JURNAL INOVASI DAN PEMBELAJARAN FISIKA
ISSN: 2355 – 7109
Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya
Jl. Palembang Prabumulih KM 32 Indralaya Kab. Ogan Ilir Prov. Sumatera Selatan Indonesia 30662
jipf@fkip.unsri.ac.id http://fkip.unsri.ac.id/index.php/menu/104

PENGEMBANGAN INSTRUMEN PENGUKURAN EKSPERIMEN BERPIKIR DALAM MEMECAHKAN MASALAH FISIKA DI JENJANG SEKOLAH MENEGAH ATAS

Taufiq[1)], Sudirman[1)], Kistiono[1)], Ning Ayu Oktaviani[2)]
[1)] Dosen program Studi Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya
[2)] Alumni Pendidikan Fisika FKIP Universitas Sriwijaya
taufiq@fkip.unsri.ac.id

Abstrak : Telah dikembangkan instrument pengukuran eksperimen berpikir dalam memecahkan masalah fisika di jenjang Sekolah Menengah Atas. Tujuan dalam penelitian ini adalah mengembangkan instrumen pengukuran eksperimen berpikir dalam memecahkan masalah fisika di jenjang Sekolah Menengah Atas yang Valid dan Reliabel. Produk Instrumen ini di ujicobakan di sekolah menengah atas pada kabupaten Ogan Ilir, Musi Banyuasin dan Kota Palembang yang dipilih secara acak. Jumlah subjek penelitiannya 45 siswa dari SMA yang terpilih. Jenis pengembangan ini adalah penelitian pengembangan dengan menggunakan model 4D. Pada tahap *define* dilakukan 4 langkah diantaranya analisis kebutuhan, analisis peserta didik, analisis materi, dan perumusan tujuan. Kemudian pada tahap *design* dilakukan 2 langkah diantaranya adalah mengkontruksi tes beracuan kriteria dan desain awal. Pada tahap ketiga yakni *development* dilakukan penilaian ahli dan uji pengembangan. Selanjutnya yang terakhir adalah tahap *disseminate* yaitu penyebaran dilakukan 2 langkah diantaranya pengujian validitas dan pengemasan. Hasil penelitian menunjukkan tingkat kevalidan soal dari ahli berdasarkan saran, komentar dan perbaikan termasuk dalam kategori Valid, untuk validitas secara empiris sebesar 3,81 termasuk kategori valid. Hasil reliabilitasnya adalah sebesar 0,767 termasuk dalam kategori tinggi. Pada tahap selanjutnya dilakukan kembali uji reliabilitas dengan sampel yang samaa dari sebelumnya. Hasilnya adalah bahwa reliabilitasnya sebesar 0,739 juga termasuk dalam kategori tinggi

Kata kunci : *Instrumen, eksperimen berpikir, validitas, reliabilitas, model pengembangan 4D*

Peningkatan kualitas pendidikan antara lain dengan meningkatkan kualitas pembelajaran. Hal tersebut ditindaklanjuti dalam pengembanganKurikulum 2013. Kurikulum selalu mengalami perubahan sesuai dengan perkembangan zaman, ilmu pengetahuan dan teknologi. Pada tahun 2013 pemerintah mengembangkan kurikulum pendidikan yang baru untuk mencetak generasi yang siap dalam mengapai masa depan agar memiliki kemampuan hidup sebagai pribadi yang beriman, produktif, kreatif, inovatif, dan afektif. Kurikulum 2013 menekankan pada penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan, sehingga menuntut pendidik untuk mengembangkan perangkat pembelajaran agar ketiga aspek tersebut dapat tercapai. Kurikulum 2013 dirancang untuk menguatkan kompetensi peserta didik yang dirumuskan dalam sikap spiritual (Kompetensi Inti 1), siap sosial (Kompetensi Inti 2), pengetahuan (Kompetensi Inti 3), dan keterampilan (Kompetensi Inti 4) secara utuh. (Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan 2013).

Implementasi Kurikulum 2013 erat kaitannya dengan penilaian sikap, pengetahuan, dan keterampilan dalam setiap mata pelajaran di setiap jenjang pendidikan. Pada mata pelajaran fiiska fisika dalam prosesnya selalu menekankan pada kemampuan untuk memecahkan masalah, sesuai dengan karakteristik fisika sebagai bagian dari *natural science*, pembelajaran fisika harus merefleksikan kompetensi sikap ilmiah, berfikir

ilmiah, dan keterampilan kerja ilmiah. Kegiatan pembelajaran yang dilakukan melalui proses mengamati, menanya, mencoba/mengumpulkan data, mengasosiasi/menalar, dan mengomuni-kasikan. (kemendikbud 2014. Pembelajaran fisika melalui pendekatan scientifik). Pada jenjang SMA Tujuan pembelajaran fisika yang tertuang di dalam kerangka Kurikulum 2013 ialah menguasai konsep dan prinsip serta mempunyai keterampilan mengembangkan pengetahuan dan sikap percaya diri sebagai bekal untuk melanjutkan pendidikan pada jenjang yang lebih tinggi serta mengembangkan ilmu pengetahuan dan teknologi (Kemdikbud, 2014). Berdasarkan tujuan pembelajaran tersebut maka penyelenggaraan mata pelajaran fisika di tingkat SMA/MA harus menjadi wahana atau sarana untuk melatihkan para siswa agar dapat menguasai pengetahuan, konsep, dan prinsip fisika. Dalam prosesnya pembelajaran fisika bukan hanya menekankan pada penguasaan konsep saja (konten) tetapi juga seyogyanya mengandung keempat hal yaitu konten atau produk, proses atau metode, sikap, dan teknologi sehingga pemahaman siswa terhadap fisika menjadi utuh dan dapat berguna untuk mengatasi permasalahan- permasalahan yang dihadapinya.

Para fisikawan mempelajari perilaku dan sifat materi mulai dari submikroskopis partikel sampai perilaku materi dialam semesta secara keseluruhan. Ilmuwan tidak memiliki kesempatan untuk mewujudkan mekanisme ekperimen yang rumit menyadari eksperimen mereka menambahkan banyak inovasi besar untuk sejarah ilmu pengetahuan. Contohnya, ketika Newton mulai berpikir tentang gravitasi, ia diuntungkan dari beberapa informasi yang ada tentang objek bergerak untuk sebagian besar (Bixby, 2002; Grant, 2007).

Kemampuan berpikir secara eksperimen di mana pikiran manusia cukup sebagai mekanisme yang memberikan kita beberapa contoh imajinasi dan kreativitas. Kemampuan berpikir secara eksperimen juga merupakan contoh yang memberikan kesempatan berpikir atas hukum fisika. Kemampuan eksperimen berpikir adalah proses penalaran berdasarkan hasil pemikiran diwujudkan dalam percobaan (Reiner, Haifa dan Gilbert, 2000). Menurut Gendler (1998), kemampuan eksperimen berpikir berarti menghasilkan penilaian dan komentar atas apa yang akan terjadi dalam kasus membuat sesuatu dan kejadian dalam skenario nyata yang imajinatif. Berbagai jenis kemampuan eksperimen berpikir ini dapat digunakan untuk mendukung, mengkritik teori, atau membuat yang baru.

Menciptakan dan menggunakan kemampuan eksperimen berpikir membantu siswa memecahkan masalah. Memecahkan masalah merupakan pemanfaatan dari proses berpikir. Kemampuan seseorang memecahkan suatu masalah ditentukan oleh pemahamannya terhadap masalah itu. Pentingnya pemahaman konsep dalam proses pembelajaran sangat mempengaruhi sikap, keputusan dan cara-cara memecahkan masalah (Trianto, 2007:65). Eric (2003:20) menyatakan bahwa pemecahan masalah adalah proses berpikir tingkat tinggi yang meliputi proses analisis, sintetis dan evaluasi.

Kemampuan memecahkan masalah pada dasarnya merupakan tujuan utama proses pendidikan (Dahar, 1996:138). Kemampuan memecahkan masalah penting dimiliki oleh siswa untuk menentukan sikap dan tindakan yang benar pada saat dihadapkan dengan masalah-masalah yang terjadi di masyarakat. Siswa dituntut untuk dapat memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari yang berhubungan dengan konsep fisika.

Senem Bademci dan Musa Sari pada tahun 2014 melakukan penelitian dengan judul "*Thought Experiment in Solving Physics Problems: A Study*

into Candidate Physics Teachers", penelitian ini mencoba untuk menentukan kemampuan eksperimen berpikir yang dirancang oleh mahasiswa yang belajar di program studi Fisika, Fakultas Ilmu Pendidikan, Universitas Gazi. Hasilnya menunjukkan bahwa berdasarkan klasifikasi eksperimen berpikir menurut Brown, siswa tahun pertama menunjukkan kemampuan eksperimen berpikir yang bersifat *constructive* sedangkan siswa tahun kelima menunjukkan kemampuan berpikir secara ekpserimen yang bersifat *platonic*. Selain itu hasil penelitian yang telah dilakukan Taufiq (2016) rata-rata mahasiswa fisika yang angkatan 2016 kampus palembang dan Inderalaya termasuk dalam kategori berpikir destruktif artinya bahwa kemampuan berpikir mahasiswa dalam memecahakan masalah argumentasinya masih melemahkan atau bertolak belakang dengan konsep dan teori. Berdasarkan penelitian tersebut juga diketahui bahwa mahasiswa angkatan 2016 sebagian besar saat di SMA sudah menggunakan kurikulum 2013. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang lebih komprehensif lagi dijenjang SMA untuk melihat kemampuan eksperimen berpikir siswa dalam memecahkan masalah fisika. Untuk mendapatkan data yang valid, diperlukan instrumen yang valid, maka sangat perlu sekali dikembangkan instrumen untuk mengukur kemampuan berpikir dalam memecahkan masalah fisika di tingkat Sekolah Menegah Atas. Tujuan penelitian ini adalah Menghasilkan instrumen pengukuran eksperimen berpikir dalam memecahkan masalah fisika di jenjang Sekolah Menengah Atas yang Valid secara konten dan konstruksi serta reliabel

METODE PENELITIAN

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *research depelopment* atau lebih dikenal dengan penelitian pengembangan. Model penelitan dan pengembangan yang akan digunakan peneliti kali ini ialah model penelitian dan pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagarajan, dkk. berlandaskan 4 tahap, yang kemudian peneliti adaptasi untuk digunakan pada pengembangan instrumen kali ini. Karena dianggap sesuai untuk mengembangkan instrumen pengukuran eksperimen berpikir siswa. Berikut beberapa tahap yang akan dilakukan (Thiagarajan dkk, 1974) :

a. Tahap Definisi *(define)*

Pada tahap ini ada empat langkah yaitu :

1) Analisis kebutuhan merupakan langkah awal dalam penelitian ini, dikembangkannya instrumen eksperimen berpikir ini dirasa perlu karena agar dapat menjadi salah satu instrumen pembelajaran yang dapat dengan tepat mengukur apa yang hendak di ukur dengan tingkat validitasnya yang tinggi dan memiliki keterpercayaan yang tinggi.
2) Analisis peserta didik, yaitu melihat bagaimana karakteristik dari peserta didik yang akan menjadi subjek penelitian. Subjek penelitian ini adalah siswa/i SMA N 5 Palembang. Siswa SMA yang berada diantara usia 14-17 tahun memiliki tingkat pengetahuan yang bisa dikelompokkan pada Taksonomi Bloom yaitu mulai dari C3-C5. Kemudian pengalaman belajar mereka dirasa sudah cukup memadai.
3) Analisis materi, pada tahap ini peneliti menganalisis materi yang akan di angkat yaitu materi optik. Pada pembelajaran fisika siswa dituntut untuk mampu memecahkan masalah dalam kehidupan sehari-hari, materi optik merupakan salah satu materi dasar dan pokok ada pada kelas XI IPA terdapat di dalam kurikulum 2013 berlaku saat ini, selain itu juga dikarenakan materi optik sangat dekat sekali dengan siswa aplikasinya dalam kehidupan sehari-hari.

4) Merumuskan tujuan, pada tahap ini peneliti merumuskan tujuan pengembangan instrumen dengan membuat indikator soal yang akan dikembangkan.

b. *Design* (desain)

Pada tahap ini terdapat dua langkah yang dilalui, antara lain :

1) Mengkontruksi tes beracuan kriteria dimana peneliti mulai mengkontruksi tes sesuai dengan langkah kontruksi tes dan beracuan pada unsur-unsur atau kriteria instrumen eskperimen berpikir.

2) Desain awal dilakukan peneliti dengan mendesain produk yaiu membuat kisi-kisi kemudian nantinya dapat dikembangkan menjadi soal yang selanjutnya dapat disebut dengan *prototype 1.*

c. *Development* (pengembangan)

Prototipe 1 yang dihasilkan pada tahap *design* akan dibawa ke langkah selanjutnya, antara lain :

1) Penilaian ahli (*expert appraisal)* merupakan tahap penilaian oleh pakar ahli mengenai produk yang telah dibuat *(prototype 1)* untuk dilihat validitas isi, konstruk dan bahasa, dengan memberikan lembaran *walktrough* kepada validator dan memperhatikan saran serta komentar dari pakar ahli. Jika masih belum sesuai maka akan dilakukan perbaikan oleh peneliti sampai produk dapat dikatakan layak dan sesuai yang selanjutnya disebut dengan *prototype 2*.

2) Uji pengembangan (*development testing)* dilakukan dengan mengujicobakan *prototype 2* kepada peserta didik untuk melihat reliabilitas instrumen dengan sampel yang terbatas dengan melakukan tes yakni memberikan soal kepada sampel yang mewakili populasi. Pemilihan sampel dilakukan dengan teknik purposive sampling atau dengan melihat tujuan dan memperhatikan faktor-faktor yang mendukung untuk dapat dijadikan sampel. Kemudian dilihat hasil reliabilitasnya jika masih rendah maka dilakukan perbaikan dan jika sudah cukup baik maka dibawa pada tahap selanjutnya.

d. *Disseminate* (penyebaran)

Pada tahap ini dilakukan langkah dibawah ini, yaitu :

1) Pengujian reliabilitas (uji coba tahap 2), produk yang sudah direvisi pada tahap pengembangan kemudian diimplementasikan pada sasaran yang sesungguhnya yaitu di ujicobakan lagi kepada sampel yang sama di tahap sebelumnya untuk melihat tingkat reliabilitas instrumen apakah sudah ajeg atau belum.

2) Kegiatan terakhir dari tahap ini adalah melakukan *packaging* (pengemasan), *diffusion and adoption.* Tahap ini dilakukan supaya produk dapat dimanfaatkan oleh orang lain. Pengemasan produk dapat dilakukan dengan mencetak produk yang telah jadi agar dapat dimanfaatkan oleh orang lain khususnya orang yang dalam bidang pendidikan.

Teknik Pengumpulan Data

Walktrough *Walkthrough* berupa catatan dari validator yang dilakukan oleh pakar ahli, dan digunakan untuk mengetahui validitas masing-masing soal baik dari segi konten dan konstruk.

Tes Sebagai salah satu teknik pengumpulan data, tes dilakukan untuk mengetahui hasil tes siswa menggunakan instrumen pengukuran eksperimen berpikir dalam memecahkan masalah fisika di

jenjang Sekolah Menengah Atas yang valid dan reliable.

Kriteria Keberhasilan

Validitas

Validitas pada penelitian pengembangan ini terdiri dari dua validitas, validitas dari pakar ahli dan validitas butir soal (korelasi).

Para ahli mengisi lembar validasi dengan cara men *checklist* dan juga mengisi lembar komentar dan saran. Hasil dari evaluasi para ahli berupa komentar dan saran yang dijadikan bahan untuk revisi soal yang telah dikembangkan dengan berdiskusi bersama tim peneliti.

Indikator validasi yang peneliti buat sesuai dengan konten, konstruk dan bahasa sebagai berikut (Depdiknas, 2008) :

Tabel 1. Kriteria Validitas Ahli

Konten	a. Soal harus sesuai dengan indikator. b. Setiap pertanyaan harus diberikan batasan jawaban yang diharapkan. c. Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan tujuan peugukuran (eksperimen berpikir). d. Materi yang ditanyakan harus sesuai dengan jenjang jenis sekolah atau tingkat kelas.
Konstruk	a) Menggunakan kata tanya/perintah yang menuntut jawaban terurai. b) Ada petunjuk yang jelas tentang cara mengerjakan soal. c) Setiap soal harus ada pedoman penskorannya. d) Tabel, gambar, grafik, peta, atau yang sejenisnya disajikan dengan jelas, terbaca, dan berfungsi.
Bahasa	a. Rumusan kalimat soal harus komunikatif. b. Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar (baku). c. Tidak menimbulkan penafsiran ganda d. tidak menggunakan bahasa yang tabu e. tidak mengandung kata/ungkapan yang menyinggung perasaan peserta didik

Hasil validasi oleh pakar dipertimbangkan berdasarkan hasil masukannya.

Validitas butiran soal diperoleh berdasarkan perhitungan korelasi produk momen, dengan menggunakan rumus (Arikunto, 2013: 87):

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

Keterangan :

r_{xy} = koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

N = banyaknya validator

Pengklasifikasian besarnya koefisien korelasi (Arikunto, 2013: 89):

Tabel 2. Pengklasifikasian koefisien korelasi

Nilai koefisien korelasi	Kriteria
0,800 - 1,00	Sangat tinggi
0,600 - 0,800	Tinggi
0,400 - 0,600	Cukup
0,200 - 0,400	Rendah
0,00 - 0,200	Sangat rendah

2 Reliabilitas

Uji reliabilitas akan dilakukan menggunaka rumus Alpha (dalam Arikunto, 2013: 122) sebagai

berikut :

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(1 - \frac{\sum \sigma_i^2}{\sigma_t^2}\right)$$

Dimana :

r_{11} : reliabilitas yang dicari

$\sum \sigma_i^2$: jumlah varians skor tiap-tiap item

σ_t^2 : varians total

Tabel 3. koefisien reliabilitas

Nilai koefisien reliabilitas	Kriteria
0,80 < r_{11} ≤1,00	Sangat tinggi
0,60 < r_{11} ≤0,80	Tinggi
0,40 < r_{11} ≤0,60	Sedang
0,20 < r_{11} ≤0,40	Rendah
-1,00 < r_{11} ≤ 0,20	Sangat rendah

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap *difine* (definisi)

Tahap awal pada penelitian ini ialah definisi. Pada tahap ini dilakukan beberapa langkah diantaranya, analisis kebutuhan, analisis karakter siswa, analisis materi, dan merumuskan tujuan pembelajaran.

a. Analisis kebutuhan

Pada tahap ini peneliti melakukan analasis kebutuhan. Hasilnya adalah berupa suatu masalah yang sedang dihadapi yakni kurang memadai nya instrumen yang dapat digunakan dalam pembelajaran maupun penelitian yang valid dan reliabel.

b. Analisis Peserta Didik

Pada tahap ini dilakukan analisis peserta didik yaitu didapatkan bahwa pengetahuan yang dimiliki oleh siswa SMA terdapat dalam tingkatan mulai dari C3 sampai dengan C5 kemudian pengelaman belajar mereka dianggap sudah cukup memadai karena untuk memasuki jenjang SMA itu artinya siswa tersebut telah melalui masa SD-SMP kurang lebih selama 9 tahun. Menurut Piaget, pada usia 14-16 anak telah melewati stadium operasional formal (Pratiwi dan Fasha., 2015). Anak dapat menyelesaikan masalah secara teoritis. Analisis teoritis tersebut dapat dilakukan secara verbal maupun nonverbal. Ia menganalisis dengan penyelesian hipotesis yang mungkin ada. Atas dasar ini, ia selalu membuat banyak alternatif strategi penyelesaian yang memungkinkan.

c. Analisis materi

Pada tahap ini peneliti melakukan analisis materi pada kelas XI. Materi di lihat dari silabus dan peneliti telah menentukan materi optik yang akan di pilih untuk kemudian dikembangkan instrumen untuk mengukur eksperimen berpikir siswa. Adapun diantaranya beberapa materi fisika yang ada di kelas XI adalah : 1) keseimbangan dan gerak rotasi 2) elastisitas dan Hukum Hooke 3) fluida statis 4) fluida dinamis 5) suhu dan kalor 6) teori kinetik gas 7) hukum termodinamika 8) gelombang mekanik 9) gelombang berjalan dan gelombang stasioner 10) gelombang bunyi 11) gelombang cahaya 12) alat-alat optik 13) pemanasan global.

d. Merumuskan tujuan pembelajaran

Pada tahap ini peneliti menetapkan tujuan pembelajaran yaitu :

a) Menganalisis ketinggian minimum dari sebuah cermin untuk melihat seluruh bayangan .
b) Mengukur jarak benda dan jarak bayangan dengan dua acuan yang berbeda.

c) Memilih apa yang harus dilakukan saat berada di dalam ruang gelap agar dapat melihat bayangan dalam cermin
d) Menganalisis jumlah bayangan yang terbentuk jika disediakan 2 buah cermin dan diletakkan berhimpit dengan besar sudut tertentu.
e) Menelaah bagaimana fokus lensa mata ketika melihat dua buah objek yang berbeda.
f) Mendeteksi efek perbedaan indeks bias dari beberapa zat/benda.
g) Menetapkan atau memperjelas bagaimana posisi bayangan jika dilihat dari dua posisi yang berbeda.
h) Menghubungkan sifat-sifat yang dimiliki cermin cembung dengan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

Tahap *Design*

Pada tahap ini peneliti melakukan dua hal yaitu mengkontruksi tes beracuan kriteria dimana peneliti mulai mengkontruksi tes sesuai dengan langkah kontruksi tes dan beracuan pada unsur-unsur atau kriteria instrumen eskperimen berpikir, b) *design* awal yaitu peneliti membuat kisi-kisi soal yang akan di buat. Adapun hasilnya adalah sebagai berikut :

a. Mengkontruksi tes beracuan kriteria eksperimen berpikir. Ada 6 unsur-unsur atau kriteria eksperimen berikir yakni :
   a) Membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan.
   b) Menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek.
   c) Merancang sebuah percobaan de/pemikiran. d) Melaksanakan sebuah percobaan emikiran.
   e) Membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika.
   f) Membuat kesimpulan.

Tahap *Development* (Pengembangan)

Pada tahap ini peneliti melakukan dua hal yaitu penilaian ahli dan uji pengembangan. Hasilnya adalah sebagai berikut :

a. *Expert Appraisal* (penilaian ahli)

   Pada tahap ini dilakukan penilaian oleh ahli yang kemudian disebut dengan validator terhadap instrumen yang telah dikembangkan. Validator terdiri dari dua orang dosen untuk menilai konten, konstruk, dan bahasa dari *prorotype 1* yang dibuat. Peneliti memberikan lembar validasi / *walkthrough* kepada validator untuk kemudian di isi oleh validator mengenai saran dan komentar atas *product* yang telah dibuat. Saran dan komentar validator kemudian dijadikan bahan revisi terhadap kevalidan instrumen yang dikembangkan.

b. *Development Testing* (Uji Pengembangan)

   Pada tahap sebelumnya sudah terbentuk *prototype 2* yang akan di ujicobakan ke siswa pada tahap ini, yaitu untuk melihat reliabilitas dari soal-soal yang telah dibuat. Adapun hasil reliabilitas dan validitas pada tahap ini setelah data diolah adalah dibawah ini :

Tabel 4.3. Hasil Reliabilitas Instrumen Eksperimen Berpikir Tahap *Development Testing*

reliabilitas	kategori
0,767	tinggi

Tahap *Disseminate*

Pada tahap ini dilakukan 2 langkah diantaranya adalah pengujian reliabilitas dan pengemasan, adapun hasilnya adalah sebagai berikut :

a. Pengujian relibilitas (ujicoba tahap 2), produk yang sudah direvisi pada tahap pengembangan kemudian diimplementasikan pada sasaran yang lebih banyak untuk melihat reliabilitasnya. Adapun hasil reliabilitas dan validitas instrumen adalah di bawah ini :

Tabel 4.4. Hasil Reliabilitas Instrumen Eksperimen Berpikir Tahap *Validatting Testing*

reliabilitas	kategori
0,739	tinggi

b. Kegiatan terakhir dari tahap ini adalah melakukan *packaging* (pengemasan), *diffusion and adoption*. Tahap ini dilakukan supaya produk dapat dimanfaatkan oleh orang lain. Pengemasan produk dapat dilakukan dengan mencetak produk yang telah jadi agar dapat dimanfaatkan oleh orang lain khususnya orang yang dalam bidang pendidikan.

Pembahasan

Pengembangan instrumen ini dilakukan untuk meghasilkan sebuah instrumen tes yang dapat mengukur bagaimana kemampuan eksperimenn berpikir siswa yang valid dan reliabel. Sudah dijelaskan pada bab sebelumnya bahwasannya terdapat 3 klasifikasi eksperimen berpikir yaitu *desktruktif*, *konstruktif*, dan *platonic*. Pengembangan instrumen ini dilakukan dengan model pengembangan 4D yang dikembangkan oleh Thiagajaran, dkk dan ini cocok untuk pengembangan instrumen. Hal yang pertama dilakukan peneliti adalah *define* artinya definisi diantaranya yakni analisis kebutuhan yaitu dibutuhkannya suatu instrumen yang valid dan reliabel agar bisa dijadikan sebagai instrumen dalam pembelajaran maupun dalam penelitian, kemudian dilakukan analisis peserta didik meliputi karakteristik yang mereka miliki dalam hal tingkat pengetahuan dan pengalaman belajarnya. Hasilnya adalah bahwa peserta didik SMA memiliki tingkat pengetahuan mulai dari C3 sampai dengan C5 dan pengalaman belajar yang cukup memadai. Selanjutnya adalah analisis materi, peneliti memilih salah satu materi kelas XI yaitu materi optik. Setelah menentukan materi kemudian peneliti merumuskan tujuan yaitu ada 8 tujuan diantaranya a) menganalisis ketinggian minimum dari sebuah cermin untuk melihat seluruh bayangan; b) mengukur jarak benda dan jarak bayangan dengan dua acuan yang berbeda; c) memilih apa yang harus dilakukan saat berada di dalam ruang gelap agar dapat melihat bayangan dalam cermin; d) menganalisis jumlah bayangan yang terbentuk jika disediakan 2 buah cermin dan diletakkan berhimpit dengan besar sudut tertentu; e) menelaah bagaimana fokus lensa mata ketika melihat dua buah objek yang berbeda; f) mendeteksi efek perbedaan indeks bias dari beberapa zat/benda; g) menetapkan atau memperjelas bagaimana posisi bayangan jika dilihat dari dua posisi yang berbeda; h)

menghubungkan sifat-sifat yang dimiliki cermin cembung dengan kegunaannya dalam kehidupan sehari-hari.

Langkah selanjutnya adalah *design*, pada tahap ini dilakukan dua hal yaitu mengkontruksi tes dan membuat kisi-kisi tes. Mengkontruksi tes dilakkukan dengan menyusun soal berdasarkan kriteria eksperimen berpikir. Ada 6 unsur/kriteria eksperimen berpikir yaitu 1) membuat sebuah hipotesis atau menjawab sebuah pertanyaan, 2) menciptakan sebuah imajinasi objek dunia atau kasus-kasus yang dikenal sebagai objek, 3) merancang sebuah percobaan ide/pemikiran, 4) melaksanakan sebuah percobaan pemikiran, 5) membuat sebuah deduksi percobaan ide/pemikiran dengan sederetan logika, 6) membuat kesimpulan. Setelah mengkontruksi tes selanjutnya membuat kisi-kisi tes beracuan kata kerja operasional Taksonomi Bloom mulai dari C4. Hasil dari pembuatan kisi-kisi ini bergantung pada kompetensi inti yang harus dimiliki oleh siswa kelas XI pada materi optik yang kemudian di jabarkan indikatornya dan dapat kita lihat pada tabel 4.1 diatas.

Tahap selanjutnya adalah tahap *development* yaitu pengembangan. Pada tahap ini pertama dilakukan adalah *expert appraisal* yakni penilaian oleh ahli untuk melihat validitas konten, konstruk, dan bahasanya. Peneliti melibatkan 2 orang dosen sebagai ahli. Hasil validasi yang dilakukan pada tahap penialaian oleh ahli adalah bahwa instrumen layak di uji cobakan dengan beberapa kali perbaikan. Revisi pada bagian materi adalah ada beberapa soal yang belum sesuai dengan teori yang sesungguhnya, revisi pada bagian konstruk adalah adanya gambar yang kurang jelas petunjuk atau keterangannya, dan revisi pada bagian bahasa adalah perbaikan pada kalimat atau redaksi soal yang masih belum sesuai. Setelah itu produk yang sudah valid berdasarkan konten, konstruk dan bahasanya ini disebut dengan *prototype 2* untuk kemudian di uji cobakan terhadap sampel penelitian. Selanjutnya yaitu uji pengembangan atau *development testing*. Pada tahap ini dilakukan uji coba instrumen yang telah valid secara konten dan konstruk serta bahasanya kepada beberapa sampel untuk melihat reliabilitasnya. Pengambilan sampel dengan cara purposive sampling ialah pemilihan sampel berdasarkan tujuan dan kondisi yang memungkinkan. Kelas XI IPA 1 SMA N 5

Palembang yang kemudian menjadi sampel pada tahap ini. Terdapat 17 orang siswa. Hasilnya dapat kita lihat pada tabel 4.3. terlihat bahwa reliabilitasnya termasuk dalam kategori tinggi dengan angka 0,767.

Selanjutnya masuk pada tahap *disseminate* atau penyebaran. Produk yang telah dihasilkan kemudian diuji cobakan kembali kepada sampel untuk dilihat reliabilitasnya. Pada tahap ini peneliti memakai kelas yag sama pada tahap sebelumnya yaitu kelas XI IPA 1 di SMA N 5 Palembang dengan jumlah keseluruhan siswa adalah 28 orang. Hasil reliabilitasnya adalah sebesar 0,739 termasuk dalam kateori tinggi. Dapat kita bandingkan tabel 4.3. hasil reliabilitas pada tahap uji coba ke 1 dengan tabel 4.4. hasil reliabilitas pada tahap uji coba ke 2 dimana selisih antara keduanya hanya 0.028 sangat sedikit, artinya instrumen yang dibuat bisa dikatakan reliabel. Kemudian yang paling akhir adalah pengemasan instrumen. Instrumen yang telah dibuat di kemas dan di cetak agar dapat digunakan dalam bidang pendidikan, baik untuk seorang guru mapun mahasiswa yang akan melakukan penelitian yang relevan.

Penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian yang pernah dilakukan. Diantaranya yang pertama adalah penelitian yang dilakukan oleh Pratiwi dan Fasha (2015) yang berjudul

Pengembangan Instrumen Penilaian HOTS Berbasis Kurikulum 2013 Terhadap Sikap Disiplin, pada penelitian ini model yang digunakan juga merupakan model 4D tetapi di adaptasi menjadi 3D yang bagian *disseminate* nya tidak dilakukan. Hasilnya dikatakan bahwa instrumen yang dikembangkan telah valid berdasarkan 4 orang sebagai validator dengan rata-rata validitas sebesar 3,57 dan dinyatakann baik untuk digunakan pada siswa dengan keaktifan tinggi, bekerja mandiri dan kemampuan yang kurang baik dalam menyelesaikan soal-soal fisika secara sistematis. Perbedaannya terletak pada model 4D yang digunakan pada penelitian ini untuk tahap penyebaran atau *disseminate* dilakukan dan juga terletak pada basis yang digunakan, jika pada penelitian di atas merupakan instrumen HOTS, pada penelitian ini basis yang digunakan yaitu eksperimen berpikir.

Selain itu ada sebuah penelitian yang pernah dilakukan oleh Dewi, dkk (2016) yang berjudul Pengembangan Instrumen Penilaian Berbasis Pendekatan Saintifik Kelas IV SD Muatan IPA pada Subtema Hewan dan Tumbuhan di Lingkungan Rumahku yang juga menggunakan model 4D. Pada penelitian langkah-langkah yang ada pada penelitian ini semuanya dilaksanakan. Pada tahap ketiga yaitu *development* dilakukan uji validasi ahli dan uji coba untuk melihat validitas soal secara empiris dan ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan pada kali ini. Namun perbedaanya terletak pada instrumen yang dikembangkan, pada penelitian di atas instrumen yang dikembangkan untuk jenjang SD, sedangkan pada penelitian kali ini instrumen yang digunakan untuk jenjang SMA, selain itu terdapat pula perbedaan materi walaupun masih dalam satu rumpun yaitu IPA.

Kesimpulan dan Saran

Dari hasil penelitian pengembangan instrumen untuk mengukur kemampuan eksperimen berpikir siswa materi optik dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Instrumen untuk mengukur kemampuan eksperimen berpikir siswa pada materi optik dinyatakan valid. Hal ini berdasarkan hasil validitas pada tahap *expert appraisal* dan *validity testing. Expert appraisal adalah* penilaian oleh ahli yang dilakukan oleh 2 orang dosen untuk melihat validitas konten, konstruk, dan bahasanya dinyatakan bahwa instrumen yang dikembangkan telah baik dan layak untuk digunakan.
2. Instrumen untuk mengukur eskperimen berpikir siswa pada materi optik dinyatakan reliabel. Hal ini berdasarkan hasil pada tahap uji coba ke 1 dan uji coba ke 2 sebesar 0,767 dan 0,739.

Saran

1. Instrumen untuk megukur kemampuan eksperimen berpikir siswa ini hanya terbatas pada materi optik saja, sehingga hendaknya dalam penelitian selanjutnya dilakukan pengembangan instrumen untuk mengukur kemampuan eksperimen berpikir siswa pada materi lainnya.
2. Instrumen yang telah peneliti kembangkan ini hendaknya dapat digunakan dalam penelitian selanjutnya. Misalnya untuk menganalisis kemampuan eksperimen berpikir siswa pada materi optik.

DAFTAR PUSTAKA

Arikunto, Suharsimi.2013. *Prosedur Penelitian.* Jakarta: Rineka Cipta.

Arikunto, Suharsimi.2015.Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: Rineka Cipta.

Bademci, S & Sari, M. (2014). Thought Experiment in Solving Physics Problems: A Study into Candidate Physics Teachers. *International Journal of Sscience Education*, 39 (2014) No 175 203-215 http://search.proquest.com/

Budinigsih, Asri.2012.*Belajar dan Pembelajaran*. Jakarta: Rineka Cipta.

Brown, J. R. (1991). Thought experiments: A Platonic account. Thought experiments in science and philosophy. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, Inc.

Gendler, T. (1998). Galileo and the indispensability of scientific thought experiment. *British Journal for the Philosophy of Science*, 49, 397-424.

Giancoli, Douglas C. 2001. Fisika. Edisi Kelima Jilid 1. Jakarta: Penerbit Erlangga

Gilbert, J. K. & Reiner, M. (2000). Thought experiments in science education: Potential and current realization. *International Journal of Science Education*, 22(3), 265-283

Halliday dan Resnick, 2010, *Fisika Jilid I (Terjemahan)*, Jakarta: Penerbit Erlangga.

Keil, C., Haney, J., & Zoffel, J. 2009. Improvementsin student Achievement and Science Process Skills Using Environmental Health Science Problem Based Learning Curricula. *Electronic Journal of Science Education*, 13(1). ejse.southwestern.edu

Reiner, M., Haifa, T. & Gilbert, J. (2000). Epistemological resources for thought experimentation in science learning. *International Journal of Sscience Education*, 22(5), 489-506.

Reiner, M., Haifa, T. & Gilbert, J.K. (2004). The symbiotic roles of empirical experimentation and thougt experimentation in the learning of physics. *International Journal of Science Education*, 26(15), 1819-1834.

Serway, Raymond, dan John W. Jewett, Jr, 2009, *FISIKA Untuk Sains dan Teknik Buku 1 Edisi 6 (Terjemahan)*. Jakarta: Salemba Teknika.

Sugiyono.2011. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sugiyono,2014. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta.

Taufiq, Zulherman, Amelia T. 2016. Analisis Kemampuan Berpikir Secara Eksperimen dalam Memecahkan Masalah Fisika Calon Guru Fisika FKIP Universitas Sriwijaya. *Journal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*. Program Studi Pendidikan Fisika FKIP Unsri.

Taufiq. 2017. Eksperimen Berpikir (*Thought Experiments);*Beberapa Kasus dalam Hukum Newton. *Prosiding* Seminar Nasional Pendidikan IPA. Jurusan PMIPA FKIP Universitas Sriwijaya