSS 20 dianalisis untuk menentukan signifikansi perbedaan skor *N-gain* keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Hasil ini dapat memberikan gambaran sejauhmana implementasi model Virtual HOTS Lab dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa dibandingkan dengan praktikum menggunakan model verifikasi.

3.3.6 Efektivitas Implementasi Model Virtual HOTS Lab

Efektivitas penggunaan model Virtual HOTS Lab baik pada tahap uji coba maupun tahap implementasi dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa ditentukan dengan cara menghitung presentase jumlah mahasiswa yang telah mencapai kategori *N-gain* tinggi (Suhandi & Wibowo, 2012). Kriteria efektivitas penggunaan model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif ditunjukkan pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6
Kriteria Efektivitas Implementasi Model Virtual HOTS Lab

Jumlah Mahasiswa (N) dengan <i>N-gain</i> Tinggi (%)	Kriteria
$75 < N \leq 100$	Tinggi
$50 < N \leq 75$	Sedang
$N \leq 50$	Rendah

3.3.7 Ukuran Dampak

Ukuran dampak (*effect size*) merupakan pengukuran sederhana untuk mengkuantifikasi perbedaan antara dua kelompok atau kelompok yang sama dari waktu ke waktu. Penentuan ukuran dampak dilakukan untuk mengukur kekuatan pengaruh intervensi tertentu. Ukuran dampak memungkinkan kita untuk mengukur peningkatan (*gain*) prestasi pembelajar bagi sekelompok peserta didik dan variasi kinerja mahasiswa yang dinyatakan pada skala standar. Ukuran dampak dihitung

dengan mengambil perbedaan rerata *N-gain* dari dua kelompok data dan kemudian membagi hasilnya dengan standar deviasi. Ukuran dampak dapat dihitung menggunakan persamaan (3.4) (Cohen, dkk. 2007).

$$d = \frac{\bar{X}_1 - \bar{X}_2}{S_{pooled}} \quad (3.4)$$

Dengan S_{pooled} merupakan standar deviasi gabungan yang dapat ditentukan menggunakan persamaan berikut:

$$S_{pooled} = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)SD_1^2 + (n_2 - 1)SD_2^2}{n_1 + n_2}}$$

Pada persamaan (3.4), d merupakan ukuran dampak, $\bar{X}_1$ merupakan rerata *N-gain* kelas eksperimen, $\bar{X}_2$ merupakan rerata *N-gain* kelas kontrol, S_{pooled} merupakan standar deviasi gabungan, SD_1 merupakan standar deviasi data *N-gain* kelas eksperimen dan SD_2 merupakan standar deviasi data *N-gain* kelas eksperimen kelas kontrol. Kekuatan ukuran dampak implementasi model Virtual HOTS Lab terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah selanjutnya diinterpretasi menggunakan klasifikasi ukuran dampak seperti ditunjukkan pada Tabel 3.7 (Cohen, dkk. 2007).

Tabel 3.7
Kriteria Ukuran Dampak

Nilai Ukuran Dampak (d)	Kriteria Pengaruh
$d > 0,80$	Besar
$0,20 \leq d \leq 0,80$	Sedang
$d < 0,20$	Kecil

3.3.8 Persepsi Mahasiswa Terhadap Implementasi Model Virtual HOTS Lab

Persepsi mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab pada praktikum fisika dijamin menggunakan lembar persepsi. Data persepsi mahasiswa digunakan untuk mengetahui gambaran tanggapan mahasiswa terhadap kemampuan model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan motivasi belajar, meningkatkan keterampilan berpikir kritis, dan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif. Tanggapan mahasiswa dikelompokkan ke dalam beberapa kategori persetujuan/ ketidaksetujuan yaitu sangat setuju (SS), setuju (S), tidak setuju (TS),

dan sangat tidak setuju (STS). Persentase jumlah responden dalam suatu tanggapan dapat ditentukan menggunakan persamaan (3.5) (Riduwan, 2012).

$$PTR (\%) = \frac{JR}{JSR} \times 100 \% \dots\dots\dots(3.5)$$

Pada persamaan (3.5), PTR (%) merupakan persentase responden terhadap suatu tanggapan, JR merupakan jumlah responden pada suatu tanggapan, dan JSR merupakan jumlah seluruh responden. Kriteria jumlah responden terhadap suatu tanggapan dapat diketahui melalui Tabel 3.8 (Riduwan, 2012).

Tabel 3.8
Kriteria Jumlah Responden Terhadap Suatu Tanggapan

Jumlah Responden dalam Suatu Tanggapan (%)	Kriteria
PTR = 0	Tak Seorangpun
$1 \leq PTR \leq 24$	Sebagian Kecil
$25 \leq PTR \leq 49$	Hampir Sebagian
PTR = 50	Sebagian
$51 \leq PTR \leq 75$	Sebagian Besar
$76 \leq PTR \leq 99$	Hampir Seluruhnya
PTR = 100	Seluruhnya

3.4 Hasil Perancangan dan Pengembangan Instrumen Tes dan Non Tes

3.4.1 Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan pada perancangan instrumen tes berpikir kritis diadopsi dari kerangka kerja berpikir kritis Halpern (2010). Pada kerangka kerja berpikir kritis Halpern, terdapat 5 aspek domain umum berpikir kritis yang dijabarkan ke dalam 23 indikator berpikir kritis. Pada penelitian ini, masing-masing aspek berpikir kritis diwakili oleh 2 indikator berpikir kritis sehingga secara keseluruhan terdapat 10 indikator berpikir kritis yang digunakan. Tiap-tiap indikator selanjutnya dikembangkan ke dalam butir-butir soal keterampilan berpikir kritis pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas. Soal tes keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan berbentuk esai (konstruk respon). Pada setiap soal, tester dihadapkan pada pertanyaan yang menuntut mereka untuk membuat sebuah pilihan dari dua kemungkinan pilihan yang ada, serta diminta memberikan alasan atau penjelasan terkait pilihan tersebut. Kisi-kisi instrumen tes keterampilan berpikir kritis pada

konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas ditunjukkan pada Tabel 3.9.

Tabel 3.9
Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal
Penalaran	Mengevaluasi validitas data	Mengevaluasi kebenaran data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas	1
	Menginterpretasi hasil eksperimen	Menginterpretasi data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas	2
Pengujian Hipotesis	Menginterpretasi hubungan antar variabel	Menjelaskan hubungan antar variabel berdasarkan data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas	3
	Menarik kesimpulan berdasarkan informasi yang disajikan pada tabel atau grafik	Menarik kesimpulan berdasarkan data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser yang disajikan dalam tabel/lampu lucutan gas	4
Analisis argumen	Mengidentifikasi elemen-elemen kunci suatu argumen	Mengidentifikasi elemen-elemen kunci suatu argumen terkait hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas	5
	Menarik pernyataan (<i>statement</i>) yang tepat berdasarkan suatu set data	Menarik <i>statement</i> yang tepat berdasarkan data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser yang disajikan pada tabel/lampu lucutan gas	6
Analisis kemungkinan dan ketidakpastian	Memprediksi kemungkinan suatu kejadian	Memprediksi hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/ lampu lucutan gas berdasarkan variabel yang diketahui	7
	Menentukan nilai yang diharapkan dalam situasi dengan peluang yang diketahui	Menentukan nilai suatu besaran fisis berdasarkan nilai-nilai besaran fisis lain yang diketahui terkait data hasil percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas	8
Pemecahan masalah dan	Menguji prosedur yang sesuai dalam memecahkan	Menguji prosedur percobaan efek fotolistrik/pembentukan laser/lampu lucutan gas untuk	9

Aspek Berpikir Kritis	Indikator Berpikir Kritis	Indikator Soal	Nomor Soal
pengambilan keputusan	masalah	memecahkan persoalan yang dihadapi	10
	Mengenali karakteristik masalah dan merencanakan pemecahan yang sesuai	Membuat rencana pemecahan masalah yang akan diterapkan untuk memperoleh solusi	

Kisi-kisi yang terdapat pada Tabel 3.9 selanjutnya direalisasikan dalam bentuk butir-butir tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif pada konsep efek fotolistrik. Instrumen tes keterampilan berpikir kritis versi awal yang diperoleh selanjutnya divalidasi pada aspek isi menggunakan metode *expert judgment* (penilaian atau telaah ahli). Pada uji validasi, butir-butir tes ditelaah berdasarkan beberapa kriteria yaitu ketiadaan miskonsepsi, kesesuaian isi soal dengan konsep fisika yang dipelajari pada level universitas, kesesuaian soal dengan indikator, ketepatan kunci jawaban, dan kesesuaian tata bahasa yang digunakan dengan kaedah Bahasa Indonesia. Terdapat tiga ahli pembelajaran fisika (konten fisika) yang terlibat dalam proses validasi. Hasil validasi ahli terhadap instrumen tes keterampilan berpikir kritis pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas ditunjukkan pada Tabel 3.10.

Tabel 3.10
Hasil Validasi Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Nomor Soal	Hasil Validasi Ahli
1 s/d 10	▪ Isi soal tidak mengandung miskonsepsi ▪ Isi soal telah memiliki kesesuaian dengan konsep fisika yang dipelajari pada level universitas ▪ Indikator soal telah memiliki kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis ▪ Isi soal telah memiliki kesesuaian dengan indikator keterampilan berpikir kritis ▪ Kunci jawaban tidak mengandung kesalahan ▪ Tata bahasa yang digunakan telah memiliki kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia

Terdapat beberapa catatan yang diberikan oleh ahli pada kolom keterangan pada lembar *judgment* instrumen tes konsep efek fotolistrik. Pada soal nomor 1, 3 dan 8, satu dari tiga ahli menyatakan bahwa redaksional soal belum lengkap (ada kata-kata yang tertinggal). Sebagai contoh, pada kunci jawaban terdapat jawaban

alasan, tetapi pada soal kalimat yang meminta mahasiswa mengemukakan alasan tidak ada. Perlu penambahan kalimat “Apa alasannya?” pada redaksional soal. Pada kolom kesimpulan, ahli tersebut memberikan kesimpulan bahwa soal dapat digunakan setelah dilengkapi. Sementara itu, pada instrumen tes keterampilan berpikir kritis untuk konsep lainnya, ketiga ahli menyatakan bahwa instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang dikembangkan telah memenuhi unsur kelayakan dan dapat digunakan untuk kepentingan pembelajaran/penelitian. Hal ini berarti bahwa instrumen tes yang telah dikembangkan telah memenuhi kelayakan dan dapat digunakan pada uji coba lapangan untuk menentukan derajat reliabilitas instrumen tes.

Setelah instrumen tes direvisi sesuai saran ahli dan dinyatakan telah memenuhi persyaratan untuk digunakan, instrumen tes keterampilan berpikir kritis selanjutnya diuji cobakan kepada 32 mahasiswa calon guru fisika (9 laki-laki dan 23 perempuan) di salah satu LPTK di Kota Bengkulu pada hari yang berbeda. Subjek yang dilibatkan dalam uji coba instrumen tes adalah mahasiswa yang sudah pernah mengambil matakuliah fisika modern. Sebelum mengerjakan soal, mahasiswa diberi penjelasan terkait prosedur pengerjaan soal dan rentang waktu penyelesaian. Proses uji coba instrumen tes dilakukan selama 90 menit untuk setiap konsep, dimulai dari pukul 08.00 wib s/d 09.30 wib. Pada uji coba instrumen tes konsep efek fotolistrik, terdapat 8 mahasiswa (25%) yang mengumpulkan jawaban dalam rentang 60-70 menit, sedangkan 24 mahasiswa lainnya (75%) mengumpulkan jawaban setelah waktu tes telah usai. Pada uji coba instrumen tes konsep pembentukan laser dan lampu lucutan gas, seluruh mahasiswa (100%) mengumpulkan jawaban setelah waktu tes dinyatakan telah habis, yaitu setelah tes berlangsung 90 menit.

Data yang diperoleh dari uji coba instrumen tes keterampilan berpikir kritis selanjutnya digunakan untuk menentukan koefisien reliabilitas instrumen tes dan konsistensi internal butir-butir tes menggunakan uji *Cronbach's Alpha* dan korelasi *product moment* melalui software SPSS 20. Data hasil uji coba instrumen tes keterampilan berpikir kritis untuk ketiga konsep ditunjukkan pada Tabel 3.11 dan Tabel 3.12. Berdasarkan data pada tabel dapat diketahui bahwa koefisien reliabilitas tes berada pada kategori tinggi dan indeks konsistensi internal butir-butir tes berada

pada kategori konsisten. Hal ini berarti bahwa instrumen tes keterampilan berpikir kritis yang dihasilkan dapat memberikan tingkat keajegan yang baik (tinggi) dalam mengukur keterampilan berpikir kritis mahasiswa. Contoh instrumen tes keterampilan berpikir kritis dapat dilihat pada Lampiran B.1.

Tabel 3.11
Koefisien Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Instrumen Tes	Konsep	Koefisien Reliabilitas (r)	Kategori
Keterampilan Berpikir Kritis	Efek Fotolistrik	0,71	Tinggi
	Pembentukan Laser	0,72	Tinggi
	Lampu Lucutan Gas	0,70	Tinggi

Tabel 3.12
Indeks Konsistensi Internal Butir Tes Keterampilan Berpikir Kritis

Nomor Soal	Konsep Efek Fotolistrik		Konsep Pembentukan Laser		Lampu Lucutan Gas	
	Indeks	Kategori	Indeks	Kategori	Indeks	Kategori
1	0,74	Konsisten	0,51	Konsisten	0,72	Konsisten
2	0,36	Konsisten	0,59	Konsisten	0,38	Konsisten
3	0,44	Konsisten	0,63	Konsisten	0,43	Konsisten
4	0,40	Konsisten	0,37	Konsisten	0,37	Konsisten
5	0,35	Konsisten	0,50	Konsisten	0,41	Konsisten
6	0,58	Konsisten	0,57	Konsisten	0,45	Konsisten
7	0,40	Konsisten	0,37	Konsisten	0,35	Konsisten
8	0,52	Konsisten	0,39	Konsisten	0,55	Konsisten
9	0,71	Konsisten	0,76	Konsisten	0,71	Konsisten
10	0,76	Konsisten	0,63	Konsisten	0,76	Konsisten

3.4.2 Tes Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif

Indikator keterampilan pemecahan masalah secara kreatif yang digunakan pada perancangan instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif diadaptasi dari kerangka kerja CEF (2015). Terdapat 5 aspek pemecahan masalah yang akan digunakan untuk menggambarkan keterampilan mahasiswa dalam memecahkan masalah secara kreatif. Masing-masing aspek pemecahan masalah direpresentasikan melalui 2 indikator pemecahan masalah. Dengan demikian terdapat 10 indikator yang digunakan untuk menggambarkan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa.

Setiap aspek pemecahan masalah memuat keterampilan berpikir divergen dan

konvergen. Dengan demikian kedua indikator pemecahan masalah yang terdapat dalam setiap aspek pemecahan masalah secara berurutan merepresentasikan penggunaan keterampilan berpikir divergen dan konvergen. Setiap indikator selanjutnya dikembangkan ke dalam butir-butir soal keterampilan pemecahan masalah secara kreatif pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas. Soal tes pemecahan masalah dikembangkan dalam bentuk esai. Pada setiap soal, mahasiswa dihadapkan pada pertanyaan yang menuntut penggunaan keterampilan berpikir divergen dan konvergen secara proporsional. Keterampilan berpikir divergen digunakan untuk menghasilkan berbagai opsi atau alternatif-alternatif, sedangkan berpikir konvergen digunakan untuk mengevaluasi dan memilih salah satu opsi atau alternatif terbaik diantara beberapa opsi yang ada yang dapat mengarahkan pada solusi pemecahan masalah. Soal nomor 1 s/d 4 memiliki sub pertanyaan a, b, c dimana sub pertanyaan b menguji keterampilan berpikir divergen, sedangkan sub pertanyaan a dan c menguji keterampilan berpikir konvergen. Soal nomor 5 memiliki sub pertanyaan a dan b yang menguji keterampilan berpikir divergen dan konvergen. Kisi-kisi instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas ditunjukkan pada Tabel 3.13.

Tabel 3.13

Kisi-Kisi Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif

Langkah Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Soal	Nomor Soal
Mengeksplorasi Masalah	Menghasilkan beberapa pernyataan masalah (<i>problem statement</i>) berdasarkan konteks masalah	Menghasilkan beberapa pernyataan masalah yang dapat merepresentasikan permasalahan utama yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Divergen)	1b
	Memilih pernyataan masalah yang dapat merepresentasikan permasalahan utama yang dihadapi	Memilih pernyataan masalah yang dapat merepresentasikan permasalahan utama yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Konvergen)	1a dan c
Mengumpulkan Data	Menghasilkan berbagai data/fakta/informasi	Menghasilkan data/fakta/informasi yang dapat dapat membantu	2b

Langkah Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Soal	Nomor Soal
	yang berhubungan dengan konteks masalah	dalam memahami permasalahan yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Divergen)	2 a dan c
	Memilih data penting yang dapat membantu dalam memahami permasalahan yang dihadapi	Memilih data/fakta/informasi yang dapat membantu dalam memahami permasalahan yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Konvergen)	
Merumuskan Tantangan	Menghasilkan pertanyaan-pertanyaan yang berhubungan dengan permasalahan	Menghasilkan pertanyaan-pertanyaan masalah yang dapat mengarahkan pada apa yang sebenarnya dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Divergen)	3b
	Memilih pertanyaan masalah yang dapat mengarahkan pada apa yang sebenarnya dibutuhkan untuk memecahkan masalah	Memilih pertanyaan-pertanyaan masalah yang dapat mengarahkan pada apa yang sebenarnya dibutuhkan untuk memecahkan masalah yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Konvergen)	3 a dan c
Mengeksplorasi Ide	Menghasilkan ide-ide untuk memecahkan masalah	Menghasilkan ide-ide yang untuk memecahkan masalah yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Divergen)	4b
	Memilih ide yang paling sesuai untuk memecahkan masalah	Menghasilkan dan memilih ide yang paling sesuai untuk memecahkan masalah yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Konvergen)	4 a dan c
Merumuskan Rencana Tindakan	Menghasilkan beberapa rencana tindakan yang	Menghasilkan beberapa rencana tindakan yang	5a

Langkah Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Indikator Soal	Nomor Soal
	akan diterapkan untuk memecahkan masalah	akan diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Divergen)	
	Memilih rencana tindakan yang paling sesuai untuk memecahkan masalah	Memilih rencana tindakan yang akan diterapkan untuk memecahkan permasalahan yang terdapat pada konteks masalah yang disajikan (Berpikir Konvergen)	5b

Kisi-kisi instrumen tes yang terdapat pada Tabel 3.13 selanjutnya direalisasikan dalam bentuk butir-butir soal keterampilan pemecahan masalah secara kreatif pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas. Instrumen tes versi awal yang diperoleh selanjutnya divalidasi dalam bentuk *expert judgment* (penilaian atau pertimbangan ahli). Pada uji validasi tersebut, butir-butir tes ditelaah berdasarkan beberapa kriteria, yaitu ketiadaan miskonsepsi, kesesuaian isi soal dengan konsep fisika yang dipelajari pada level universitas, kesesuaian soal dengan indikator, ketepatan kunci jawaban, dan kesesuaian tata bahasa yang digunakan dengan kaedah Bahasa Indonesia. Terdapat tiga ahli pembelajaran fisika (konten fisika) yang terlibat dalam proses validasi. Hasil validasi ahli terhadap instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif pada konsep efek fotolistrik, pembentukan laser, dan lampu lucutan gas ditunjukkan pada Tabel 3.14.

Tabel 3.14
Hasil Validasi Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif

Nomor Soal	Hasil Validasi Ahli
1 s/d 5	▪ Isi soal tidak mengandung miskonsepsi ▪ Isi soal telah memiliki kesesuaian dengan konsep fisika yang dipelajari pada level universitas ▪ Indikator soal telah memiliki kesesuaian dengan indikator keterampilan pemecahan masalah secara kreatif ▪ Isi soal telah memiliki kesesuaian dengan indikator keterampilan pemecahan masalah secara kreatif ▪ Kunci jawaban tidak mengandung kesalahan

Nomor Soal	Hasil Validasi Ahli
	▪ Tata bahasa yang digunakan telah memiliki kesesuaian dengan kaidah Bahasa Indonesia

Pada kolom kesimpulan yang disediakan di akhir lembar *judgment* instrumen tes, ketiga ahli menuliskan bahwa instrumen tes yang dikembangkan telah memenuhi unsur kelayakan dan dapat digunakan dalam penelitian. Hal ini berarti bahwa instrumen tes yang telah dikembangkan telah memenuhi kelayakan dan dapat langsung digunakan pada uji coba lapangan untuk menentukan derajat reliabilitas butir-butir soal.

Setelah dinyatakan memenuhi syarat valid oleh para ahli, instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif selanjutnya diuji cobakan kepada 32 mahasiswa calon guru fisika (9 laki-laki dan 23 perempuan) pada salah satu LPTK di Kota Bengkulu. Subjek yang dilibatkan dalam uji coba instrumen tes adalah mahasiswa yang sudah pernah mengambil matakuliah fisika modern (pernah mengikuti pembelajaran efek fotolistrik). Sebelum mengerjakan soal, mahasiswa diberi penjelasan terkait prosedur pengerjaan soal dan rentang waktu penyelesaian. Proses uji coba instrumen tes berlangsung selama 90 menit, dimulai dari pukul 08.00 wib s/d 09.30 wib pada hari yang berbeda untuk konsep yang berbeda. Pada uji coba instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif konsep efek fotolistrik, terdapat 4 mahasiswa (12,5%) yang mengumpulkan jawaban dalam rentang waktu 60-70 menit, sedangkan 28 mahasiswa lainnya (87,5%) mengumpulkan jawaban setelah waktu tes dinyatakan selesai, yaitu selama 90 menit. Pada instrumen tes konsep pembentukan laser, terdapat 10 mahasiswa (31,2%) yang menyelesaikan dan mengumpulkan jawaban pada rentang 60-70 menit, dan 22 mahasiswa (68,8%) yang mengumpulkan jawaban setelah waktu tes dinyatakan telah habis, yaitu 90 menit. Sedangkan pada uji coba instrumen tes konsep lampu lucutan gas, semua mahasiswa (100%) mengumpulkan jawaban tepat setelah tes berlangsung 90 menit

Data yang diperoleh dari uji coba instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif selanjutnya digunakan untuk menentukan koefisien reliabilitas instrumen tes dan konsistensi internal butir-butir tes menggunakan uji *Cronbach's Alpha* dan korelasi *product moment* melalui software SPSS 20. Data hasil uji coba instrumen tes keterampilan berpikir kritis untuk ketiga konsep

ditunjukkan pada Tabel 3.15 dan Tabel 3.16. Berdasarkan data pada tabel diketahui bahwa koefisien reliabilitas tes berada pada kategori tinggi dan indeks konsistensi internal butir-butir tes berada pada kategori konsisten. Hal ini berarti bahwa instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif yang dihasilkan dapat memberikan keajegan dalam mengukur keterampilan pemecahan masalah secara kreatif mahasiswa pada konsep yang dieksplorasi. Contoh instrumen tes keterampilan pemecahan masalah secara kreatif dapat dilihat pada Lampiran B.3.

Tabel 3.15
Koefisien Reliabilitas Instrumen Tes Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif

Instrumen Tes	Konsep	Koefisien Reliabilitas (r)	Kategori
Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif	Efek Fotolistrik	0,80	Tinggi
	Pembentukan Laser	0,82	Tinggi
	Lampu Lucutan Gas	0,81	Tinggi

Tabel 3.16
Indeks Konsistensi Internal Butir Tes Keterampilan Pemecahan Masalah Secara Kreatif

Nomor Soal	Konsep Efek Fotolistrik		Konsep Pembentukan Laser		Lampu Lucutan Gas	
	Indeks	Kategori	Indeks	Kategori	Indeks	Kategori
1a	0,46	Konsisten	0,48	Konsisten	0,49	Konsisten
1b	0,40	Konsisten	0,56	Konsisten	0,50	Konsisten
1c	0,72	Konsisten	0,47	Konsisten	0,59	Konsisten
2a	0,42	Konsisten	0,52	Konsisten	0,49	Konsisten
2b	0,72	Konsisten	0,75	Konsisten	0,73	Konsisten
2c	0,46	Konsisten	0,61	Konsisten	0,65	Konsisten
3a	0,67	Konsisten	0,43	Konsisten	0,41	Konsisten
3b	0,43	Konsisten	0,51	Konsisten	0,51	Konsisten
3c	0,51	Konsisten	0,67	Konsisten	0,60	Konsisten
4a	0,63	Konsisten	0,74	Konsisten	0,65	Konsisten
4b	0,63	Konsisten	0,47	Konsisten	0,54	Konsisten
4c	0,56	Konsisten	0,36	Konsisten	0,41	Konsisten
5a	0,49	Konsisten	0,60	Konsisten	0,50	Konsisten
5b	0,44	Konsisten	0,46	Konsisten	0,40	Konsisten

3.4.3 Lembar *Expert Judgment* Instrumen Tes

Lembar *expert judgment* instrumen tes digunakan sebagai instrumen utama pada uji validitas butir-butir tes melalui *expert judgment*. Terdapat dua instrumen tes yang harus divalidasi sebelum uji coba lapangan untuk menentukan derajat

reliabilitas tes, yaitu instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif. Butir-butir soal pada masing-masing jenis instrumen tes ditelaah oleh ahli menggunakan empat kriteria penilaian sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 3.17.

Tabel 3.17
Kisi-kisi Lembar Expert Judgment Instrumen Tes

No	Kriteria Penilaian
1	Ketiadaan miskonsepsi pada isi soal (isi soal tidak mengandung miskonsepsi)
2	Kesesuaian isi soal dengan konsep fisika yang dipelajari pada level universitas
3	Kesesuaian indikator soal dengan indikator keterampilan berpikir kritis/pemecahan masalah secara kreatif
4	Kesesuaian isi soal dengan indikator keterampilan berpikir kritis/pemecahan masalah secara kreatif
5	Ketepatan kunci jawaban (jawaban tidak mengandung kesalahan)
6	Kesesuaian tata bahasa yang digunakan dengan kaidah Bahasa Indonesia

Tabel 3.17 memperlihatkan lima kriteria penilaian yang digunakan untuk menilai keabsahan setiap butir soal. Penilaian dilakukan dengan cara memberikan tanda ceklis pada kolom “Ya” apabila butir soal yang dinilai memiliki kesesuaian dengan kriteria yang dijadikan acuan atau “Tidak” apabila butir soal tidak memiliki kesesuaian dengan kriteria yang dijadikan acuan. Lembar *expert judgment* instrumen tes keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.5.

3.4.4 Lembar *Expert Judgment* Model Virtual HOTS Lab

Model Virtual HOTS Lab direpresentasikan dalam bentuk software/program Virtual HOTS Lab. Validitas model Virtual HOTS Lab dilakukan menggunakan metode *expert judgment*. Terdapat dua aspek penilaian model Virtual HOTS Lab yaitu aspek konten dan aspek IT (*information technology*). Pengujian validitas pada masing-masing aspek dilakukan menggunakan lembar *expert judgment*. Lembar *expert judgment* memuat beberapa aspek penilaian yang selanjutnya dijabarkan ke dalam item-item pernyataan yang akan dinilai. Kisi-kisi lembar *expert judgment* model Virtual HOTS Lab untuk aspek konten dan aspek IT ditunjukkan pada Tabel 3.18 dan 3.19. Tabel tersebut memperlihatkan 6 aspek penilaian yang dijabarkan ke dalam 13 item pernyataan yang digunakan dalam penilaian model Virtual HOTS Lab aspek konten, dan 3 aspek penilaian yang dijabarkan ke dalam 14 item

pernyataan yang digunakan dalam penilaian model Virtual HOTS Lab aspek IT. Lembar *expert judgment* model Virtual HOTS Lab secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.6 dan Lampiran B.7.

Tabel 3.18
Kisi-kisi Lembar Expert Judgment Model Virtual HOTS Lab Aspek Konten

Aspek Penilaian	Nomor Item	Jumlah Item
Tahapan Praktikum	1, 2	2
Konteks Masalah	3, 4	2
Konsep Fisika	5, 6	2
Kemampuan Model Virtual HOTS Lab dalam membekalkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif	7, 8	5
Pertanyaan Penuntun	9, 10, 11	3
Simulasi Komputer	12, 13	2
Total Item		13

Tabel 3.19
Kisi-kisi Lembar Expert Judgment Model Virtual HOTS Lab Aspek IT

Aspek Penilaian	Nomor Item	Jumlah Item
Teknis	1, 2, 3, 4, 5, 6	6
Bahasa	7, 8, 9	3
Grafis	10, 11, 12, 13, 14	5
Total Item		14

3.4.5 Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Virtual HOTS Lab pada Praktikum Fisika

Lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab digunakan selama implementasi model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum. Lembar observasi digunakan untuk menilai sejauhmana proses praktikum atau aktivitas praktikum yang terdapat dalam setiap tahapan praktikum dapat terlaksana sesuai harapan. Penilaian keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab dilakukan oleh dua orang observer yang secara langsung melakukan pengamatan selama kegiatan praktikum berlangsung. Kisi-kisi lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab ditunjukkan pada Tabel 3.20. Pada tabel tersebut terlihat bahwa keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab dinilai berdasarkan keterlaksanaan 13 tahapan praktikum. Masing-masing tahapan terdiri atas aktivitas-aktivitas praktikum yang harus dilakukan oleh mahasiswa (kelompok mahasiswa).

Keterlaksanaan aktivitas praktikum setiap kelompok diobservasi menggunakan lembar cek lis yang berisi kolom “terlaksana” atau “tidak terlaksana”. Jumlah kategori terlaksana atau tidak terlaksana dihitung untuk menentukan persentase (%) keterlaksanaan setiap tahapan praktikum model Virtual HOTS Lab. Lembar observasi keterlaksanaan model Virtual HOTS Lab pada praktikum dapat dilihat pada Lampiran B.8.

Tabel 3.20
Kisi-kisi Lembar Observasi Keterlaksanaan Model Virtual HOTS Lab pada Kegiatan Praktikum

Fase Praktikum	Tahapan Praktikum Menggunakan Model Virtual HOTS Lab	Nomor Item Observasi
Pra-Lab	Persiapan	1
	Konteks Masalah	2
	Pernyataan Masalah	3
	Rumusan Masalah	4
	Pertanyaan Pra-Prediksi	5
	Prediksi Kelompok	6
	Penentuan dan Pemilihan Ide	7
Aktivitas Lab	Eksplorasi	
	a. Fungsi Alat	8
	b. Prosedur Percobaan	9
	c. Pengumpulan Data	10
	d. Analisis Data	11
	Eksplanasi	12
	Kesimpulan	13
Jumlah Item Observasi		13

3.4.6 Lembar Persepsi Mahasiswa Terhadap Implementasi Model Virtual HOTS Lab

Persepsi atau tanggapan mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif dijamin melalui lembar persepsi. Setiap item pernyataan yang terdapat pada lembar persepsi membutuhkan tanggapan dalam bentuk persetujuan/ketidaksetujuan mahasiswa terhadap pernyataan yang diberikan. Tingkat persetujuan/ketidaksetujuan dikategorikan ke dalam 4 skala sikap yaitu SS (sangat setuju), S (setuju), TS (tidak setuju), dan STS (sangat tidak setuju). Kisi-

kisi lembar persepsi mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab ditunjukkan pada Tabel 3.21.

Tabel 3.21
Kisi-kisi Lembar Persepsi Mahasiswa Terhadap Implementasi Model Virtual HOTS Lab

Aspek	Nomor Item	Jumlah Item
Kemampuan memotivasi belajar fisika	1, 2, 3, 4, 5	5
Kemampuan meningkatkan keterampilan berpikir kritis	6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15	10
Kemampuan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah secara kreatif	16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24	10
Total Item		25

Terdapat tiga aspek utama yang menjadi target persepsi mahasiswa terhadap penggunaan model Virtual HOTS Lab pada kegiatan praktikum. Masing-masing aspek dirinci menjadi beberapa item pernyataan yang membutuhkan tanggapan mahasiswa. Lembar persepsi mahasiswa terhadap implementasi model Virtual HOTS Lab dalam meningkatkan keterampilan berpikir kritis dan pemecahan masalah secara kreatif secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.9.

3.4.7 Lembar Reviu Buku Penuntun Praktikum Fisika Modern pada Studi Pendahuluan

Gambaran komponen-komponen lembar kerja praktikum (LKP) fisika modern yang selama ini digunakan di Program Studi Pendidikan Fisika pada salah satu LPTK di Bengkulu untuk kepentingan *need assessment* (studi kebutuhan) dieksplorasi menggunakan lembar reviu dokumen berbentuk lembar ceklis. Lembar reviu penuntun praktikum digunakan untuk memperoleh gambaran komponen-komponen yang terdapat pada LKP, karakteristik LKP (bentuk praktikum), dan keterampilan-keterampilan/kemampuan yang dilatihkan kepada mahasiswa. Kisi-kisi lembar reviu dokumen penuntun praktikum fisika modern ditunjukkan pada Tabel 3.22.

Tabel 3.22 memperlihatkan tiga aspek yang menjadi target reviu dokumen. Masing-masing aspek dieksplorasi melalui beberapa item reviu. Data-data yang dihasilkan dapat digunakan untuk memperoleh informasi terkait tahap-tahap praktikum, bentuk praktikum, dan bentuk keterampilan/kemampuan yang

dilatihkan kepada mahasiswa. Lembar reviu dokumen penuntun praktikum fisika modern secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran B.10.

Tabel 3.22
Kisi-kisi Lembar Reviu Dokumen Penuntun Praktikum Fisika Modern

Aspek Reviu	Nomor Item	Jumlah Item
Komponen Lembar Kerja Praktikum	1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16	16
Karakteristik Lembar Kerja Praktikum	17, 18, 19, 20, 21, 22	6
Keterampilan/ kemampuan yang dilatihkan	23, 24, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31	9
Total Item		31

3.4.8 Lembar Persepsi Mahasiswa Terhadap Praktikum Fisika pada Studi Pendahuluan

Persepsi mahasiswa terhadap praktikum fisika yang selama ini diselenggarakan di Program Studi Pendidikan Fisika pada salah satu LPTK di Bengkulu untuk kepentingan *need assessment* (studi pendahuluan) dijaring melalui lembar persepsi mahasiswa. Setiap item pernyataan yang terdapat pada lembar persepsi membutuhkan tanggapan dalam bentuk persetujuan/ ketidaksetujuan responden terhadap pernyataan yang diberikan. Tingkat persetujuan/ketidaksetujuan dikategorikan ke dalam 4 skala sikap yaitu SS (sangat setuju), S (setuju), TS (tidak setuju), dan STS (sangat tidak setuju). Kisi-kisi lembar persepsi mahasiswa terhadap praktikum fisika ditunjukkan pada Tabel 3.23.

Tabel 3.23
Kisi-Kisi Lembar Persepsi Mahasiswa Terhadap Praktikum Fisika pada Studi Pendahuluan

Aspek Persepsi	Nomor Item	Jumlah Item
Motivasi Praktikum	1, 2, 3, 4	4
Manfaat Praktikum	5, 6, 7, 8, 9, 10	6
Peralatan Praktikum	11, 12, 13	3
Proses Praktikum	14, 15, 16, 17	4
Penilaian Praktikum	18, 19, 20, 21	4
Bentuk Praktikum	22, 23, 24, 25, 26, 27	6
Pemanfaatan Teknologi ICT	28, 29, 30, 31	4
Pembekalan Keterampilan Abad 21	32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40	9
Total Item		40

Tabel 3.23 memperlihatkan 8 aspek aspek utama yang menjadi target persepsi mahasiswa. Masing-masing aspek dirinci ke dalam beberapa item pernyataan yang membutuhkan tanggapan mahasiswa. Data yang dihasilkan dari lembar persepsi tersebut digunakan untuk memperoleh gambaran keterlaksanaan dan bentuk praktikum yang selama ini telah dilakukan. Selain itu, data yang dihasilkan dapat memberikan informasi terkait sarana dan prasarana laboratorium yang dimiliki, serta sejauh mana praktikum yang telah dilakukan dalam membekalkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (berpikir kritis, kreatif, dan pemecahan masalah. Lembar persepsi mahasiswa terhadap kegiatan praktikum yang selama ini dilakukan dapat dilihat pada Lampiran B.11.