

**PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN
MATEMATIKA MODEL FERA (*FOCUS, EXPLORE,
REFLECT AND APPLY*) BERBASIS *PHET INTERACTIVE
SIMULATION* UNTUK MELATIH KETERAMPILAN
BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK**

SKRIPSI

**OLEH:
NAILA KARIMAH
NIM D04216023**



**UIN SUNAN AMPEL
S U R A B A Y A**

**UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
JURUSAN PMIPA
PRODI PENDIDIKAN MATEMATIKA
2020**

PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Naila Karimah
NIM : D04216023
Jurusan/Program Studi : Pendidikan Matematika dan IPA/Pendidikan
Matematika
Fakultas : Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar tulisan saya, dan bukan merupakan plagiasi baik sebagian atau seluruhnya. Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa skripsi ini hasil plagiasi, baik sebagian atau seluruhnya, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai ketentuan yang berlaku.

Surabaya, 21 Desember 2020
Yang membuat pernyataan



Naila Karimah
NIM. D04216023

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh

Nama : Naila Karimah

NIM : D04216023

Judul : Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model
FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET
Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir
Kritis Peserta Didik

Surabaya, 22 Desember 2020

Pembimbing I

Pembimbing II



Dr. Suparto, M.Pd.I.
NIP. 1969040219995031002



Lisanul Uswah Sadieda, S.Si. M.Pd.
NIP. 198309262006042002

PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI

Skripsi oleh Naila Karimah ini telah dipertahankan di depan Tim Penguji Skripsi

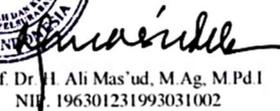
Surabaya, 29 Desember 2020

Mengesahkan, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya



Dekan


Prof. Dr. H. Ali Mas'ud, M.Ag, M.Pd.I
NIP. 196301231993031002

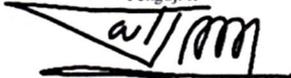
Tim Penguji

Penguji I

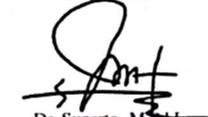


Prof. Dr. Kusaeri, M.Pd
NIP. 197206071997031001

Penguji II


Agus Prasetyo Kulmarwan, M.Pd
NIP. 198308212011011009

Penguji III.


Dr. Suparto, M.Pd.I
NIP. 196904021995031002

Penguji IV


Lisanul Uswan Sadu'da, S.Si., M.Pd
NIP. 198309262006042002



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN

Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : NAILA KARIMAH
NIM : D04216023
Fakultas/Jurusan : TARBIYAH DAN KEGURUAN/PENDIDIKAN MATEMATIKA
E-mail address : nailakarimah01@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :

Sekripsi Tesis Desertasi Lain-lain (.....)

yang berjudul :

PENGEMBANGAN PERANGKAT PEMBELAJARAN MATEMATIKA MODEL FERA (FOCUS, EXPLORE, REFLECT AND APPLY) BERBASIS PHET INTERACTIVE SIMULATION UNTUK MELATIH KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara *fulltext* untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 5 Maret 2021

Penulis


(Naila Karimah)

Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) Berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik

Oleh:
Naila Karimah

ABSTRAK

Keterampilan berpikir kritis mempunyai peranan penting dalam pendidikan khususnya pada pembelajaran matematika dalam mempersiapkan peserta didik menjadi generasi atau sumber daya manusia yang unggul dan mampu berdaya saing di abad ke-21. Namun peranan penting ini tidak sejalan dengan fakta yang ada di lapangan, masih banyak kegiatan pembelajaran yang cenderung pasif yaitu hanya berpusat pada guru sehingga kurang dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Oleh karena itu penelitian ini mengembangkan perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dimana, aplikasi *PhET Interactive Simulation* digunakan pada fase *explore*. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan proses pengembangan, kevalidan dan kepraktisan hasil pengembangan perangkat pembelajaran model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Jenis penelitian ini yaitu penelitian pengembangan dengan model pengembangan Plomp yang terdiri dari fase penelitian pendahuluan yang dilakukan di SMAN 1 Porong, fase pembuatan prototipe, dan fase penilaian. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan meliputi rencana pelaksanaan pembelajaran (RPP) dan lembar kerja peserta didik (LKPD) pada materi trigonometri. Teknik pengumpulan data yang digunakan adalah teknik catatan lapangan (*field note*) yang digunakan untuk memperoleh data proses pengembangan perangkat pembelajaran dan teknik validasi ahli yang digunakan untuk memperoleh data kevalidan dan kepraktisan perangkat.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kondisi awal keterampilan peserta didik pada SMAN 1 Porong masih tergolong rendah serta proses pembelajaran pada SMAN 1 Porong masih menggunakan model konvensional yang hanya berpusat pada guru. Selanjutnya, untuk proses pembuatan prototipe I yang menghasilkan RPP dan LKPD model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Kemudian, perangkat pembelajaran memperoleh kategori “**valid**” dengan nilai rata-rata total kevalidan RPP sebesar 4,34 dan LKPD sebesar 4,27. Perangkat pembelajaran telah dinilai “**praktis**” dengan rata-rata penilaian B yang artinya perangkat pembelajaran digunakan dengan sedikit revisi.

Kata Kunci: Keterampilan berpikir kritis, Model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*), *PhET Interactive Simulation*,

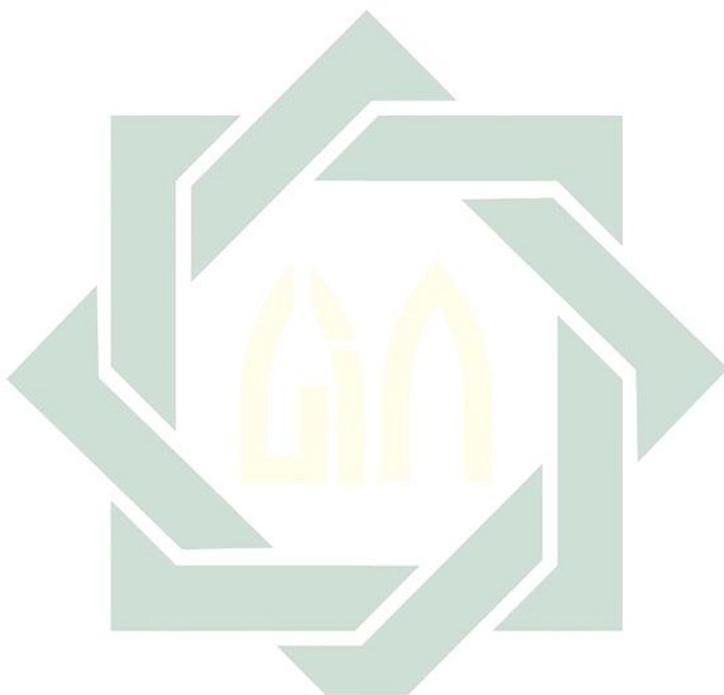
DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL DALAM.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN TULISAN	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING SKRIPSI.....	iii
PENGESAHAN TIM PENGUJI SKRIPSI.....	iv
PERSETUJUAN PUBLIKASI	v
MOTTO	vi
PERSEMBAHAN	vii
ABSTRAK	ix
KATA PENGANTAR.....	x
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR.....	xviii
DAFTAR LAMPIRAN	xix
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Spesifikasi Produk Yang Dikembangkan	8
E. Manfaat Penelitian	8
F. Batasan Penelitian.....	9
G. Definisi Operasional	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	
A. Perangkat pembelajaran	12
1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)	14

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).....	15
B. Kriteria Perangkat Pembelajaran.....	17
C. Model Pembelajaran FERA	19
1. Pengertian Perangkat Pembelajaran FERA	19
2. Langkah-langkah Pembelajaran FERA	20
3. Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran FERA	22
D. <i>PhET Interactive Simulation</i>	23
1. Pengertian <i>PhET Interactive Simulation</i>	23
2. <i>PhET Interactive Simulation</i> dalam Pembelajaran	24
3. Karakteristik <i>PhET Interactive Simulation</i> dalam Pembelajaran.....	26
E. Keterampilan Berpikir Kritis.....	26
1. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis.....	26
2. Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis	29
3. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	30
F. Pembelajaran Matematika Model FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik	35
G. Hasil Penelitian Terdahulu yang Relevan.....	39
BAB III METODE PENELITIAN	42
A. Jenis Penelitian	42
B. Tempat dan Waktu Penelitian	42
C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan	43
D. Jenis Data	46
E. Teknik Pengumpulan Data.....	46
F. Instrumen Pengumpulan Data	47

G. Teknik Analisis Data	48
BAB IV HASIL PENELITIAN	53
A. Deskripsi Data	53
1. Data Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran.....	53
2. Data Kevalidan Perangkat Pembelajaran	57
3. Data Kepraktisan Perangkat Pembelajaran.....	66
B. Analisis Data	67
1. Analisis Data Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran.....	67
2. Analisis Data Kevalidan Perangkat Pembelajaran.....	80
3. Analisis Data Kepraktisan Perangkat Pembelajaran.....	88
C. Revisi Produk	89
D. Kajian Produk akhir.....	94
BAB V PENUTUP.....	106
A. Simpulan.....	106
B. Saran.....	107

DAFTAR PUSTAKA	108
LAMPIRAN	116



DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Siklus Sintaks Model Pembelajaran FERA.....	21
Tabel 2.2	Indikator dan Sub Indikator Berpikir kritis.....	31
Tabel 2.3	Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Penelitian....	33
Tabel 2.4	Langkah-langkah Pembelajaran Model FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.....	36
Tabel 3.1	Penyajian Data Catatan Lapangan Setelah Direduksi.....	48
Tabel 3.2	Skala Penilaian Kevalidan Perangkat Pembelajaran.....	49
Tabel 3.3	Pengolahan Data Kevalidan RPP/LKPD.....	49
Tabel 3.4	Kriteria Pengkategorian Kevalidan Perangkat Pembelajaran	51
Tabel 3.5	Kriteria Penilaian Kepraktisan Perangkat Pembelajaran.....	52
Tabel 4.1	Rincian Waktu dan Hasil Kegiatan Pengembangan Perang- kat Pembelajaran.....	53
Tabel 4.2	Hasil Validasi RPP.....	58
Tabel 4.3	Hasil Validasi LKPD.....	64
Tabel 4.4	Hasil Kepraktisan Perangkat Pembelajaran.....	66
Tabel 4.5	Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompe- tensi (IPK) Yang Digunakan.....	70
Tabel 4.6	Daftar Nama Validator.....	80
Tabel 4.7	Hasil Analisis Data Dan Kevalidan RPP.....	80
Tabel 4.8	Hasil Analisis Data Dan Kevalidan LKPD.....	86
Tabel 4.9	Daftar Revisi RPP.....	90
Tabel 4.10	Daftar Revisi LKPD.....	93

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Siklus Sintaks Model Pembelajaran FERA.....	20
Gambar 4.1	Cover LKPD Pertemuan 1 dan 2.....	98
Gambar 4.2	Tampilan Simulasi <i>Trig Tour</i>	100
Gambar 4.3	Isi LKPD Pertemuan I Bagian Tahap <i>Focus</i> Dan <i>Explore</i>	103
Gambar 4.4	Isi LKPD Pertemuan I Bagian Tahap <i>Explore</i> Sampai <i>Apply</i>	104
Gambar 4.5	Isi LKPD Pertemuan II.....	104

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN A (INSTRUMEN PENELITIAN)

Lampiran A1	RPP Pertemuan Pertama Dan Pertemuan Kedua.....	117
Lampiran A2	LKPD Pertemuan Pertama Dan Pertemuan Kedua.....	168
Lampiran A3	Kisi-Kisi Dan Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis...	194
Lampiran A4	Lembar Validasi RPP.....	204
Lampiran A5	Lembar Validasi LKPD.....	209
Lampiran A6	Lembar Catatan Lapangan (<i>Field Note</i>).....	212

LAMPIRAN B (INSTRUMEN PENELITIAN)

Lampiran B1	Hasil Penilaian Validator 1.....	218
Lampiran B2	Hasil Penilaian Validator 2.....	223
Lampiran B3	Hasil Penilaian Validator 3.....	228
Lampiran B4	Hasil Penilaian Validator 4.....	233
Lampiran B5	Hasil Penilaian Validator 5.....	238
Lampiran B6	Hasil Perhitungan Kevalidan dan Kepraktisan RPP.....	243
Lampiran B7	Hasil Perhitungan Kevalidan dan Kepraktisan LKPD....	245

LAMPIRAN B (SURAT DAN LAIN-LAIN)

Lampiran C1	Surat Tugas.....	247
Lampiran C2	Kartu Konsultasi Skripsi.....	248
Lampiran C3	Biodata Penulis.....	250

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pada abad 21 saat ini, manusia dihadapkan pada derasnya perkembangan teknologi modern yang semakin maju. Oleh karena itu, sangat diperlukan adanya perubahan dalam dunia pendidikan untuk mempersiapkan peserta didik menjadi sumber daya manusia yang unggul, kompetitif, dan mampu bersaing di abad 21 ini. Berdasarkan *Partnership for 21st Century Skills* serta hasil penelitian Frydenberg dan Andone, salah satu keterampilan yang harus dilatihkan dalam pendidikan pada Abad 21 ini adalah *critical thinking skill* (Keterampilan berpikir kritis).^{1,2} Keterampilan berpikir kritis merupakan kemampuan manusia dalam berpikir secara rasional dan logis dalam menerima, menafsirkan, mampu memanfaatkan, menganalisis, dan mensintesis informasi, serta mencari informasi tambahan yang relevan sehingga dapat mengevaluasi lalu memodifikasi untuk menghasilkan ide yang terbaik.^{3,4} Hal ini menunjukkan bahwa keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kecapakan hidup (*life skill*) yang perlu dikembangkan dan dilatihkan melalui proses pendidikan.

Melatih keterampilan berpikir kritis menjadi tugas utama pendidikan karena tuntutan pekerjaan dalam ekonomi global, kelangsungan hidup secara demokratis dan keputusan pribadi serta keputusan dalam masyarakat yang semakin kompleks memerlukan orang

¹ Elaine B. Johnson, "Contextual Teaching and Learning", MLC, (2006), 128.

² Frydenberg, M dan Andone D, "Learning for 21st Century Skills", *IEEE's International Conference on Information Society*, (Juni, 2011), 316.

³ *Ibid*, 129.

⁴ Avinda Fridanianti dkk, "Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Menyelesaikan Soal Aljabar Kelas VII SMP Negeri 2 Pangkah Ditinjau Dari Gaya Kognitif Reflektif Dan Kognitif Impulsif", *Jurnal Aksioma*, 9:1 (Juli, 2018), hal 12.

yang bisa berpikir baik dan membuat penilaian yang baik.⁵ Sejalan dengan hasil studi yang dilakukan Johnson, bahwa peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang memadai memiliki kemungkinan besar untuk dapat mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi berjuta tantangan dengan cara terorganisasi, merumuskan pertanyaan inovatif, dan merancang penyelesaian yang dipandang relatif baru.⁶ Hal ini menunjukkan bahwa pendidikan saat ini perlu melatih keterampilan berpikir kritis bagi peserta didik sehingga peserta didik memiliki kemampuan bersikap dan berperilaku adaptif dalam menghadapi tantangan dan tuntutan kehidupan sehari-hari secara efektif, serta mempersiapkan peserta didik menjadi generasi atau SDM yang unggul dan mampu berdaya saing di abad ke-21.

Salah satu mata pelajaran yang menduduki peranan penting dalam kehidupan sehari-hari adalah matematika. Keunikan dan kompleksitas unsur pada matematika mengharuskan para pembelajar matematika memiliki keterampilan berpikir kritis karena sangat diperlukan dalam memahami dan memecahkan suatu permasalahan yang membutuhkan penalaran, analisis, evaluasi dan interpretasi pikiran.⁷ Namun, pentingnya keterampilan berpikir kritis pada dunia pendidikan terutama pada pembelajaran matematika tidak sejalan dengan fakta yang ada di lapangan. Berdasarkan hasil wawancara kepada guru matematika di SMAN 1 Porong, dinyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis yang dimiliki oleh peserta didik masih tergolong rendah terutama pada pembelajaran matematika. Hal ini dapat diketahui dari skor hasil tes yang dilakukan oleh guru tersebut dengan menggunakan soal berpikir kritis, dimana hasil yang diperoleh yaitu masih kurang dari 50% peserta didik yang berhasil mencapai nilai KKM,

⁵ Khaeruddin, Disertasi Doktor: *“Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik”*. (Surabaya: UNESA, 2017), 5.

⁶ Elaine B. Johnson, Op. Cit. hal 129.

⁷ Lambertus, “Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matemati di SD”, *Jurnal Pendidikan*, 28:2, (Maret: 2009), 139.

selebihnya memperoleh skor jauh di bawah nilai KKM.⁸ Selain itu, diketahui dari hasil skor ulangan harian peserta didik di SMAN 1 Porong banyak peserta didik yang memiliki nilai kurang maksimal terutama pada bab trigonometri. Salah satu penyebab rendahnya hasil tes peserta didik pada materi trigonometri dikarenakan kecenderungan peserta didik dalam menghafal rumus. Selain itu, proses pembelajaran yang diterapkan di sekolah cenderung berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang dapat melatih keterampilan berpikir kritisnya selama proses pembelajaran.⁹ Hal ini relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahmuza, bahwa rendahnya keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam proses pembelajaran khususnya pada pembelajaran matematika dipengaruhi oleh banyak faktor salah satunya yaitu pembelajaran yang berpusat pada guru,¹⁰ Sehingga keterlibatan peserta didik selama pembelajaran masih kurang.

Pembelajaran yang hanya berpusat pada guru akan membuat peserta didik cenderung pasif dan hanya langsung menerima pengetahuan yang diberikan oleh guru tanpa terlibat aktif untuk mendapatkan ataupun mengolah sendiri pengetahuan tersebut. Hal tersebut relevan dengan penelitian yang dilakukan oleh Anggrayni, Madlazim dan Hariyono, yang menyatakan bahwa pembelajaran di Indonesia masih banyak yang dilakukan secara teoritis melalui metode pembelajaran yang hanya berpusat pada guru sehingga peserta didik kurang terlatih dalam menguasai abad 21 salah satunya yaitu keterampilan berpikir kritis.¹¹ Berdasarkan hasil wawancara dengan guru matematika di SMAN 1 Porong, bahwa selama proses pembelajaran sudah mencoba menerapkan model pembelajaran berbasis penemuan yaitu model *Discovery learning*, namun ternyata penerapannya

⁸ Mukhammad Mas'ud, Guru matematika SMAN 1 Porong, *wawancara*, 16 Februari 2020.

⁹ Ibid.

¹⁰ Rifatul Mahmuzah, "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta didik SMP Melalui Pendekatan *Problem Posing*", *Jurnal Peluang*, 4:1 (Oktober: 2015), 67.

¹¹ S Anggrayni, Madlazim, E hariyono, "Science Teacher's Conception About Importance Of Geoscience Learning: A Case Study Of Junior High Schools In Surabaya Indonesia". *Journal Of Physics: Conference Series*, (2019), 1.

masih kurang efektif karena dalam sintaks model *Discovery learning* hanya sampai menyimpulkan konsep yang telah ditemukan, sehingga peserta didik kurang mampu mengaplikasikan konsep yang telah mereka temukan dalam kehidupan sehari-hari atau pada konsep yang lain. Selain itu model *Discovery learning* lebih cocok untuk mengembangkan pemahaman, sedangkan mengembangkan aspek konsep, keterampilan dan emosi secara keseluruhan kurang mendapat perhatian.¹² Oleh karena itu guna mencapai tujuan ideal terwujudnya kondisi peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis yang baik, maka perlu diterapkan suatu model pembelajaran yang tepat.

Model pembelajaran yang diduga sesuai untuk mengatasi permasalahan di atas adalah FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*). Model pembelajaran FERA merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh *National Science Resources Center* (NSRC). Model pembelajaran ini mengacu pada pembelajaran konstruktivisme, yang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri sehingga selain dapat melatih pemahaman peserta didik juga dapat melatih keterampilan mereka terutama keterampilan berpikir kritis.¹³ Model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta didik terlibat secara aktif dalam mendapatkan ataupun mengolah sendiri pengetahuannya.¹⁴ Dengan model pembelajaran ini diharapkan dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini didukung oleh penelitian Putri yang menyatakan bahwa model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) dengan menggunakan pendekatan SAVIR efektif dalam

¹² Kurniasih dan Sani, "Strategi – Strategi Pembelajaran", Alfabeta. (Bandung: 2014), 64.

¹³ Susan Sprague, "Beyond Explicit Standards for Science Education", in *Redesigning the Science Curriculum*, (Colorado Springs: BSCS, 1995), 92.

¹⁴ Deni Moh.Budiman dkk, "Fokus, Explore, Reflect, and Apply (FERA) Learning Model: Developing Science Process Skills for Pre-Service Science Teachers", *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*, 3:2 (Desember: 2018), 132.

meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains peserta didik.¹⁵

Berdasarkan hasil penelitian Putri, dinyatakan bahwa masih terdapat kelemahan ketika menerapkan model pembelajaran FERA yaitu membutuhkan waktu yang banyak. Selain itu, peserta didik juga belum terbiasa melakukan fase *Explorasi*.¹⁶ Oleh karena itu, juga perlu bantuan media pembelajaran yang tepat untuk dapat menunjang pembelajaran model FERA dan juga dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Salah satu media yang diduga dapat membantu menunjang model pembelajaran FERA serta dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik yaitu media *PhET (Physics Education Tecnology) interactive simulation* yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat.¹⁷ Hal ini didasarkan pada dua tujuan utama dari media *PhET Interactive Simulation*, yaitu: meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran dan peningkatan pembelajaran.¹⁸ Selain itu, Program-program yang terdapat dalam simulasi *PhET* dapat disesuaikan dengan kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran. Hal ini dapat diketahui dari menu pilihan yang ada di dalam simulasi *PhET*, menu pilihan pada simulasi *PhET* dapat dipilih sesuai dengan kategori yang ada serta dapat disesuaikan dengan tingkat pendidikannya mulai dari tingkat SD, SMP, SMA dan Perguruan Tinggi. Salah satu simulasi yang sesuai dengan permasalahan yang terjadi di SMAN 1 Porong adalah simulasi “*Trig tour*” dimana dari simulasi tersebut peserta didik didorong untuk bereksperimen dalam menemukan konsep dari rasio trigonometri.

¹⁵ Ardiya Pramesti Regita Putri, Skripsi: “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (Focus, Explore, Reflect and Apply) Dengan Pendekatan SAVIR Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik” (Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2019), 22.

¹⁶ Ibid, 22.

¹⁷ Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., Wieman, C., & P. E., “High-Tech Tools for Teaching Physics: The *Physics Education Technology Project*”, *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, (2006). 111.

¹⁸ Perkins, K., Adams, W., & Dubson, M., “*PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics*”, *Physics Teacher*, (2006), 3.

PhET Interactive Simulation dirancang khusus untuk membantu peserta didik agar dapat membangun pengetahuan atau pemahaman konsepnya sendiri melalui eksplorasi sehingga sangat sesuai apabila dipadukan dengan pembelajaran model FERA untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penggunaan media *PhET Interactive Simulation* akan dipadukan dengan model FERA pada fase *Explore dan Reflect*, karena pada fase ini peserta didik didorong untuk bereksperimen menemukan pengetahuannya sendiri. Berdasarkan uraian tersebut *PhET Interactive Simulation* diperlukan untuk dipadukan dalam menunjang model pembelajaran FERA dalam membantu peserta didik dalam bereksperimen menemukan pengetahuannya sendiri sehingga dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pada penelitian Fitriani, A Halim dan Khaldun menyatakan bahwa penggunaan media simulasi *PhET* dengan pendekatan inkuiri terbimbing dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik.¹⁹

Berdasarkan uraian di atas, peneliti akan mengembangkan perangkat pembelajaran model FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* agar dapat membantu guru dalam menyiapkan pembelajaran yang efektif untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dalam penelitian sebelumnya, pembelajaran menggunakan model FERA banyak ditemukan pada pembelajaran kimia, fisika, dan biologi, namun pada pembelajaran matematika masih belum ada. Hal ini yang menjadi pertimbangan dalam penelitian ini untuk mengembangkan perangkat pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *PhET Interactive Simulation*. Oleh karena itu yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya terkait pembelajaran matematika berbasis *PhET* adalah model pembelajaran yang digunakan serta aspek yang diujikan. Dengan demikian, peneliti akan mengembangkan pembelajaran menggunakan model berbasis *PhET Interactive*

¹⁹ Syarifah Lely Fithriani, A. Halim, Ibnu Khaldun, "Penggunaan Media Simulasi *PhET* Dengan Pendekatan Inkuiri Terbimbing Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik Pada Pokok Bahasan Kalor Di SMA Negeri 12 Banda Aceh", *Jurnal Pendidikan Sains Indonesia*, 4:2 (2016), 45.

Simulation pada pembelajaran matematika dengan judul **“Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) Berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik.”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang di atas maka diperoleh rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik?
2. Bagaimana kevalidan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik?
3. Bagaimana kepraktisan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka diperoleh tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.
2. Mendeskripsikan kevalidan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.
3. Mendeskripsikan kepraktisan hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan

Produk yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis yang valid dan praktis. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) yang dikembangkan sesuai dengan tahapan pada pembelajaran matematika model FERA yaitu *focus, explore, reflect and apply*. Pada tahap *explore* peserta didik melakukan eksperimen untuk menemukan pengetahuannya sendiri tentang materi trigonometri sub bab rasio trigonometri dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika. Selanjutnya untuk Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) disusun sesuai dengan materi dan tujuan penelitian yaitu untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Soal yang dibuat pada LKPD pada tahap *explore* memuat soal yang berkaitan dengan simulasi *PhET Interactive Simulation*, simulasi yang digunakan adalah simulasi “*trig tour*” dimana dari simulasi tersebut peserta didik didorong untuk bereksperimen dalam menemukan konsep dari rasio trigonometri. RPP dan LKPD yang dikembangkan juga mengintegrasikan indikator dari berpikir kritis.

E. Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini, peneliti berharap hasil penelitian ini dapat memberikan manfaat yang baik bagi pembelajaran matematika. Peneliti juga berharap dapat memberikan manfaat kepada:

1. Bagi peserta didik
Dapat melatih keterampilan berpikir kritis melalui pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation*.
2. Bagi guru
 - a. Dapat dijadikan alternatif baru dalam upaya memberikan pembelajaran matematika untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

- b. Membantu guru dalam menerapkan pembelajaran yang aktif dan bermakna.
 - c. Menjadi referensi guru dalam mengembangkan perangkat yang baik dan benar
3. Bagi peneliti lain
Hasil penelitian ini dapat menjadi referensi dalam melakukan penelitian sejenis.

F. Batasan Penelitian

Dalam penelitian ini dibatasi oleh beberapa hal, yaitu:

1. Topik yang diambil dalam penelitian ini adalah Trigonometri, sub bab rasio trigonometri.
2. Program *PhET Interactive Simulation* digunakan sebagai media yang menunjang model pembelajaran FERA pada fase *explore* untuk membantu peserta didik dalam bereksplorasi untuk menemukan pengetahuannya secara mandiri.
3. Program simulasi yang digunakan dari *PhET Interactive Simulation* untuk penelitian ini adalah Simulasi “*Trig Tour*”.
4. Uji coba yang dilakukan hanya terbatas di satu kelas yakni kelas X SMA. Oleh karena adanya pandemi *Covid-19*, pada tahap uji coba ini tidak dapat dilakukan oleh peneliti.

G. Definisi Operasional

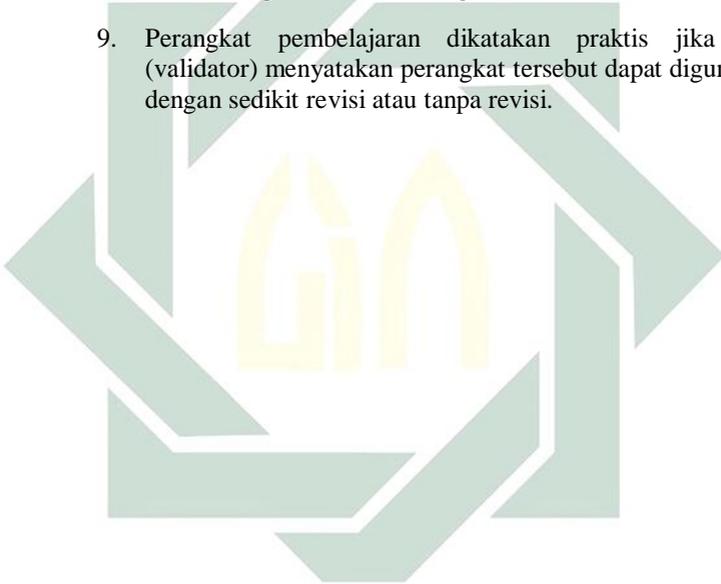
1. Perangkat pembelajaran adalah sejumlah alat, bahan, petunjuk atau pedoman yang dipersiapkan dan digunakan guru untuk melakukan proses pembelajaran secara sistematis agar diperoleh hasil yang diharapkan. Perangkat pembelajaran yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa RPP dan LKPD.
2. Pengembangan perangkat pembelajaran adalah proses atau serangkaian kegiatan merancang atau menyempurnakan suatu produk (produk baru atau yang telah ada) yang dilakukan untuk menghasilkan produk yang valid berupa

perangkat pembelajaran berdasarkan teori pengembangan yang sudah ada.

3. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan kegiatan pembelajaran tatap muka yang disusun oleh guru untuk melaksanakan pembelajaran sesuai dengan kompetensi, tujuan, materi dan model pembelajaran. RPP yang akan dikembangkan pada penelitian ini menggunakan model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation*.
4. LKPD adalah lembar kegiatan yang berisi materi, ringkasan serta petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang disusun untuk memudahkan peserta didik mandiri dalam memahami materi dan mengerjakan tugas. Lembaran-lembaran tersebut diperlukan untuk mengarahkan proses belajar peserta didik. LKPD yang digunakan pada penelitian ini adalah LKPD yang disesuaikan dengan model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation*.
5. Model pembelajaran FERA merupakan model pembelajaran bersiklus yang terdiri dari 4 fase yaitu *focus, explore, reflect and apply* yang pembelajarannya berpusat pada peserta didik, di mana peserta didik berperan aktif dalam menemukan atau membangun pengetahuannya sendiri serta mencari solusi sendiri tanpa terus bergantung pada pendidik.
6. *PhET (Physic Education Technology) Interactive Simulation* adalah suatu simulasi interaktif di internet dengan memakai bahasa pemrograman java dan *flash*, yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat, guna membantu proses pembelajaran pada bidang fisika, kimia, biologi, matematika dan ilmu kebumihan atau geografi.
7. Keterampilan berpikir kritis adalah keterampilan seseorang yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi yaitu

mengakses, mensintesis, dan menganalisis ide atau gagasan secara logis, reflektif, dan sistematis untuk membantu membuat, mengevaluasi serta mengambil keputusan tentang apa yang diyakini atau akan dilakukan sehingga berhasil dalam memecahkan masalah.

8. Perangkat pembelajaran dikatakan valid apabila hasil penilaian dari validator terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan atas dasar isi dan konstruksinya masuk dalam kategori valid atau sangat valid.
9. Perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika ahli (validator) menyatakan perangkat tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi atau tanpa revisi.



BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Perangkat Pembelajaran

Perangkat pembelajaran adalah sejumlah alat atau perlengkapan untuk melaksanakan proses yang memungkinkan guru dan peserta didik melakukan kegiatan pembelajaran.²⁰ Menurut Suhadi dalam Barata perangkat pembelajaran adalah sejumlah bahan, alat, media, petunjuk dan pedoman yang akan digunakan dalam kegiatan pembelajaran.²¹ Selanjutnya pengertian perangkat pembelajaran menurut Nazarudin adalah sesuatu atau beberapa persiapan yang disusun oleh guru agar pelaksanaan dan evaluasi pembelajaran dapat dilakukan secara sistematis dan memperoleh hasil sesuai yang diharapkan, meliputi: Analisis Pekan Efektif, Program Tahunan, Program Semester, Silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD), Instrumen Evaluasi, dan Kinerja Ketuntasan Minimum (KKM).²² Selain itu menurut Ibrahim, perangkat pembelajaran adalah perangkat yang digunakan dalam proses pembelajaran untuk mengelola proses belajar mengajar, meliputi : silabus, RPP, LKPD serta buku ajar peserta didik.²³

Berdasarkan uraian di atas, peneliti menyimpulkan bahwa perangkat pembelajaran adalah sejumlah alat, bahan, petunjuk atau pedoman yang dipersiapkan dan digunakan guru untuk

²⁰ Zuhdan K. Prasetyo, Senam, Insih Wilujeng, dkk, Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sains Terpadu untuk Meningkatkan Kognitif, Keterampilan Proses, Kreativitas Serta Menerapkan Konsep Ilmiah Peserta didik SMP. (Yogyakarta: UNY. 2013), 5.

²¹ Agriat Barata, Skripsi: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Pada Materi Perbandingan untuk Peserta didik Kelas VII dengan Pendekatan Kontekstual”, (Yogyakarta: UNY 2015),25

²² Ibid, 25

²³ Muhammad Ibrahim, Pengembangan Perangkat Pembelajaran. Jakarta: Dirjen Dikdasmen. 2003,3

melakukan proses pembelajaran secara sistematis agar diperoleh hasil yang diharapkan.

Perangkat pembelajaran yang telah disusun dapat dikembangkan sesuai dengan kebutuhan, situasi, dan kondisi di lapangan. Menurut Seels & Richey, penelitian pengembangan adalah kajian secara sistematis untuk merancang, mengembangkan dan mengevaluasi program-program, proses dan hasil-hasil pembelajaran yang harus memenuhi kriteria konsistensi dan keefektifan internal, penelitian pengembangan berorientasi pada pengembangan produk yang proses pengembangannya dideskripsikan secara teliti dan produk akhirnya dievaluasi.²⁴ Selanjutnya pengertian penelitian dan pengembangan menurut Brog & Gall adalah proses yang dipakai untuk mengembangkan dan memvalidasi produk pendidikan.²⁵ Sedangkan menurut Sujadi, Penelitian dan Pengembangan atau *Research and Development* (R&D) adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru, atau menyempurnakan produk yang telah ada, yang dapat dipertanggungjawabkan.²⁶ Tujuan dari penelitian pengembangan bukan untuk memformulasi atau menguji teori tetapi untuk mengembangkan produk-produk yang efektif untuk digunakan di sekolah, salah satu di antara produk tersebut yaitu perangkat pembelajaran. Rahman menyatakan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran adalah proses atau serangkaian kegiatan yang dilakukan untuk menghasilkan perangkat pembelajaran berdasarkan teori pembelajaran yang telah ada.²⁷

²⁴ Seels, B., and Richey, R. C., "Teknologi Pembelajaran: Definisi dan Kawasannya" Penerjemah Prawiradilaga. (Jakarta: 1994)

²⁵ Prof. Dr. Albinus Silalahi, MS, "Development Research (Penelitian Pengembangan) Dan *Research & Development*", (Penelitian & Pengembangan) Dalam Bidang Pendidikan/Pembelajaran", (Medan: Universitas Negeri Medan, 2017).

²⁶ Sujadi, Metodologi Penelitian Pendidikan, (Jakarta: Rineka Cipta, 2003), 164

²⁷ Muhammad Rahman – Sofan Amri, "Strategi & Desain Pengembangan Sistem Pembelajaran" (Jakarta: Prestasi Pustakaraya, 2013), 207.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa pengembangan perangkat pembelajaran adalah proses atau serangkaian kegiatan merancang atau menyempurnakan suatu produk (produk baru atau yang telah ada) yang dilakukan untuk menghasilkan produk yang valid berupa perangkat pembelajaran berdasarkan teori pengembangan yang sudah ada.

Dalam penelitian ini hanya berfokus pada pengembangan perangkat pembelajaran berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) karena komponen perangkat pembelajaran yang berhubungan erat dengan proses pembelajaran adalah RPP dan LKPD. Adapun penjelasan terkait perangkat pembelajaran yang dikembangkan oleh peneliti adalah sebagai berikut:

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam standar Isi dan dijabarkan dalam silabus.²⁸ Berdasarkan Permendikbud No. 22 Tahun 2016, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana kegiatan pembelajaran tatap muka untuk satu pertemuan atau lebih.²⁹ Sedangkan menurut Kunandar, RPP merupakan rencana tertulis yang harus dipersiapkan guru berisi gambaran prosedur dan pengorganisasian pembelajaran untuk mencapai satu kompetensi dasar yang ditetapkan dalam standar isi dan dijabarkan dalam silabus.³⁰

Secara umum dapat disimpulkan bahwa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah rencana yang menggambarkan kegiatan pembelajaran tatap muka yang disusun oleh guru untuk melaksanakan pembelajaran sesuai

²⁸ Zuhdan K. Prasetyo, Op. Cit, hal 6.

²⁹ Kemendikbud, *Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah*, (Jakarta Kemendikbud, 2016).

³⁰ Kunandar, *Guru Profesional (Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Sukses dalam Sertifikasi Guru)*. (Jakarta: Raja Grafindo, 2011), hal 263.

dengan kompetensi, tujuan, materi dan model pembelajaran. Pada penelitian ini penyusunan RPP menggunakan model pembelajaran FERA berbasis *PhET Interactive Simulation*.

Format RPP yang digunakan peneliti adalah format RPP terbaru. Dalam menyusun RPP yang lengkap terdapat beberapa komponen yang harus dipenuhi. Komponen-komponen tersebut disesuaikan dengan surat edaran Kemendikbud No.14 tahun 2019 tentang penyederhanaan RPP yang menyatakan bahwa komponen inti pada RPP adalah:³¹

- a. Identitas sekolah
- b. Tujuan pembelajaran
- c. Langkah-langkah (kegiatan pembelajaran)
- d. Penilaian pembelajaran (*assessment*)

Adapun untuk komponen lainnya bersifat pelengkap. Pada penelitian ini komponen lain seperti Kompetensi Inti (KI) Kompetensi Dasar (KD), Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK), materi pembelajaran, pendekatan/model/metode pembelajaran, media pembelajaran, sumber belajar dicantumkan sebagai lampiran dari RPP.

2. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik merupakan lembaran-lembaran yang berisi tugas yang harus dikerjakan peserta didik. Lembar kegiatan biasanya berupa petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan suatu tugas yang harus jelas Kompetensi Dasar (KD) yang dicapainya.³² Kemp menyatakan bahwa LKPD merupakan lembar kegiatan yang memberikan petunjuk-petunjuk belajar tentang topik atau materi pelajaran yang telah

³¹Kemendikbud, *Surat Edaran Kemendikbud No.14 Tahun 2019 Tentang Penyederhanaan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)*. (Jakarta: Kemendikbud, Desember 2019).

³²Depdiknas, *Perangkat Pembelajaran Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*, (Jakarta: 2008)

dipilih dan disertai latihan-latihan.³³ Selanjutnya menurut Mudlofir, LKPD adalah lembaran-lembaran berisi tugas yang harus dikerjakan oleh peserta didik. Lembaran ini berisi petunjuk, langkah-langkah untuk menyelesaikan tugas yang diberikan kepada peserta didik berupa teori maupun praktik.³⁴

Dengan demikian peneliti menyimpulkan bahwa LKPD adalah lembar kegiatan yang berisi materi, ringkasan serta petunjuk pelaksanaan tugas pembelajaran yang disusun untuk memudahkan peserta didik mandiri dalam memahami materi dan mengerjakan tugas. Lembaran-lembaran tersebut diperlukan untuk mengarahkan proses belajar peserta didik. Dengan adanya LKPD, keterlibatan aktif peserta didik sangat diharapkan, sehingga dapat memberikan kesempatan lebih luas dalam proses konstruksi pengetahuan dalam dirinya.

Depdiknas memberikan panduan penyusunan LKPD yang meliputi komponen LKPD dan langkah-langkah penyusunan LKPD. Untuk komponen LKPD terdiri atas: judul, bidang studi, semester, tempat, petunjuk belajar, KD yang akan dicapai, indikator, informasi pendukung, tugas yang harus dilakukan, langkah kerja dan laporan yang harus dikerjakan. Selanjutnya, langkah-langkah penyusunan LKPD adalah sebagai berikut: (a) melakukan analisis kurikulum SK, KD, indikator dan materi pembelajaran; (b) menyusun peta kebutuhan LKPD; (c) menentukan judul LKPD; (d) menulis LKPD; (e) menentukan alat penelitian.

Dalam penelitian ini, peneliti mengadopsi komponen dan langkah-langkah penyusunan LKPD tersebut di atas sehingga dihasilkan LKPD yang disesuaikan dengan model FERA

³³ Primaningtyas Nur Afifah, Skripsi: "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah pada Materi Sudut untuk SMP", (Yogyakarta: UNY 2013),32

³⁴ Ali Mudlofir, *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Agama Islam*. (Jakarta: PT Raja Grafindo Persada. 2 012), 149

berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

B. Kriteria Perangkat Pembelajaran

Kriteria perangkat pembelajaran yang digunakan peneliti dalam mengembangkan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* mengacu pada kriteria kualitas suatu perangkat pembelajaran yang dikemukakan oleh Nienke Nieveen. Menurut Nieveen suatu produk dikatakan berkualitas jika memenuhi tiga kriteria yaitu: validitas (*validity*), kepraktisan (*practicality*), dan keefektifan (*effectiveness*).³⁵

Dalam penelitian ini, hasil perangkat pembelajaran model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik adalah suatu hasil dari pengembangan perangkat pembelajaran matematika yang merupakan prototipe akhir serta memenuhi tiga kriteria hasil pengembangan Nieveen yaitu validitas, kepraktisan, dan keefektifan. Berikut penjelasan terkait kriteria perangkat pembelajaran:

1. Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Kriteria validitas suatu produk ditinjau berdasarkan dua hal yaitu relevansi yang juga disebut dengan validitas isi (*content validity*) dan konsistensi atau yang biasa disebut dengan validitas konstruksi (*construct validity*).³⁶ Validitas isi dalam pengembangannya didasarkan atas teori-teori yang digunakan sebagai pedoman dalam merancang perangkat pembelajaran. Sementara validitas konstruksi ditentukan melalui hubungan antarkomponen yang konsisten, artinya setiap perangkat pembelajaran terkait secara konsisten antara satu dengan yang lain. Sebagai pedoman penilaian validator terhadap perangkat

³⁵ Tjeerd Plomp - Nienke Nieveen, *Educational Design Research*. (Enschede: SLO- NETHERLANDS INSTITUTE FOR CURRICULUM DEVELOPMENT, 2013), 29.

³⁶ *Ibid*, 29.

pembelajaran pada penelitian ini, indikator yang digunakan adalah:

- a. Indikator format perangkat pembelajaran
Terdiri dari kejelasan pembagian materi, kemenarikan, keseimbangan teks dan ilustrasi, dan pengaturan ruang.
- b. Indikator Bahasa
Terdiri dari kebenaran tata bahasa, kesesuaian kalimat dengan tingkat berpikir dan kemampuan membaca peserta didik, kejelasan definisi, dan kesederhanaan struktur kalimat.
- c. Indikator Ilustrasi
Terdiri dari dukungan ilustrasi untuk memperjelas konsep, keterkaitan langsung dengan konsep yang diajarkan, kejelasan, dan mudah dipahami.
- d. Indikator isi
Terdiri dari kebenaran isi, bagian-bagiannya tersusun secara logis, kesesuaian dengan Kurikulum 2013, memuat semua informasi penting yang terkait, isi dari materi maupun latihan soal mampu merangsang berpikir kritis peserta didik, kesesuaian dengan pola pikir peserta didik, memuat latihan yang berhubungan dengan konsep yang ditemukan, tidak terfokus pada stereotip tertentu (etnis, jenis kelamin, agama, dan kelas sosial).

Berdasarkan uraian di atas dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran dikatakan valid apabila hasil penilaian dari validator terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan atas dasar isi dan konstruksinya masuk dalam kategori valid atau sangat valid.

2. Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Nieveen berpendapat bahwa perangkat pembelajaran berada pada kriteria kelayakan praktis apabila perangkat pembelajaran yang dikembangkan telah dipertimbangkan dan

dinilai oleh validator dapat digunakan, serta guru dan peserta didik dapat menerapkan perangkat tersebut dalam proses pembelajaran dengan kriteria baik.³⁷ Dalam penelitian ini, perangkat dikatakan praktis didasarkan pada penilaian dari validator melalui pengisian lembar validasi perangkat pembelajaran. Penilaian tersebut meliputi beberapa aspek, yaitu: (1) dapat digunakan tanpa revisi; (2) dapat digunakan dengan sedikit revisi; (3) dapat digunakan dengan banyak revisi; (4) tidak dapat digunakan.

Dalam penelitian ini, perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika ahli (validator) menyatakan perangkat tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi atau tanpa revisi.

Pada penelitian ini, kriteria kelayakan yang dijadikan pedoman pengembangan perangkat pembelajaran yaitu kevalidan dan kepraktisan. Untuk aspek keefektifan tidak dapat dilakukan oleh peneliti disebabkan oleh adanya pandemi *Covid-19* yang menyebabkan kurang memungkinkannya mendapatkan data keefektifan.

C. Model Pembelajaran FERA

1. Pengertian Pembelajaran FERA

Model pembelajaran FERA adalah model pembelajaran bersiklus (*cycle learning*) yang dikembangkan oleh *National Science Resources Center (NSRC)*.³⁸ Nama model FERA diambil dari 4 sintaks model pembelajaran ini, yaitu *Focus, Explore, Reflect, And Apply*. Model pembelajaran FERA ini merupakan suatu model pembelajaran yang digunakan untuk memfasilitasi pembelajaran yang berpusat pada peserta didik.³⁹ Model pembelajaran ini dikembangkan berlandaskan teori pembelajaran konstruktivisme, yang memberikan kesempatan

³⁷ Hobri. *Metode Penelitian dan Pengembangan*. (Jember: PENA Salsabila. 2010), 54.

³⁸ "Creating Inquiry-Based Activities Designing Family Science Activities Using Inquiry", in Center for Inquiry Science at The Institute for Systems Biology, 2006, h. 29.

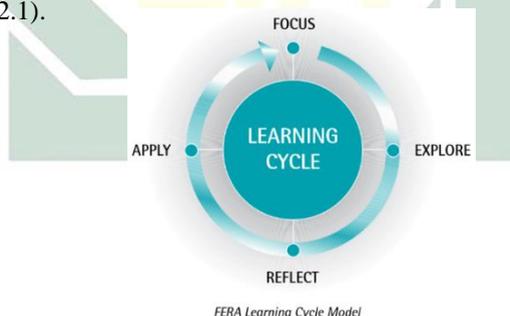
³⁹ Ibid, hal. 29.

bagi peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri, dengan cara melakukan sejumlah kegiatan atau eksperimen sehingga selain dapat melatih pemahaman peserta didik juga dapat melatih keterampilan mereka terutama keterampilan berpikir kritis.⁴⁰ Menurut teori konstruktivisme, belajar merupakan proses pembentukan pengetahuan. Pembentukan ini dilakukan oleh peserta didik secara aktif dalam melakukan kegiatan pembelajaran, aktif berpikir, menyusun konsep serta memberi makna tentang hal-hal yang dipelajari.⁴¹

Sehingga dalam penelitian ini disimpulkan bahwa model pembelajaran FERA merupakan model pembelajaran bersiklus yang pembelajarannya berpusat pada peserta didik, dimana peserta didik berperan aktif dalam menemukan atau membangun pengetahuannya sendiri serta mencari solusi sendiri tanpa terus bergantung pada pendidik.

2. Langkah-langkah Pembelajaran FERA

Model pembelajaran FERA terdiri dari 4 langkah yaitu *Focus, Explore, Reflect, and Apply*. Berikut ini akan ditunjukkan siklus dari sintaks model pembelajaran FERA pada (Gambar 2.1).



Gambar 2.1 Siklus Sintaks Model Pembelajaran FERA

⁴⁰ Susan Sprague, Op. Cit, hal 92.

⁴¹ Wayan Suana, “Peningkatan Aktivitas Dan Hasil Belajar Peserta didik Pada Pembelajaran IPA Dengan Pendekatan Keterampilan Proses”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 5:1 (2016), h. 16.

Model pembelajaran FERA ini merupakan model pembelajaran bersiklus, dimana setelah selesai hingga fase terakhir dapat diulang kembali pada fase awal. Pengulangan siklus dalam pembelajaran ini bergantung pada ketuntasan kompetensi dasar materi yang diajarkan. Penjelasan lebih lengkap mengenai sintaks model pembelajaran FERA akan dijelaskan pada Tabel 2.1 berikut ini:⁴²

Tabel 2.1
Sintaks Model Pembelajaran FERA (Focus, Explore, Reflect, and Apply)

Fase	Deskripsi
<i>Focus</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik menghubungkan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep. 2. Peserta didik mempertimbangkan konsep yang dipelajari. 3. Peserta didik diberikan fenomena kontekstual.
<i>Explore</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik merumuskan permasalahan berdasarkan fenomena. 2. Menguji gagasan yang telah dirumuskan melalui kegiatan eksperimen. 3. Membandingkan ide-ide melalui diskusi kelompok.

⁴² “Creating Inquiry-Based Activities Designing Family Science Activities Using Inquiry”, in Center for Inquiry Science at The Institute for Systems Biology, Op. Cit. hal 30.

<i>Reflect</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Peserta didik memaknai atau memproses data yang diperoleh dari eksplorasi. 2. Membandingkan hasil eksplorasi dengan konsep yang sudah ada. 3. Menyimpulkan. 4. Berbagi ide dengan orang lain.
<i>Apply</i>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memperluas dan menerapkan pengetahuan yang telah diperoleh dalam konteks lain.

3. Kelebihan dan Kekurangan Pembelajaran FERA

Model pembelajaran FERA memiliki kelebihan dan kekurangan. Kelebihan dari model pembelajaran FERA adalah sebagai berikut:⁴³

1. Peserta didik akan lebih aktif di dalam proses pembelajaran karena untuk mendapatkan pengetahuan, peserta didik harus mencari sendiri dan harus melalui serangkaian kegiatan yang dapat melatih keterampilan dan pemahaman mereka.
2. Membimbing peserta didik untuk menerapkan konsep atau pengetahuan yang mereka dapatkan ke dalam kehidupan sehari-hari sehingga peserta didik dapat lebih memahami apa yang mereka pelajari.

⁴³ Ardiya Pramesti Regita Putri, Skripsi: “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (Focus, Explore, Reflect And Apply) Dengan Pendekatan SAVIR Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik” (Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2019), 22.

Adapun kekurangan dari model *FERA* adalah sebagai berikut:⁴⁴

1. Membutuhkan alokasi waktu yang cukup lama dalam kegiatan pembelajaran. Oleh karena itu pada penelitian ini akan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* serta media-media yang lainya yang dapat membantu sehingga tidak banyak memakan waktu.
2. Peserta didik belum terbiasa melakukan fase eksplorasi dan refleksi sehingga mereka belum dapat melakukannya sendiri dan masih memerlukan bimbingan dari pendidik. Oleh karena itu pada penelitian ini menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* pada tahap eksplorasi dengan tujuan agar peserta didik dapat dengan mudah dalam bereksplorasi karena aplikasi telah didesain dengan canggih dan semenarik mungkin. Selain itu, guru harus membimbing dengan jelas dan terstruktur agar peserta didik mudah dalam melakukan eksplorasi dan refleksi.

D. *PhET Interactive Simulation*

1. Pengertian *PhET Interactive Simulation*

PhET Interactive Simulation adalah sebuah proyek yang dikembangkan oleh tim dari University of Colorado Boulder. Proyek tersebut adalah proyek sumber daya pendidikan (OER) nirlaba yang didirikan oleh Carl Wieman pada tahun 2002.⁴⁵ *PhET* dimulai dengan visi Wieman untuk meningkatkan cara ilmu pengetahuan diajarkan dan dipelajari. Misi Carl Wieman dan tim adalah untuk memajukan sains dan matematika serta pendidikan di seluruh dunia melalui simulasi interaktif gratis.⁴⁶

PhET merupakan singkatan dari *Physics Education Technology*. Awal mulanya *PhET* dirancang hanya untuk proses belajar mengajar fisika, namun *PhET* sekarang telah diperluas dalam berbagai disiplin ilmu. Proyek ini sekarang merancang,

⁴⁴ Ibid,23

⁴⁵ Carl Wieman, "About PhET", diakses dari <http://PhET.colorado.edu>, pada tanggal 1 Januari 2020

⁴⁶ "PhET Intercative Simulation", diakses dari https://en.wikipedia.org/wiki/PhET_Interactive_Simulations, pada tanggal 1 Januari 2020.

mengembangkan, dan merilis lebih dari 125 simulasi interaktif gratis untuk penggunaan pendidikan di bidang fisika, kimia, biologi, matematika, dan ilmu kebumihan atau geografi. Simulasi *PhET* ini telah diterjemahkan ke dalam lebih dari 65 bahasa yang berbeda, termasuk Spanyol, Cina, Jerman, dan Arab.⁴⁷

Program-program yang terdapat dalam simulasi *PhET* dapat disesuaikan dengan kompetensi yang akan dicapai dalam pembelajaran. Hal ini dapat diketahui dari menu pilihan yang ada di dalam simulasi *PhET*, menu pilihan pada simulasi *PhET* dapat dipilih sesuai dengan kategori yang ada serta dapat disesuaikan dengan tingkat pendidikannya mulai dari tingkat SD, SMP, SMA dan Perguruan Tinggi.

PhET menyediakan simulasi sains dan matematika yang menyenangkan, interaktif, berbasis penelitian, menarik, dan terbuka terhadap semua lingkungan belajar.⁴⁸ Simulasi *PhET* dapat diakses secara *online* dengan bantuan koneksi internet ataupun secara *offline* dengan cara didownload atau diunduh bebas biaya di situs <http://PhET.colorado.edu>. Simulasi ini ditulis dalam java dan *flash* dan dapat dijalankan dengan menggunakan *web browser* baku selama *plug-in Flash* dan java sudah terpasang.

Berdasarkan uraian di atas maka dapat disimpulkan bahwa *PhET (Physic Education Technology) interactive simulation* adalah suatu simulasi interaktif di internet dengan memakai bahasa pemrograman java dan *flash*, yang dikembangkan oleh tim dari Universitas Colorado Amerika Serikat, guna membantu proses pembelajaran pada bidang fisika, kimia, biologi, matematika dan ilmu kebumihan atau geografi.

2. *PhET Interactive Simulation* dalam Pembelajaran

Terdapat dua tujuan utama dibuatnya *PhET Interactive Simulation* yaitu meningkatkan keterlibatan peserta didik dan peningkatan pembelajaran. *PhET Interactive Simulation* dirancang khusus untuk mendukung peserta didik dalam

⁴⁷ Guttenplan, D.D., "Web Tutors Become Stars Far from Classroom" (New York Times, 11 December 2011).

⁴⁸ Carl Wieman, "About PhET", diakses dari <http://PhET.colorado.edu>, pada tanggal 1 Januari 2020

membangun pemahaman konseptual yang kuat tentang sains dan matematika melalui eksplorasi.⁴⁹ *PhET Interactive Simulation* dirancang untuk menghadirkan lingkungan pembelajaran yang interaktif, menarik, serta mendidik peserta didik memiliki pola pikir konstruktivisme yang mana peserta didik dapat menggabungkan pengetahuan awal mereka dengan temuan-temuan *virtual* dari simulasi yang dijalankan.

Dalam pembelajaran, *PhET Interactive Simulation* dapat membantu dalam memperkenalkan topik baru, membangun konsep atau *skill*, memperkuat gagasan atau ide, serta menyediakan hasil akhir dan refleksi. Simulasi *PhET* dirancang untuk membangun hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu atau konsep yang mendasarinya.⁵⁰ Selain itu simulasi *PhET* ini memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berinteraksi dengan visual dinamis, memungkinkan peserta didik untuk fokus dalam kegiatan eksplorasi, memberikan umpan balik yang cepat, serta memiliki banyak representasi.⁵¹

Secara singkat, strategi dasar untuk menggunakan *PhET Interactive Simulation* dalam pembelajaran meliputi:⁵² 1) menetapkan tujuan pembelajaran tertentu; 2) mendorong peserta didik untuk menggunakan akal dan penalaran; 3) terhubung dan membangun pengetahuan peserta didik sebelumnya dengan pemahaman; 4) terhubung dan memahami pengalaman dunia nyata; 5) mendorong kegiatan kolaboratif yang produktif; 6) jangan terlalu membatasi eksplorasi peserta didik; 7) membutuhkan penalaran atau pengertian dalam kata-kata dan

⁴⁹ Katherine Perkins., Adams, W., & Dubson, M, "PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics", *The Physics Teacher*, Vol.44, (Januari, 2006), 18.

⁵⁰ Noah Finkelstein, Adams, W., Keller, C., Perkins, K., Wieman, C., & P. E., "High-Tech Tools for Teaching Physics: The *Physics Education Technology Project*", *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 2:3, (September, 2006). 111.

⁵¹ Moore, E.B., Herzog, T. A & Perkins, K. K, Interactive Simulations As Implicit Support For Guided-Inquiry. *Chem. Educ. Res. Pract.*, vol 14, 2013, pp 257-268.

⁵² *Ibid.*, hal. 7.

diagram (yaitu beberapa representasi); dan 8) membantu peserta didik memantau pemahaman mereka.

3. Karakteristik *PhET Interactive Simulation*

Ada beberapa karakteristik unik dari *PhET Interactive Simulation* yang dapat dimanfaatkan dalam merancang kegiatan pembelajaran dibanding media lain. Perbedaan paling signifikan dari media lain adalah:⁵³ 1) *PhET Interactive Simulation* menarik karena peserta didik dapat belajar sekaligus bermain pada simulasi tersebut; 2) canggih dengan simulasi yang dibuat lebih eksplisit; 3) membuat lingkungan belajar menjadi unik, 4) banyak melibatkan peserta didik dalam kegiatan eksplorasi, 5) bimbingan dan umpan balik dibentuk ke dalam *PhET Interactive Simulation* (hanya parameter tertentu dapat disesuaikan dan peserta didik melihat langsung serta menanggapi perubahan).

Bimbingan yang terkandung di dalam *PhET Interactive Simulation* ini dapat mengurangi waktu yang dihabiskan peserta didik (terjebak) untuk mencoba mencari tahu hal-hal lain. Hal ini juga berarti peserta didik dapat memahami lebih dalam materi yang dipelajari tanpa penjelasan bimbingan atau umpan balik dari guru. Namun, banyak atau tidaknya guru dalam memberikan bimbingan pada setiap ilmu tergantung pada *PhET Interactive Simulation* tertentu dan latar belakang peserta didik. Dengan bimbingan yang sangat jelas dan terstruktur, peserta didik akan benar-benar mengeksplorasi dan belajar lebih banyak.⁵⁴

E. Keterampilan Berpikir Kritis

1. Pengertian Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan merupakan istilah yang mengacu pada kemampuan khusus yang diperoleh melalui pengalaman atau

⁵³ C. E. Wieman, dkk, "Teaching Physics Using *PhET* Simulations", *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching* 48, (2010), 1.

⁵⁴ *Ibid*, 1.

latihan untuk melakukan tugas dengan baik.⁵⁵ Keterampilan (*skill*) adalah kemampuan yang ada dalam diri (*inner ability*).⁵⁶ Reber dan Caerun mengungkapkan bahwa keterampilan sebagai kemampuan dalam melakukan pola-pola tingkah laku yang kompleks dan tersusun mulus sesuai dengan keadaan untuk mencapai hasil tertentu. Keterampilan tidak hanya gerak motorik, melainkan juga fungsi mental yang bersifat kognitif (termasuk berpikir).⁵⁷

Selanjutnya, Costa mengungkapkan bahwa keterampilan berpikir adalah proses-proses kognitif yang memungkinkan kita untuk memaknai informasi dan berkreasi dengan informasi.⁵⁸ *Ministry of Education Malaysia* menyatakan bahwa keterampilan berpikir dibagi menjadi dua kategori, salah satunya yaitu keterampilan berpikir kritis.

Berpikir kritis menurut Scriven & Paul adalah proses disiplin intelektual yang secara aktif dan terampil mengkonseptualisasikan, menerapkan, menganalisis, mensintesis, dan atau mengevaluasi informasi yang dihasilkan melalui pengamatan, pengalaman, refleksi, penalaran, atau komunikasi, sebagai panduan untuk keyakinan dan tindakan. Menurut Johnson, berpikir kritis adalah sebuah proses yang terorganisir dan jelas yang digunakan dalam aktivitas mental seperti pemecahan masalah, pembuatan keputusan, menganalisis asumsi dan penemuan secara ilmiah.⁵⁹ Menurut Stobaugh, menjelaskan bahwa berpikir kritis adalah berpikir yang reflektif secara mendalam dalam pengambilan keputusan dan pemecahan

⁵⁵ Hartini-Sukardjo, "Pengembangan Higher Order Thinking Multiple Choize Test Untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis IPA Kelas VII SMP/Mts", *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 1:1 (April, 2015), 8.

⁵⁶ Maulana, *Konsep Dasar Matematika dan Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Kreatif* (Sumedang: UPI Sumedang Press, 2017), 9

⁵⁷ Siti Zulfamia Indrasari, Tesis: "Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Penerapan model Pembelajaran *Creative Problem Solving* Peserta didik kelas XI IPA". (Makassar: Universitas Negeri Makassar, 2015), 94

⁵⁸ Costa, A. L. "Developing Minds a Resource Book for Teaching Thinking. Virginia: Association for Supervision and Curriculum Development. (1985), 114.

⁵⁹ Johnson, Elaine B, *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna* (Bandung: Kaifa, 2010), 100.

masalah untuk menganalisis situasi, mengevaluasi argumen, dan menarik kesimpulan yang tepat.⁶⁰ Selain itu Angelo berpendapat bahwa berpikir kritis merupakan aplikasi yang disengaja dari keterampilan berpikir tingkat tinggi, seperti analisis, sintesis, memahami dan memecahkan masalah, inferensi, dan evaluasi.⁶¹ Sedangkan menurut Ennis berpikir kritis merupakan cara berpikir reflektif dan beralasan yang difokuskan pada pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah.⁶² Definisi yang dikemukakan Ennis tersebut lebih menekankan berpikir kritis pada pengambilan keputusan untuk memecahkan masalah. Seseorang yang memiliki pemikiran kritis tidak akan langsung percaya dengan mudah apa yang diyakini orang lain, sebelum mempertimbangkan terlebih dahulu dan mencari informasi lain yang mendukung. Menurut Ennis pemikiran kritis melibatkan mengakses, menganalisis dan mensintesis informasi, dan dapat diajarkan, dipraktikkan dan dikuasai.

Glasser dan Fisher mendefinisikan *critical thinking skill* atau yang biasa dikenal dengan keterampilan berpikir kritis adalah (1) suatu sikap mau berpikir secara mendalam tentang masalah-masalah dan hal-hal yang berada dalam jangkauan pengalaman seseorang; (2) pengetahuan tentang metode-metode pemeriksaan dan penalaran yang logis; (3) semacam suatu keterampilan untuk menerapkan metode-metode tersebut.⁶³ Keterampilan berpikir kritis dapat dikatakan kemampuan seseorang dalam menganalisis suatu gagasan dengan menggunakan penalaran yang logis. Hal ini sejalan dengan yang diungkapkan Yasushi Gotoh bahwa keterampilan berpikir kritis adalah seperangkat keterampilan

⁶⁰ Stoubaugh, R. "Assesing Critical Thinking in Middle and High Schools: Meeting the Common Core" (New York: Routledge, 2013), 205.

⁶¹ Khaeruddin, Op. Cit. hal 25

⁶² Robert Ennis, *Evaluating Critical Thinking*, (Midwest Publication Critical Thinking Press, 1989), 9.

⁶³ Fisher, A. "Critical Thinking: an Introduction" (Cambridge University Press: 2011), 20.

dan kecenderungan yang memungkinkan seseorang untuk memecahkan masalah secara logis.⁶⁴

Berdasarkan beberapa pendapat ahli di atas, peneliti menyimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis adalah suatu keterampilan seseorang yang melibatkan proses kognitif tingkat tinggi yaitu mengakses, mensintesis, dan menganalisis ide atau gagasan secara logis, reflektif, dan sistematis untuk membantu membuat, mengevaluasi serta mengambil keputusan tentang apa yang diyakini atau akan dilakukan sehingga berhasil dalam memecahkan masalah.

2. Pentingnya Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kecakapan hidup (*life skill*) yang perlu dikembangkan dan dilatihkan melalui proses pendidikan. Keterampilan seseorang dalam berpikir terutama dalam berpikir kritis akan berpengaruh terhadap keberhasilan hidup seseorang karena berpikir kritis berkaitan dengan apa yang akan dikerjakan. Sanjaya menyatakan bahwa, "belajar berpikir menekankan kepada proses mencari dan menemukan pengetahuan melalui interaksi antara individu dengan lingkungan".⁶⁵ Hal tersebut mengandung pengertian bahwa pembelajaran berpikir dalam proses pendidikan di sekolah tidak hanya menekankan kepada akumulasi pengetahuan materi pelajaran, akan tetapi yang diutamakan adalah kemampuan peserta didik untuk memperoleh pengetahuannya sendiri (*self-regulated*). Seseorang yang memiliki *critical thinking skill* cenderung lebih cepat mengidentifikasi informasi yang relevan, memisahkan informasi yang tidak relevan serta memanfaatkan informasi tersebut untuk mencari solusi masalah atau mengambil keputusan, dan jika perlu mencari informasi pendukung yang relevan.

⁶⁴ Yasushi, G. "Development of Critical Thinking with Metacognitive Regulation. International Conference on Cognition and Exploratory Learning in Digital Age" (Niigata University CELDA: 2016), 95.

⁶⁵ Wina Sanjaya. "Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan" *Kencana Prenada Media Group*, (Jakarta: 2008), hal 130.

Sejalan dengan hasil studi yang dilakukan Johnson, peserta didik yang memiliki kemampuan berpikir kritis yang memadai memiliki kemungkinan besar untuk dapat mempelajari masalah secara sistematis, menghadapi berjuta tantangan dengan cara terorganisasi, merumuskan pertanyaan inovatif, dan merancang penyelesaian yang dipandang relatif baru.⁶⁶ Seseorang perlu memiliki keterampilan berpikir kritis dan perlu melatihnya, karena keterampilan tersebut sangat berguna dan sebagai bekal dalam menghadapi kehidupan sekarang dan di masa yang akan datang.

Dengan *critical thinking skill*, seseorang mampu berpikir secara rasional dan logis dalam menerima informasi dan sistematis dalam memecahkan permasalahan. Artinya berpikir kritis mampu meningkatkan keterampilan analistik. Selain itu *critical thinking skill* juga meningkatkan kemampuan seseorang cenderung kreatif. Seseorang yang memiliki *critical thinking skill* dapat memanfaatkan ide ataupun informasi, dan mencari informasi tambahan yang relevan sehingga dapat mengevaluasi lalu memodifikasi untuk menghasilkan ide yang terbaik. *Critical thinking skill* juga berfungsi untuk merefeksi atau evaluasi diri terhadap keputusan yang sudah diambil.

3. Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Aspek indikator menurut Ennis dibagi menjadi 5 kelompok besar yaitu:⁶⁷

- a. memberikan penjelasan sederhana (*elementary clarify*).
- b. membangun keterampilan dasar (*basic support*).
- c. menyimpulkan (*interference*).
- d. mengatur strategi dan taktik (*strategy and tactics*).

⁶⁶ Johnson, Elaine B, Op. Cit. 105.

⁶⁷ Robert Ennis, *Evaluating Critical Thinking*, (Midwest Publication Critical Thinking Press, 1989), 14.

Dari masing-masing indikator keterampilan berpikir kritis di atas, diuraikan lagi menjadi sub-indikator pada Tabel 2.2 berikut.⁶⁸

Tabel 2.2
Indikator dan Sub-Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator	Sub-Indikator
1. Memberikan penjelasan sederhana (<i>elementary clarify</i>).	<ul style="list-style-type: none"> a. Memfokuskan pertanyaan b. Menganalisis argumen c. Bertanya dan menjawab pertanyaan yang membutuhkan penjelasan atau tantangan
2. Membangun keterampilan dasar (<i>basic support</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak? b. Mengobservasi dan mempertimbangkan hasil observasi.
3. Menyimpulkan (<i>interference</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Mendeduksi dan mempertimbangkan deduksi b. Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi c. Membuat dan mengkaji nilai-nilai hasil pertimbangan
4. Membuat penjelasan lebih lanjut	<ul style="list-style-type: none"> a. Mendefinisikan istilah dan mempertimbangkan definisi b. Mengidentifikasi asumsi

⁶⁸ Ibid.,

5. Mengatur strategi dan taktik (<i>strategy and tactics</i>)	<ul style="list-style-type: none"> a. Memutuskan suatu tindakan b. Berinteraksi dengan orang lain
---	---

Keterampilan berpikir kritis menurut Facione mencakup enam aspek. Keenam aspek tersebut antara lain:⁶⁹

- a. Interpretasi (*interpretation*), yaitu kemampuan seseorang dalam mengelompokkan, memahami dan menjelaskan makna dari berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, keputusan, konvensi, aturan-aturan, prosedur dan kriteria.
- b. Analisis (*analysis*), yaitu kemampuan seseorang dalam menguji atau memeriksa gagasan, mengidentifikasi maksud atau hubungan antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi dari kepercayaan, keputusan, alasan, pengalaman dan pendapat, sehingga dapat memberikan pernyataan atau alasan pendukung ide untuk penyelesaian masalah yang tepat.
- c. Evaluasi (*evaluation*), kemampuan seseorang dalam menilai kredibilitas dari suatu pernyataan atau penyajian lain dengan menilai atau menggambarkan persepsi seseorang, pengalaman, situasi, keputusan dan menggunakan kekuatan logika dari hubungan inferensial yang aktual seperti pernyataan, pertanyaan, deskripsi atau bentuk lainnya.
- d. Menyimpulkan (*inference*), yaitu kemampuan seseorang dalam mengidentifikasi bagian-bagian yang dibutuhkan dalam membuat kesimpulan, menarik kesimpulan. Kemampuan inferensi digunakan untuk membuat hipotesis dengan mempertimbangkan informasi yang relevan dan mengurangi konsekuensi yang ditimbulkan dari berbagai representasi seperti pernyataan, data, bukti,

⁶⁹ Peter A Facione, *Critical Thinking: What It Is and Why It Count*.

prinsip, opini, penilaian, deskripsi, keyakinan dan lain-lain.

- e. *Explanation*, yaitu kemampuan seseorang dalam menyatakan hasil proses pertimbangan, kemampuan memberi alasan atas prosedur yang digunakan, kemampuan membenarkan suatu alasan berdasarkan bukti, konsep, atau kriteria tertentu dan pertimbangan yang masuk akal, dan kemampuan mempresentasikan alasan berupa argumen yang meyakinkan.
- f. *Self regulation*, yaitu kesadaran seseorang untuk memonitor salah satu aktivitas kognitif, terdapat beberapa hal penting pada aktivitas ini khususnya dengan menggunakan kemampuan analisis dan evaluasi. *Self regulation* berguna untuk mendapatkan penilaian dengan mengajukan pertanyaan, konfirmasi, validasi atau mengoreksi penjelasan–penjelasan atau hasil.

Indikator yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis dan Facione yang dikembangkan menjadi beberapa indikator keterampilan berpikir kritis sebagai berikut:

Tabel 2.3
Indikator Keterampilan Berpikir Kritis Dalam Penelitian

Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	Sub-Indikator Keterampilan Berpikir Kritis
1. Interpretasi	a. Memahami dan menyatakan makna dari berbagai pengalaman, situasi, data, peristiwa, keputusan, konvensi, keyakinan, aturan, prosedur/kriteria b. Kategorisasi/mengelompokkan c. Klarifikasi makna

2. Analisis	<ul style="list-style-type: none"> a. Mengidentifikasi hubungan antara pernyataan, pertanyaan, konsep, deskripsi dari kepercayaan, keputusan, alasan, pengalaman dan pendapat. b. Menganalisis ide
3. Evaluasi	<ul style="list-style-type: none"> a. Menilai kredibilitas dari suatu pernyataan atau penyajian lain. b. Mengevaluasi dan mempertimbangkan hasil observasi.
4. <i>Explanation</i>	<ul style="list-style-type: none"> a. Menyatakan hasil pertimbangan. b. Memberi alasan atas prosedur yang digunakan c. Membenarkan suatu alasan berdasarkan bukti, konsep, atau kriteria tertentu dan pertimbangan yang masuk akal.
5. Menyimpulkan	<ul style="list-style-type: none"> a. Menginduksi istilah dan mempertimbangkan hasil induksi b. Mendeduksi dan mempertimbangkan deduksi.

Pemilihan indikator pada penelitian ini didasarkan pada pertimbangan bahwa tidak semua indikator dapat terlihat (mudah diukur) menggunakan instrumen tes. Maka dari itu, kelima indikator yang terdapat dalam Tabel 2.3 adalah indikator keterampilan berpikir kritis yang dapat terlihat (mudah diukur) menggunakan instrumen tes.

F. Pembelajaran Matematika Model FERA (*Fera, Explore, Reflect, and Apply*) Berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

Keterampilan berpikir kritis merupakan salah satu kecakapan hidup (*life skill*) yang perlu dikembangkan dan dilatihkan khususnya dalam proses pendidikan. Hal ini karena keterampilan seseorang dalam berpikir terutama dalam berpikir kritis akan berpengaruh terhadap keberhasilan hidup seseorang karena berpikir kritis berkaitan dengan apa yang akan dikerjakan. Salah satu upaya untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik adalah dengan melakukan pembelajaran matematika menggunakan model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation*.

Pada model pembelajaran FERA terdapat 4 tahapan yaitu *Focus, Explore, Reflect, and Apply* yang dapat melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Putri tentang efektivitas model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect And Apply*) dengan pendekatan SAVIR dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika yang menyatakan bahwa model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) dengan pendekatan SAVIR efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains peserta didik.⁷⁰ Selain itu model pembelajaran ini merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik yang memberikan kesempatan bagi peserta didik untuk membangun pengetahuannya sendiri, sehingga peserta didik terlibat aktif selama proses pembelajaran. Khususnya pada tahap *explore*, Pada tahap ini peserta didik bereksplorasi berusaha membangun pengetahuannya sendiri, sehingga diharapkan mampu dimaksimalkan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Pada tahap ini guru tidak diperkenankan terlalu membatasi eksplorasi peserta didik dalam penyelidikan dan diskusi dengan menggunakan program *PhET Interactive*

⁷⁰ Ardy Pramesti Regita Putri, Op Cit. 97.

Simulation, namun guru tetap membimbing peserta didik dalam semua tahapan.

Berdasarkan langkah-langkah model pembelajaran FERA di atas, berikut ini disajikan langkah-langkah pembelajaran model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* beserta keterkaitannya dengan keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Tabel 2.4

Langkah-Langkah Pembelajaran Model FERA Berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik

Sintaks	Aktivitas Guru	Aktivitas Peserta didik	Keterampilan Berpikir Kritis yang dilatihkan
<i>Focus</i>	Guru mendorong peserta didik untuk mengubungkan pengetahuan atau pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep (hal ini dapat dilakukan guru dengan memberikan fenomena kontekstual kemudian mendorong peserta didik untuk menghubungkan fenomena tersebut dengan suatu konsep)	Peserta didik menghubungkan pengetahuan dan pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep.	Interpretasi

<i>Explore</i>	<p>a. Membentuk peserta didik ke dalam kelompok-kelompok kecil.</p> <p>b. Membimbing peserta didik dalam membuat gagasan atau prediksi terkait solusi dari permasalahan</p> <p>c. Membimbing peserta didik dalam menguji ide atau gagasan yang telah mereka dapatkan.</p> <p>d. Membimbing peserta didik dalam menggunakan aplikasi <i>PhET Interactive Simulation</i></p>	<p>a. Membentuk kelompok dan bekerja sama</p> <p>b. Merumuskan permasalahan berdasarkan fenomena yang diberi oleh guru.</p> <p>c. Berusaha mencari solusi dari permasalahan dengan terlebih dahulu membuat gagasan atau prediksi terkait solusi dari permasalahan.</p> <p>d. Menguji gagasan atau ide mereka melalui kegiatan eksperimen dengan menggunakan media <i>PhET Interactive Simulation</i>. (pada tahap ini diharapkan peserta didik dapat</p>	<p>a. Interpretasi b. Analisis</p>
----------------	--	---	--

		<p>menemukan pengetahuannya secara mandiri).</p> <p>e. Mendiskusikan ide-ide atau pengetahuan yang telah didapat setelah melakukan eksperimen dengan rekan-rekan dalam diskusi kelompok.</p>	
Reflect	<p>a. Guru membimbing peserta didik dalam memaknai data hasil dari kegiatan eksplorasi</p> <p>a. Guru membimbing peserta didik dalam merefleksikan data yang diperoleh dari hasil kegiatan <i>eksplorasi</i> dengan menggunakan konsep lain yang telah</p>	<p>a. Memaknai data yang diperoleh dari eksplorasi.</p> <p>b. Merefleksikan data yang diperoleh dari hasil kegiatan <i>eksplorasi</i> dengan menggunakan konsep lain yang telah dipelajari sebelumnya.</p> <p>c. Menyimpulkan ide atau pengetahuan baru untuk menjawab permasalahan.</p>	<p>a. Evaluasi b. Analisis c. Explanation d. Menyimpulkan</p>

	<p>dipelajari sebelumnya.</p> <p>b. Guru meminta masing-masing kelompok untuk mempresentasikan hasilnya ke depan kelas.</p>	<p>d. Mengkomunikasikan hasil temuannya ke depan kelas (presentasi)</p>	
<i>Apply</i>	<p>a. Mendorong peserta didik untuk menerapkan dan memperluas konsep yang telah mereka dapatkan dalam situasi baru/konteks lain.</p> <p>b. Membimbing peserta didik yang mengalami kesulitan menjawab soal-soal.</p>	<p>Menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain.</p>	<p>a. Interpretasi b. Analisis c. Evaluasi d. Explanation e. Menyimpulkan</p>

G. Hasil Penelitian Terdahulu Yang Relevan

Beberapa hasil penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan adalah sebagai berikut:

1. Penelitian yang dilakukan oleh Putri tentang efektivitas model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) dengan pendekatan SAVIR dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis

peserta didik pada pembelajaran fisika dengan hasil bahwa model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) dengan pendekatan SAVIR efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains peserta didik. Adapun yang membedakan dengan penelitian yang akan peneliti ujikan adalah pada penelitian sebelumnya dilakukan pada pembelajaran fisika sedangkan pada penelitian ini dilakukan pada pembelajaran matematika. Selain itu, pada variabel terikatnya penelitian sebelumnya adalah untuk mengukur keterampilan proses sains dan kemampuan berpikir kritis tetapi pada penelitian ini hanya mengukur keterampilan berpikir kritis.

2. Penelitian yang dilakukan oleh Asmara tentang penerapan model FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) dengan pendekatan *science writing heuristic* (SWH) untuk meningkatkan kemampuan memahami konsep dan kemampuan penalaran ilmiah peserta didik SMA pada materi dinamika partikel dengan hasil penelitian menunjukkan bahwa penerapan model FERA dengan pendekatan SWH secara signifikan dapat lebih meningkatkan kemampuan memahami konsep dan kemampuan penalaran ilmiah peserta didik pada materi dinamika partikel. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan diujikan diantaranya yaitu: 1) penelitian sebelumnya dilakukan pada pembelajaran IPA sedangkan pada penelitian yang diujikan pada pembelajaran matematika, 2) penelitian sebelumnya menggunakan model pembelajaran FERA dengan menggunakan pendekatan SWH sedangkan pada penelitian yang akan diujikan menggunakan model pembelajaran FERA dengan menggunakan bantuan aplikasi *PhET Interactive Simulation*, 3) aspek yang diukur pada penelitian sebelumnya adalah kemampuan memahami konsep dan kemampuan penalaran ilmiah peserta didik sedangkan pada penelitian yang akan diujikan aspek yang akan diukur adalah keterampilan berpikir kritis.
3. Penelitian dilakukan Budiman, Gumilar dan Rizal yang menyatakan bahwa keterampilan proses sains calon

pendidik yang belajar menggunakan model pembelajaran FERA lebih tinggi dibandingkan dengan yang menggunakan pembelajaran konvensional. Perbedaan penelitian sebelumnya dengan penelitian yang akan diujikan adalah aspek yang diukur pada penelitian sebelumnya adalah keterampilan proses sains peserta didik sedangkan pada penelitian yang akan diujikan aspek yang akan diukur adalah keterampilan berpikir kritis.

4. Penelitian yang dilakukan oleh Fithriani, A. Halim dan Khaldun tentang penggunaan media simulasi *PhET* dengan pendekatan inkuiri terbimbing untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada pokok bahasan kalor. Hasil penelitian tersebut adalah terjadi peningkatan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik yang mendapatkan pembelajaran dengan media simulasi *PhET*. Yang membedakan penelitian tersebut dengan penelitian yang akan diuji adalah model pembelajarannya serta pada pembelajaran tersebut dilakukan pada pembelajaran fisika sedangkan pada penelitian yang akan diujikan dilakukan pada pembelajaran matematika.

Berdasarkan uraian di atas, yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya yaitu, pada penelitian terdahulu pembelajaran dengan model FERA (*focus, explore, reflect and apply*) banyak digunakan pada pembelajaran IPA adapun untuk pembelajaran matematika belum pernah digunakan. Begitu juga dengan media aplikasi *PhET Interactive Simulation* masih banyak digunakan pada pembelajaran IPA sedangkan pada pembelajaran matematika sudah ada namun masih jarang yang menggunakan *PhET Interactive Simulation*. Kemudian, pada penelitian sebelumnya juga belum pernah ada pembelajaran yang menggunakan model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation*. Selain itu yang membedakan penelitian ini dengan penelitian sebelumnya adalah terkait aspek yang diujikan.

BAB III

METODE PENELITIAN

A. Jenis Penelitian

Jenis penelitian ini adalah penelitian pengembangan. Penelitian pengembangan merupakan penelitian yang mengembangkan suatu produk. Adapun produk yang dikembangkan dalam penelitian ini berupa perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Perangkat pembelajaran tersebut meliputi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD).

Model pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan Plomp yang terdiri dari tiga fase, diantaranya: 1) fase penelitian pendahuluan (*preliminary research*), 2) fase pengembangan atau *prototype (development or prototyping phase)*, serta 3) fase penilaian (*assessment phase*).⁷¹

B. Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian pendahuluan dilaksanakan pada tanggal 16 Februari 2020 dan 29 Juli 2020 tahun ajaran 2019/2020 di SMAN 1 Porong. Proses Penyusunan perangkat pembelajaran (RPP dan LKPD) dan Fase penilaian perangkat pembelajaran oleh validasi ahli dilaksanakan pada 21 Agustus 2020 – 21 Oktober 2020. Adapun untuk Uji coba produk di SMAN 1 Porong tidak dapat dilaksanakan oleh peneliti dikarenakan adanya pandemi *Covid-19* dimana tidak ada pembelajaran tatap muka langsung di sekolah.

⁷¹ Tjeerd Plomp & Nienke Nieven, "Educational Design Research: An introduction", (Netherlands: Netherlands Institute for Curriculum Development (SLO), 2013), 19

C. Prosedur Penelitian dan Pengembangan

Prosedur penelitian dan pengembangan yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada model pengembangan Plomp. Pada penelitian ini, prosedur penelitian dan pengembangan yang digunakan mengacu pada model pengembangan Plomp. Model pengembangan Plomp terdiri dari 3 fase, antara lain fase penelitian pendahuluan, fase pembuatan *prototype*, dan fase penelitian. Berikut penjelasan langkah-langkah dari ketiga fase model pengembangan Plomp:

1. Fase Penelitian Pendahuluan (*Preliminary Research*)

Pada fase pertama ini, peneliti mengumpulkan permasalahan mendasar pada pembelajaran matematika terdahulu maupun sedang berlangsung di tempat penelitian guna untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan dalam perencanaan pengembangan perangkat pembelajaran model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Tahap yang dilakukan pada fase ini adalah analisis awal akhir, analisis kurikulum, analisis peserta didik, dan analisis materi pembelajaran dengan cara mengumpulkan informasi pada guru mata pelajaran matematika yang terdapat di tempat penelitian tersebut. Berikut penjelasan dari tahap yang dilakukan pada fase ini:

a. Analisis Awal Akhir

Pada tahap ini peneliti menggali informasi-informasi penting yang diperlukan, sehingga diperoleh informasi terkait kondisi awal tempat penelitian. Selain itu pada tahap ini peneliti menganalisis dan menetapkan kebutuhan dasar peneliti dalam mengembangkan perangkat penelitian. Tahap ini dilakukan melalui kegiatan observasi dan wawancara kepada guru matematika di sekolah tersebut.

b. Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum merupakan kegiatan telaah kurikulum yang diberlakukan di tempat penelitian. Analisis kurikulum dilakukan dengan tujuan untuk mendapatkan hasil

telaah kurikulum yang akan dijadikan sebagai acuan dalam menyusun perangkat pembelajaran yang akan dikembangkan. Pada kegiatan ini peneliti melakukan wawancara dengan guru matematika untuk mengetahui kurikulum apa yang digunakan di tempat penelitian

c. Analisis Peserta didik

Analisis peserta didik merupakan suatu proses yang dilakukan peneliti untuk mengetahui kondisi awal keterampilan berpikir kritis peserta didik serta mengetahui karakteristik peserta didik yang sesuai dengan desain pengembangan perangkat pembelajaran yang akan dilakukan. Karakteristik ini meliputi latar belakang pengetahuan dan perkembangan kognitif peserta didik.

d. Analisis Materi Pembelajaran

Analisis materi pembelajaran bertujuan untuk mencari materi yang sesuai digunakan dalam proses pembelajaran dengan model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik.

Selain itu, pemilihan materi pembelajaran juga dilakukan dengan mempertimbangkan kesesuaian konsep dan isi materi dengan tujuan penelitian. Adapun materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah materi bab trigonometri sub bab rasio trigonometri.

2. Fase Pembuatan Prototipe (*Prototyping Phase*)

Pada fase pembuatan prototipe kegiatan yang dilakukan peneliti adalah merancang perangkat pembelajaran serta instrumen-instrumen penelitian yang dibutuhkan sesuai dengan data yang diperoleh pada fase penelitian pendahuluan. Langkah-langkah pada fase ini adalah sebagai berikut:

a. Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Penyusunan RPP pada penelitian ini dibuat berdasarkan struktur isi yaitu melalui kegiatan pendahuluan, inti, dan

penutup yang disesuaikan dengan pembelajaran model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation*.

b. Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik yang dikembangkan dalam penelitian ini merupakan lembar kerja yang berisi tugas/permasalahan yang digunakan untuk membangun materi dan membantu peserta didik dalam melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. LKPD dikembangkan sesuai dengan silabus dan RPP. Selain berisi tugas/permasalahan, LKPD berisi petunjuk atau arahan untuk peserta didik sebagai pendukung keterlaksanaan pembelajaran.

3. Fase penilaian (*Assessment Phase*)

Pada fase penilaian, terdapat dua kegiatan yang dilakukan oleh peneliti yaitu validasi perangkat pembelajaran dan uji coba terbatas.

a. Validasi Perangkat Pembelajaran

Prototipe 1 yang dihasilkan pada fase pembuatan prototipe sebelumnya telah dikonsultasikan kepada dosen pembimbing, kemudian divalidasi oleh validator. Validasi perangkat dilakukan oleh pakar pendidikan matematika menurut beberapa aspek. Berdasarkan validasi tersebut dilakukan revisi sehingga menghasilkan prototipe II.

b. Uji Coba Terbatas

Kegiatan uji coba terbatas ini dilakukan melalui uji coba kelas yang terbatas. Adapun tujuan dari dilaksanakannya uji coba terbatas adalah untuk mengetahui bagaimana pelaksanaan dan dampak penggunaan perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Uji coba terbatas ini dilakukan sebagai

upaya untuk memperoleh masukan, koreksi dan perbaikan terhadap perangkat pembelajaran yang disusun serta untuk mengetahui pelaksanaan di lapangan dalam skala kecil dengan menggunakan prototipe II.

Tahap uji coba terbatas ini tidak dapat dilakukan oleh peneliti dikarenakan adanya Covid-19 dimana tidak ada pembelajaran langsung di sekolah.

D. Jenis Data

Jenis data yang digunakan pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Data Proses Pengembangan Perangkat

Data ini berupa data catatan lapangan (*field note*) sebagai catatan yang menggambarkan proses pengembangan perangkat pembelajaran sampai menghasilkan prototipe 1.

2. Data Hasil Validasi Ahli Terhadap Perangkat Pembelajaran

Data hasil validasi ahli ini berupa data kevalidan dan kepraktisan RPP dan LKPD terkait penilaian terhadap beberapa aspek pada perangkat pembelajaran. Data ini diperoleh dari para ahli yang berkompeten di bidang pengembangan perangkat pembelajaran.

E. Teknik Pengumpulan Data

Pada penelitian ini untuk memperoleh data yang diperlukan, maka peneliti menggunakan teknik pengumpulan data sebagai berikut:

1. Teknik Catatan Lapangan (*Field Note*)

Catatan lapangan ini digunakan peneliti untuk memperoleh data tentang proses pengembangan perangkat yang dilakukan dengan cara mencatat seluruh proses pengembangan perangkat. Catatan lapangan yang dibuat peneliti berbentuk jurnal harian yang ditulis secara bebas.

2. Teknik Validasi Ahli

Teknik validasi digunakan untuk memperoleh data kevalidan dan kepraktisan perangkat pembelajaran berupa RPP dan LKPD yang telah dikembangkan berdasarkan penilaian dari ahli. Ahli berperan sebagai validator dengan mengisi lembar validasi untuk menilai perangkat yang dikembangkan. Kemudian hasil validasi akan digunakan sebagai bahan pertimbangan untuk memperbaiki atau merevisi perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

F. Instrumen Pengumpulan Data

1. Lembar Catatan Lapangan (*Field Note*)

Lembar catatan lapangan ini berisi jurnal harian bebas yang ditulis oleh peneliti berdasarkan apa yang didengar, dilihat, dan dipikirkan oleh peneliti mulai dari proses pengumpulan informasi, pembuatan perangkat, hingga proses penilaian. Lembar catatan lapangan ini digunakan untuk memperoleh data mengenai proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik, lembar catatan lapangan ini terdapat pada **lampiran A6**.

2. Lembar Validasi Perangkat pembelajaran

Lembar validasi digunakan untuk memperoleh data mengenai kevalidan dan kepraktisan perangkat pembelajaran yang dimodifikasi dari lembar validasi yang telah ada. Lembar ini berupa lembar validasi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) serta Lembar Kegiatan Peserta Didik (LKPD).

Struktur lembar validasi terdiri dari petunjuk pengisian; skala pengisian dengan lima tingkat yaitu 1 (sangat tidak baik), 2 (tidak baik), 3 (cukup baik), 4 (baik), dan 5 (sangat baik); bagian komentar, kritik atau saran; penilaian secara umum/ penilaian kepraktisan; serta bagian pengesahan. Pada lembar validasi tersebut terdapat penilaian kepraktisan dari

perangkat pembelajaran dengan skala pengisian yakni A (dapat digunakan tanpa revisi), B (dapat digunakan dengan sedikit revisi), C (dapat digunakan dengan banyak revisi), dan D (tidak dapat digunakan). Lembar ini dapat dilihat pada **lampiran A4** dan **lampiran A5**.

G. Teknik Analisis Data

1. Analisis Data Catatan Lapangan (*Field Note*)

Data catatan lapangan yang diperoleh selanjutnya dianalisis dan disajikan dalam bentuk deskripsi. Analisis data dilakukan dengan mereduksi catatan-catatan yang telah ditulis pada lembar catatan lapangan (*field note*) dan hanya diambil data yang diperlukan untuk mendeskripsikan proses pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil reduksi data disajikan dalam bentuk Tabel 3.1 berikut ini:

Tabel 3.1
Penyajian Data Catatan Lapangan Setelah Direduksi

Tahap Pengembangan	Tanggal Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Hasil yang Diperoleh
Fase penelitian pendahuluan			
Fase pembuatan <i>prototype</i>			
Fase penilaian			

2. Analisis Data Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Setelah dilakukan teknik validasi perangkat, diperoleh data mengenai validasi perangkat pembelajaran. Analisis data kevalidan perangkat pembelajaran terdiri dari analisis data kevalidan RPP dan LKPD. Kevalidan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dilihat dari beberapa aspek. Tiap aspek

masing-masing memiliki beberapa kriteria yang kemudian diberi penilaian dengan skala sebagai berikut:⁷²

Tabel 3.2
Skala Penilaian Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Nilai	Keterangan
1	Sangat Tidak baik
2	tidak baik
3	Cukup baik
4	Baik
5	Sangat baik

Selanjutnya, kegiatan penentuan nilai rata-rata total aspek penilaian kevalidan perangkat pembelajaran, kegiatan yang dilakukan sebagai berikut:⁷³

- a. Merekapitulasi data penilaian kevalidan perangkat pembelajaran (RPP dan LKPD) pada Tabel 3.3 berikut ini:

Tabel 3.3
Pengolahan Data Kevalidan RPP atau LKPD

No	Aspek Penilaian	Indikator	Validator Ke- (V_{ji})			Rata-Rata Tiap Indikator (RI_i)	Rata-Rata Tiap Aspek (RA_i)
			1	2	3		
Rata – Rata Total Validitas (RTV) RPP/LKPD							

72 Siti Khabibah, Disertasi: “Pengembangan Model Pembelajaran Matematika dengan Soal Terbuka untuk Meningkatkan Kreativitas Sisiwa Sekolah Dasar”, (UNESA Surabaya, 2006 tidak dipublikasikan), 34.

73 Siti Nur Anisah, Skripsi: Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek untuk Melatih Kreativitas Ilmiah Peserta didik pada Materi Statistika Kelas VIII di SMP 4 Sidoarjo, (Surabaya: UINSA, 2017), 70

- b. Mencari rata-rata tiap indikator dari semua validator

$$RI_i = \frac{\sum_{j=1}^n V_{ji}}{n}$$

Keterangan:

RI_i = Rata-rata indikator ke- i

V_{ji} = Skor hasil penilaian validator ke- j terhadap indikator ke- i

n = banyaknya validator

- c. Mencari rata-rata nilai untuk tiap aspek dari semua validator

$$RA_i = \frac{\sum_{j=1}^n RI_{ji}}{n}$$

Keterangan:

RA_i = Rata-rata nilai untuk aspek ke- i

RI_{ji} = Rata-rata indikator ke- j terhadap aspek ke- i

n = banyaknya indikator dalam aspek ke- i

- d. Mencari rata-rata total validitas perangkat pembelajaran (RPP dan LKPD)

$$RTV = \frac{\sum_{i=1}^n RA_i}{n}$$

Keterangan:

RTV = rata-rata total validitas

RA_i = rata-rata nilai untuk aspek ke- i

n = banyaknya aspek

- e. Kemudian nilai rata-rata total validitas perangkat pembelajaran dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran sebagai berikut:⁷⁴

Tabel 3.4
Kriteria Pengkategorian Kevalidan Perangkat Pembelajaran

Kategori	Keterangan
$RTV = 5$	Sangat Valid
$4 \leq RTV < 5$	Valid
$3 \leq RTV < 4$	Cukup Valid
$2 \leq RTV < 3$	Tidak Valid
$1 \leq RTV < 2$	Sangat Tidak Valid

Rata-rata total hasil penilaian validator harus memenuhi kategori “valid” atau “sangat valid”, jika tidak memenuhi kategori tersebut maka harus dilakukan revisi terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

3. Analisis Data Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Pada penelitian ini, untuk mengetahui kepraktisan perangkat pembelajaran, dilakukan perhitungan nilai akhir terlebih dahulu dengan rumus berikut ini:

$$\text{Nilai Akhir} : \frac{\text{Jumlah skor yang diperoleh}}{(\text{Skor maksimum} \times \text{jumlah aspek})} \times 100$$

74 Hobri, *Metode Penelitian dan Pengembangan*. (Jember: PENA Salsabila, 2010), 53

Adapun nilai akhir untuk kepraktisan perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dapat diinterpretasikan menggunakan Tabel 3.5 berikut ini:

Tabel 3.5
Kriteria Penilaian Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Kode Nilai	Nilai Akhir	Keterangan
A	$75 < \text{nilai akhir} \leq 100$	Dapat digunakan tanpa revisi
B	$50 < \text{nilai akhir} \leq 75$	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
C	$25 < \text{nilai akhir} \leq 50$	Dapat digunakan dengan banyak revisi
D	$0 < \text{nilai akhir} \leq 25$	Tidak dapat digunakan

Perangkat pembelajaran dikatakan praktis, jika secara teori validator menyatakan bahwa perangkat tersebut dapat digunakan di lapangan dengan sedikit revisi atau tanpa revisi.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Deskripsi Data

1. Data Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA Berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis

Penelitian pengembangan ini menggunakan model pengembangan *Plomp* yang terdiri dari 3 fase, diantaranya yaitu fase investigasi awal (*preliminary research*), fase pengembangan atau *prototype* (*development or prototyping phase*), serta fase penilaian (*assessment phase*).

Pada setiap fase tersebut terdapat beberapa kegiatan yang dilakukan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Hasil kegiatan selama proses pengembangan perangkat pembelajaran dideskripsikan pada lembar catatan lapangan (*field note*) yang disertakan pada lampiran A6, kemudian peneliti mereduksi catatan-catatan yang telah ditulis pada lembar catatan lapangan (*field note*) dan hanya diambil data yang diperlukan untuk mendeskripsikan proses pengembangan perangkat pembelajaran. Hasil reduksi data tersebut disajikan pada Tabel 4.1 berikut ini:

Tabel 4.1

Rincian Waktu dan Hasil Kegiatan Pengembangan Perangkat Pembelajaran

Tahap Pengembangan	Tanggal Pelaksanaan	Nama Kegiatan	Hasil yang diperoleh
Fase penelitian pendahuluan (<i>Preliminary Research</i>)	16 Februari 2020 dan 29 Juli 2020	Analisis Awal Akhir	Memperoleh informasi mengenai permasalahan yang sedang terjadi pada SMAN 1 Porong terutama pada

			<p>pembelajaran matematika, permasalahan tersebut adalah keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah. Selain itu, informasi yang diperoleh adalah:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. kondisi kelas ketika pembelajaran matematika berlangsung pada tempat penelitian berjalan kondusif namun ketika pembelajaran matematika kebanyakan peserta didik merasa takut dan bosan. 2. proses pembelajaran yang berlangsung masih tergolong pasif yaitu hanya berpusat pada guru. 3. model pembelajaran yang digunakan adalah model pembelajaran konvensional namun untuk model pembelajaran yang baru juga pernah digunakan seperti kooperatif dan <i>discovery learning</i>, adapun untuk model pembelajaran FERA belum pernah.
--	--	--	---

			4. media pembelajaran yang digunakan untuk menunjang pembelajaran jarang digunakan atau tidak bervariasi, media pembelajaran matematika yang sering digunakan di tempat penelitian adalah geogebra adapun untuk <i>PhET Interactive Simulation</i> belum pernah digunakan.
		Analisis Kurikulum	Informasi mengenai kurikulum yang diterapkan dalam pembelajaran di SMAN 1 Porong yaitu kurikulum 2013 edisi revisi 2017.
		Analisis Peserta Didik	Memperoleh informasi mengenai kondisi peserta didik ketika pembelajaran matematika berlangsung yaitu mereka terkadang merasa takut dan bosan, serta keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah.
		Analisis Materi Pembelajaran	Memperoleh informasi terkait materi yang sesuai untuk diterapkan model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> dalam melatih keterampilan berpikir

			<p>kritis peserta didik. Dalam hal ini materi yang sesuai adalah materi Trigonometri sub bab rasio trigonometri pada kelas X. Pemilihan materi ini didasarkan atas dasar kesesuaiannya dengan aplikasi <i>PhET Interactive Simulation</i>. Selain itu, didasarkan atas dasar bahwa materi trigonometri merupakan materi yang dirasa sulit oleh sebagian besar peserta didik, hal ini dilihat dari hasil UN dan ulangan harian peserta didik.</p>
<p>Fase Pembuatan Prototipe (Prototyping Phase)</p>	<p>21 Agustus 2020 - 1 Oktober 2020</p>	<p>Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)</p>	<p>RPP pertemuan I dan pertemuan II menggunakan model pembelajaran FERA (<i>Focus, Explore, Reflect and Apply</i>) berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dalam penyusunan RPP dilakukan dengan bimbingan kepada dosen pembimbing.</p>
		<p>Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)</p>	<p>LKPD pertemuan I dan pertemuan II menggunakan model pembelajaran FERA (<i>Focus, Explore, Reflect and Apply</i>)</p>

			berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dalam penyusunan LKPD dilakukan dengan bimbingan kepada dosen pembimbing.
		Penyusunan Instrumen Penilaian	Instrumen validasi dan kepraktisan perangkat pembelajaran RPP dan LKPD, berupa lembar validasi dan kepraktisan RPP dan lembar validasi dan kepraktisan LKPD. Dalam penyusunan instrumen penilaian ini dilakukan dengan bimbingan kepada dosen pembimbing.
Fase penilaian (Assessment Phase)	2 Oktober 2020 – 21 Oktober 2020	Validasi Prototipe I	Prototipe hasil validasi beserta data terkait kevalidan dan kepraktisan dari perangkat pembelajaran yang dikembangkan.

5. Data Kevalidan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA Berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis

a. Data Kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Penilaian kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) oleh validator meliputi beberapa aspek, yaitu ketercapaian indikator, materi, langkah-langkah pembelajaran, waktu, bahasa,

instrumen penilaian. Hasil dari validasi RPP disajikan pada Tabel 4.2

Tabel 4.2
Hasil Validasi RPP

Aspek Penilaian	Indikator	Validator Ke- (V_{ji})					Rata-Rata Tiap Indikator (RI_i)	Rata-Rata Tiap Aspek (RA_i)
		1	2	3	4	5		
1. Ketercapaian Indikator	Menulis kompetensi inti sesuai kebutuhan dengan lengkap	5	4	4	5	5	4.6	4.44
	Menuliskan kompetensi dasar sesuai kebutuhan dengan lengkap	5	4	4	5	5	4.6	
	Ketepatan penjabaran indikator yang diturunkan dari kompetensi dasar	5	4	3	5	5	4.4	
	Kejelasan tujuan pembelajaran yang diturunkan dari indicator	5	4	3	5	5	4.4	
	Kesesuaian pembelajaran dengan tingkat	5	4	3	5	4	4.2	

	perkembangan peserta didik							
2. Materi	Kesesuaian materi dengan KD dan indicator	5	4	4	5	5	4.6	4.40
	Kesesuaian materi dengan tingkat perkembangan peserta didik	5	3	3	5	5	4.2	
	Mencerminkan pengembangan dan pengorganisasian materi pembelajaran	5	4	4	5	4	4.4	
	Tugas mendukung konsep yang telah dipelajari	5	3	4	5	5	4.4	
3. Langkah-Langkah Pembelajaran	RPP disusun sesuai langkah-langkah pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i>	5	4	4	5	5	4.6	4.53
	Langkah-langkah pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> sesuai untuk melatih keterampilan	5	4	3	5	5	4.4	

berpikir kritis peserta didik							
Langkah-langkah pembelajaran memuat urutan kegiatan pembelajaran yang logis	5	4	4	4	5	4.4	
Langkah-langkah pembelajaran memuat jelas peran guru dan peserta didik	5	4	3	5	5	4.4	
Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 1 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Focus (mengarahkan peserta didik untuk mengamati fenomena kontekstual)	5	4	4	5	5	4.6	
Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 2 model pembelajaran FERA	5	4	4	5	5	4.6	

	berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Explore (mengarahkan peserta didik dalam merumuskan masalah berdasarkan fenomena, dan menguji gagasan melalui kegiatan eksperimen dengan menggunakan aplikasi <i>PhET Interactive Simulation</i>)						
	Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 3 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Reflect (mengarahkan peserta didik dalam memaknai dan menyimpulkan hasil eksplorasi)	5	4	4	5	5	4.6
	Kegiatan pembelajaran	5	4	4	5	5	4.6

	yang dikembangkan sesuai dengan Fase 4 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Apply (mengarahkan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dalam menyelesaikan masalah)							
4. Waktu	Pembagian waktu di setiap kegiatan dinyatakan dengan jelas	5	4	4	5	5	4.6	4.13
	Memberikan kesempatan waktu bertanya kepada peserta didik	4	4	3	5	5	4.2	
	Pelaksanaan waktu setiap fase sesuai dengan waktu yang direncanakan	3	3	3	4	5	3.6	
5. Bahasa	Keterbacaan bahasa yang digunakan	5	4	3	4	5	4.2	4.04
	Menggunakan bahasa	5	3	3	4	4	3.8	

	Indonesia yang baik dan benar						
	Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami	5	3	4	4	5	4.2
	Menggunakan istilah dan simbol secara konsisten	5	3	3	4	5	4.0
	Penulisan kalimat yang tepat	5	3	4	4	4	4.0
6. Instrumen Penelitian	Kesesuaian penilaian pada RPP dengan instrumen penilaian	5	3	3	5	5	4.2
	Kesesuaian indikator dengan instrumen penilaian	5	3	4	5	5	4.4
	Kesesuaian penilaian dengan jenjang kelas	5	4	4	5	5	4.6
	Kesesuaian isi materi dan rubrik penilaian dengan tujuan pengukuran yakni keterampilan berpikir kritis	5	4	4	5	5	4.6
	Terdapat petunjuk yang jelas terkait	5	4	4	5	5	4.6
							4.50

	cara mengerjakan atau menyelesaikan soal							
	Adanya pedoman penskoran	5	4	4	5	5	4.6	
Rata – Rata Total								4.34

b. Data Kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Penilaian kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik oleh validator meliputi beberapa aspek, yaitu petunjuk, penyajian, isi, waktu dan bahasa. Hasil dari validasi LKPD disajikan pada Tabel 4.3

Tabel 4.3
Hasil Validasi LKPD

Aspek Penilaian	Indicator	Validator Ke- (V_{ji})					Rata-Rata Tiap Indikator (RI_i)	Rata-Rata Tiap Aspek (RA_i)
		1	2	3	4	5		
1. Petunjuk	Mencantumkan indikator kompetensi/tujuan pembelajaran	5	4	4	5	5	4.6	4.60
	Petunjuk dinyatakan dengan jelas dan mudah dipahami	5	4	4	5	5	4.6	
2. Penyajian	Desain sesuai jenjang kelas	5	4	3	5	4	4.2	4.25
	Adanya ilustrasi dan gambar yang membantu pemahaman	4	4	4	5	5	4.4	

	peserta didik dalam belajar							
	Pewarnaan yang menarik dan memperjelas konten LKPD	4	4	3	5	4	4.0	
	Penggunaan huruf yang jelas dan terbaca	5	4	3	5	5	4.4	
3. Isi	LKPD disusun sesuai langkah-langkah pembelajaran matematika model FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i>	4	4	4	5	5	4.4	4.27
	LKPD disusun sesuai untuk melatih keterampilan berpikir kritis	4	4	3	5	5	4.2	
	Soal yang diberikan sesuai dengan indikator kompetensi	4	3	4	5	5	4.2	
4. Waktu	Pembagian waktu setiap kegiatan dinyatakan dengan jelas	5	4	4	5	5	4.6	4.13
	Memberikan kesempatan waktu bertanya kepada peserta didik	4	4	3	4	5	4.0	
	Pelaksanaan waktu setiap fase sesuai dengan waktu yang direncanakan	4	3	3	4	5	3.8	

5. Bahasa	Kalimat soal tidak mengandung arti ganda	5	4	4	4	5	4.4	4.10
	Menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar	5	3	4	4	4	4.0	
	Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami	5	3	3	4	5	4.0	
	Menggunakan istilah dan simbol secara konsisten	5	3	3	4	5	4.0	
Rata-rata Total							4.27	

6. Data Kepraktisan Perangkat Pembelajaran Matematika Model FERA Berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis

Penilaian kepraktisan perangkat pembelajaran yang dikembangkan dinilai oleh para validator melalui lembar validasi. Lembar validasi selain memuat penilaian kevalidan perangkat pembelajaran, lembar validasi juga memuat penilaian kepraktisan perangkat pembelajaran. Hasil penilaian kepraktisan RPP dan LKPD disajikan pada Tabel 4.4.

Tabel 4.4
Hasil Kepraktisan Perangkat Pembelajaran

Perangkat Pembelajaran	Validator Ke-	Nilai Akhir Kepraktisan	Kode	Keterangan
RPP	1	98.06	A	Dapat digunakan tanpa revisi
	2	74.19	B	Dapat digunakan dengan sedikit revisi

	3	72.26	B	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
	4	95.48	A	Dapat digunakan tanpa revisi
	5	97.42	A	Dapat digunakan tanpa revisi
LKPD	1	91.25	A	Dapat digunakan tanpa revisi
	2	73.75	B	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
	3	70.00	B	Dapat digunakan dengan sedikit revisi
	4	92.50	A	Dapat digunakan tanpa revisi
	5	96.25	A	Dapat digunakan tanpa revisi

B. Analisis Data

1. Analisis Data Proses Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model FERA (*Focus, Explore, Reflect And Apply*) Berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

a. Fase Penelitian Pendahuluan (*Preliminary Research*)

Pada fase ini merupakan kegiatan pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti dalam mengembangkan perangkat pembelajaran. Fase ini

dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan yang diperlukan oleh peneliti dalam mengembangkan perangkat pembelajaran model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis.

Pada fase penelitian pendahuluan ini terdapat 4 kegiatan yang dilakukan oleh peneliti, yaitu analisis awal akhir, analisis kurikulum, analisis peserta didik dan analisis materi. Adapun rincian dari hasil dari kegiatan tersebut adalah sebagai berikut:

1) Analisis Awal Akhir

Analisis awal akhir dilakukan untuk memperoleh informasi terkait kondisi awal yang terdapat pada tempat penelitian yaitu di SMAN 1 Porong. Pada tahap ini peneliti melakukan wawancara kepada guru matematika untuk memperoleh hasilnya.

Informasi yang diperoleh oleh peneliti diantaranya adalah: a) permasalahan yang terjadi di SMAN 1 Porong yaitu keterampilan berpikir kritis peserta didik masih tergolong rendah terutama pada mata pelajaran matematika b) proses/metode pembelajaran yang diterapkan di SMAN 1 Porong cenderung berpusat pada guru, hal ini disebabkan oleh masih banyak guru mata pelajaran matematika yang menggunakan model pembelajaran konvensional sehingga peserta didik kurang dapat melatih keterampilan berpikir kritisnya selama proses pembelajaran. c) media pembelajaran yang digunakan sebagai penunjang proses pembelajaran juga jarang di pergunakan dan tidak bervariasi, adapun media yang paling sering dipakai adalah aplikasi geogebra dan hanya dipakai untuk materi tertentu.

Berdasarkan informasi di atas, maka peneliti memutuskan untuk menawarkan sesuatu yang baru,

yaitu dengan memilih model pembelajaran yang sesuai untuk mengatasi permasalahan yang terjadi di SMAN 1 Porong. Model pembelajaran yang dipilih adalah model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*). Model pembelajaran ini sebelumnya juga belum pernah diterapkan di tempat penelitian. Model pembelajaran FERA merupakan model pembelajaran yang dikembangkan oleh *National Science Resources Center* (NSRC) yang berpusat pada peserta didik sehingga peserta didik terlibat secara aktif dalam mendapatkan ataupun mengolah sendiri pengetahuannya sehingga selain dapat melatih pemahaman peserta didik juga dapat melatih keterampilan mereka terutama keterampilan berpikir kritis. Hal ini didukung oleh penelitian Putri yang menyatakan bahwa model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) dengan menggunakan pendekatan SAVIR efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan keterampilan proses sains peserta didik.⁷⁵

Selain dengan memilih model pembelajaran yang tepat, pemilihan media pembelajaran yang sesuai agar dapat menunjang model pembelajaran yang digunakan (dalam hal ini media pembelajaran FERA). Selain itu, media pembelajaran juga diharapkan mampu melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik secara efektif. Hal tersebut bersesuaian dengan dua tujuan utama dari media *PhET Interactive Simulation*, yaitu: meningkatkan keterlibatan peserta didik dalam proses pembelajaran

75Ardiya Pramesti Regita Putri, Skripsi: “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect And Apply*) Dengan Pendekatan SAVIR Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik” (Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2019), 22.

dan peningkatan pembelajaran.⁷⁶ Dengan demikian, *PhET Interactive Simulation* sangat sesuai apabila dipadukan dengan pembelajaran model FERA untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik agar dapat membangun pengetahuan atau pemahaman konsepnya sendiri melalui eksplorasi.

2) Analisis Kurikulum

Analisis kurikulum merupakan kegiatan yang dilakukan oleh peneliti untuk memperoleh informasi mengenai kurikulum yang digunakan pada SMAN 1 Porong. Berdasarkan informasi yang diperoleh kurikulum yang digunakan di sekolah tersebut adalah kurikulum 2013 edisi revisi 2017 sehingga perangkat yang dikembangkan oleh peneliti mengacu pada kurikulum tersebut.

Berdasarkan kurikulum semester genap, peneliti memilih kelas X dengan KD 4.7 yaitu materi trigonometri sub bab rasio trigonometri. Alasan dari memilih materi tersebut akan dijelaskan pada sub bab analisis materi. Penjabaran kompetensi dasar (KD) dan indikator pencapaian kompetensi (IPK) yang digunakan dalam mengembangkan perangkat pembelajaran disajikan pada Tabel 4.5.

Tabel 4.5
Kompetensi Dasar (KD) dan Indikator Pencapaian Kompetensi (IPK) yang Digunakan

KOMPETENSI DASAR	INDIKATOR PENCAPAIAN KOMPETENSI (IPK)
4.7 Menyelesaikan masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio	4.7.1 Menginterpretasi masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku

76 Perkins, K., Adams, W., & Dubson, M., “*PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics*”, *Physics Teacher*, (2006), 3.

trigonometri (sin, cos, tan, cosecant, secan, dan cotangen) pada segitiga siku-siku	4.7.2 Menganalisis hubungan antara sisi segitiga siku-siku dan besar sudutnya pada masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku
	4.7.3 Menjelaskan kebenaran suatu alasan berdasarkan bukti dan pertimbangan yang masuk akal pada masalah kontekstual yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku
	4.7.4 Mengevaluasi solusi permasalahan sehari-hari yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku
	4.7.5 Menyimpulkan solusi permasalahan sehari-hari yang berkaitan dengan rasio trigonometri pada segitiga siku-siku

3) Analisis Peserta Didik

Dari hasil wawancara dengan guru mata pelajaran matematika di tempat penelitian dinyatakan bahwa kondisi peserta didik ketika pembelajaran matematika merasa takut dan terkadang merasa bosan. Selain itu, keterampilan berpikir kritis peserta didik juga masih tergolong rendah terutama pada mata pelajaran matematika. Hal ini dapat diketahui dari skor hasil tes yang dilakukan oleh guru tersebut dengan menggunakan soal berpikir kritis, dimana hasil yang diperoleh yaitu masih kurang dari 50% peserta didik yang berhasil mencapai nilai KKM, selebihnya memperoleh skor jauh di bawah nilai KKM. Selain itu, diketahui dari hasil skor ulangan harian peserta didik di SMAN 1 Porong banyak

peserta didik yang memiliki nilai kurang maksimal terutama pada bab trigonometri.

Dengan demikian, perlu diciptakan pembelajaran yang inovatif serta pembelajaran yang memberikan kesempatan peserta didik untuk terlibat aktif dalam membangun ataupun mengolah sendiri pengetahuannya sehingga peserta didik mampu memahami konsep trigonometri dengan mudah sehingga nilai peserta didik terkait konsep trigonometri dapat melampaui nilai KKM yang ditentukan dan dapat melatih keterampilan mereka terutama keterampilan berpikir kritis.

4) Analisis Materi

Pada kegiatan analisis materi ini peneliti melakukan telaah terhadap materi yang sesuai digunakan untuk perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah materi trigonometri sub bab rasio trigonometri.

Pemilihan materi ini didasarkan pada informasi yang didapat pada kegiatan analisis materi bahwa materi yang dirasa sulit oleh peserta didik pada pembelajaran matematika adalah materi trigonometri, terutama pemahaman soal cerita mengenai sudut elevasi dan sudut depresi (materi rasio trigonometri). Selain itu, diketahui dari hasil skor ulangan harian peserta didik di SMAN 1 Porong banyak peserta didik yang memiliki nilai kurang maksimal terutama pada bab trigonometri. Salah satu penyebab rendahnya hasil tes peserta didik pada materi trigonometri disebabkan karena kecenderungan peserta didik dalam menghafal rumus serta proses pembelajaran yang diterapkan di sekolah cenderung berpusat pada

guru sehingga peserta didik mendapatkan hasil yang tidak maksimal serta kurang dapat melatih keterampilan berpikir kritisnya selama proses pembelajaran.

b. Fase Pembuatan Prototipe (*Prototyping Phase*)

Kegiatan yang dilakukan pada fase ini adalah merancang perangkat pembelajaran yang dikembangkan. Tujuan dari fase ini adalah untuk menghasilkan prototipe. Pada penelitian ini prototipe yang dihasilkan berupa RPP dan LKPD yang disesuaikan dengan model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Waktu yang dibutuhkan peneliti dalam menyusun prototipe 1 adalah kurang lebih satu bulan setengah. Kemudian proses untuk menghasilkan prototipe 1 dilakukan dengan bimbingan oleh dosen pembimbing dan melakukan revisi sebanyak 3 kali, dimana bimbingan dilakukan secara *online* disebabkan oleh adanya pandemi *Covid-19* sehingga tidak memungkinkan peneliti melakukan bimbingan *offline*.

a. Penyusunan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Pada proses ini, peneliti terbatas menyusun RPP hanya pada materi rasio trigonometri. RPP tersebut terdiri dari 2 kali pertemuan dengan total 4 jam pelajaran dan menggunakan model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis. RPP yang disusun peneliti mengikuti format RPP terbaru sesuai surat edaran Kemendikbud No.14 tahun 2019. Komponen utama dari RPP yang disusun, terdiri dari: 1) judul, 2) identitas sekolah yang berisi: status pendidikan; kelas/ semester; mata pelajaran; materi pokok; sub materi; alokasi waktu, 3)

tujuan pembelajaran, 4) langkah-langkah kegiatan pembelajaran, 5) penilaian. Adapun untuk kompetensi inti (KI), kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi (IPK), materi pembelajaran, pendekatan/model/metode, media pembelajaran, dan sumber belajar tetap dicantumkan oleh peneliti pada lampiran RPP.

Penyusunan RPP disusun berdasarkan sintaks model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) dengan menggunakan media aplikasi *PhET Interactive Simulation* untuk menunjang model pembelajaran tersebut. Pengembangan RPP model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dengan cara menyisipkan indikator keterampilan berpikir kritis pada sintaks pembelajaran tersebut.

Pada penyusunan RPP dengan model pembelajaran FERA berbasis *PhET Interactive Simulation* disusun dengan menyesuaikan situasi dan kondisi di Indonesia terutama di tempat penelitian yaitu SMAN 1 Porong. Model pembelajaran FERA terdiri dari 4 tahap yaitu *focus, explore, reflect and apply* (penjelasan lengkap terkait sintaks dari model pembelajaran tersebut telah dijelaskan di BAB 2).

Fase pertama adalah *Focus* yaitu menghubungkan pengetahuan atau pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep. Pada fase pertama ini di RPP pertemuan pertama dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan terkait pengalaman atau fenomena-fenomena kontekstual, kemudian mengaitkannya dengan suatu konsep (Phytagoras). Sedangkan pada pertemuan kedua fase ini dilakukan dengan cara memberikan masalah kontekstual dengan

menggunakan LKPD. Pada fase pertama ini keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi yaitu peserta didik dilatih untuk memahami sebuah masalah atau fenomena kontekstual dan dapat menyatakan makna dari pengalaman atau pengetahuan yang telah didapat sebelumnya.

Fase kedua adalah *Explore* yaitu merumuskan masalah dan menguji gagasan yang telah dirumuskan atau didapatkan melalui kegiatan eksperimen. Pada RPP pertemuan pertama dan pertemuan kedua, fase ini dilakukan dengan cara berkelompok, kemudian peserta didik merumuskan masalah dari fenomena kontekstual yang terdapat pada LKPD dan melakukan diskusi untuk menguji gagasan yang telah mereka dapatkan melalui eksperimen. Pada fase kegiatan eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Indikator keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan pada fase ini diantaranya adalah interpretasi, analisis dan *explanation*. Pada indikator interpretasi peserta didik dilatih untuk dapat menyatakan makna berupa merumuskan permasalahan dari fenomena kontekstual. Pada indikator analisis peserta didik dilatih untuk dapat menganalisis idenya serta dapat mengidentifikasi hubungan antara pernyataan, pertanyaan dan konsep melalui kegiatan eksperimen peserta didik dalam mencari solusi dari permasalahan yang mereka temukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Sedangkan pada indikator *explanation* peserta didik dilatih untuk menyatakan hasil pertimbangan dari solusi masalah yang telah mereka temukan.

Fase keempat adalah *Reflect* yaitu memaknai atau memproses data yang diperoleh dari hasil kegiatan *explorasi*, merefleksikan hasil eksplorasi

dengan konsep yang telah dipelajari dan berbagi ide dengan orang lain (diskusi). Pada RPP pertemuan pertama keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation* dan menyimpulkan. Sedangkan pada RPP pertemuan kedua keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, evaluasi, *explanation* dan menyimpulkan. Pada pertemuan kedua ditambahkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi yaitu, peserta didik dilatih untuk dapat menilai kredibilitas dari suatu pernyataan atau dapat mengevaluasi hasil observasi.

Fase kelima adalah *Apply* yaitu, menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain. Pada fase ini keterampilan berpikir kritis yang dilatih pada RPP pertemuan pertama adalah interpretasi, analisis, *explanation*, evaluasi dan menyimpulkan. Sedangkan pada RPP pertemuan kedua berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation*, dan menyimpulkan.

Proses pengembangan RPP ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Hariyono, Madlazim dan Anggrayni, dimana dalam mengembangkan RPP peneliti mengintegrasikan keterampilan yang akan dilatihkan pada setiap sintaks model pembelajaran yang digunakan.⁷⁷ Selain itu, didukung juga oleh penelitian Putri yang menyatakan bahwa sintaks model FERA efektif dalam meningkatkan keterampilan proses sains dan berpikir kritis, tetapi pada bagian analisis data penelitian putri dinyatakan bahwa indikator keterampilan proses sains dan

⁷⁷ Eko, Madlazim, Anggrayni, "The Effectiveness of Volcanology Learning Through Inquiry Based On Education For Sustainable Development", *Journal of Science Education*, 20:2, (November, 2019), 22.

berpikir kritis juga disisipkan ke dalam sintaks model pembelajaran yang digunakan.⁷⁸

b. Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik yang dikembangkan berisi materi tentang rasio trigonometri. Lembar Kerja Peserta Didik ini digunakan untuk menunjang proses pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation*. Penyusunan Lembar Kerja Peserta Didik disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*).

Komponen Lembar Kerja Peserta Didik yang dikembangkan terdiri dari: 1) *cover* yang berisi judul, jenjang sekolah dan kelas serta identitas kelompok, 2) indikator kompetensi, 3) petunjuk LKPD, 4) soal terkait permasalahan kontekstual. LKPD digunakan ketika proses pembelajaran berlangsung.

Untuk soal bagian pertama masuk bagian fase model pembelajaran FERA yaitu *focus*. Pada LKPD pertemuan pertama dan kedua disajikan sebuah fenomena kontekstual yang berkaitan dengan materi rasio trigonometri. selanjutnya masuk pada fase *explore*, pada LKPD di fase *explore* peserta didik diminta untuk merumuskan masalah yang terjadi pada fenomena kontekstual yang telah disajikan pada LKPD sebelumnya. Melalui perumusan masalah tersebut peserta didik dilatih untuk menginterpretasi

⁷⁸ Ardiya Pramesti Regita Putri, Skripsi: “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect And Apply*) Dengan Pendekatan SAVIR Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik” (Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2019), 97.

sebuah fenomena kontekstual. Selain merumuskan masalah, pada LKPD pertemuan pertama fase *explore* kegiatan eksperimen dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* untuk menemukan rumus dari rasio trigonometri, hal ini dapat melatih keterampilan berpikir kritis berupa interpretasi dan analisis. Sedangkan pada LKPD pertemuan kedua fase *explore* setelah merumuskan masalah, peserta didik melakukan kegiatan eksperimen dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* untuk mencari solusi dari permasalahan yang telah dirumuskan.

Pada soal selanjutnya masuk pada fase *reflect*. Pada fase *reflect* LKPD pertemuan pertama menyajikan soal untuk memaknai rumus yang telah didapatkan pada kegiatan eksperimen di fase *explore*, selanjutnya peserta didik diminta untuk merefleksikan hasil eksplorasi dengan konsep yang telah dipelajari yaitu materi kesebangunan. Pada LKPD pertemuan kedua fase *explore* peserta didik diminta untuk merefleksikan hasil eksplorasi dengan konsep yang telah dipelajari, namun pada bagian ini disisipkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi sehingga ketika merefleksikan peserta didik diharapkan untuk dapat mengevaluasi dan mempertimbangkan sebuah pernyataan melalui bimbingan guru.

Selanjutnya bagian LKPD pada fase *apply* peserta didik dilatih untuk memperluas dan menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain. Bagian ini keterampilan yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation* dan menyimpulkan. Pada LKPD pertemuan pertama disisipkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi, dimana peserta didik dilatih untuk dapat mengevaluasi dan mempertimbangkan sebuah pernyataan.

Proses pengembangan LKPD ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh Hariyono, Madlazim dan Anggrayni, dimana dalam mengembangkan LKPD peneliti mengintegrasikan keterampilan yang akan dilatihkan pada Lembar Kerja Peserta Didik yang digunakan.⁷⁹

c. Fase Penilaian (*Assessment Phase*)

Pada fase penilaian ini hanya dilakukan kegiatan validasi yang bertujuan untuk mengetahui kevalidan dan kepraktisan perangkat pembelajaran yang disusun, adapun untuk kegiatan uji coba lapangan tidak dapat dilakukan oleh peneliti disebabkan oleh adanya pandemi *Covid-19* yang tidak memungkinkan peneliti untuk melakukan uji coba lapangan.

Pada penelitian ini serangkaian kegiatan validasi dilakukan dalam waktu 2 minggu lebih 5 hari yaitu sejak pada tanggal 2 Oktober 2020 sampai tanggal 21 Oktober 2020, dengan validator yang berkompeten dan mengerti mengenai penyusunan perangkat pembelajaran, serta mampu memberi masukan untuk menyempurnakan perangkat pembelajaran yang telah disusun. Saran dan masukan yang diberikan oleh validator akan dijadikan bahan untuk merevisi prototipe 1 sehingga menghasilkan prototipe 2. Validator yang dipilih pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.6.

⁷⁹ Eko, Madlazim, Anggrayni, "The Effectiveness of Volcanology Learning Through Inquiry Based On Education For Sustainable Development", *Journal of Science Education*, 20:2, (November, 2019), 22.

Tabel 4.6
Daftar Nama Validator

No	Nama Validator	Keterangan
1	Yuni Arrifadah, M.Pd	Dosen Pendidikan Matematika UIN Sunan Ampel Surabaya
2	Novita Vindri Harini, M.Pd	Dosen Pendidikan Matematika UIN Sunan Ampel Surabaya
3	Anisa Fatwa Sari, S.Pd., M.Sc	Dosen Pendidikan Matematika Universitas Al-Hikmah Surabaya
4	Silvia Anggrayni, M.Pd	Dosen FMIPA UNESA
5	Mukhammad Mas'ud, S.Pd	Guru Matematika SMAN 1 Porong

2. Analisis Data Kevalidan Perangkat Pembelajaran Model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

a. Analisis Data Kevalidan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Berdasarkan data kevalidan RPP pada Tabel 4.2, maka dilakukan analisis data yang disajikan pada Tabel 4.7 berikut:

Tabel 4.7
Hasil Analisis Data Kevalidan RPP

Aspek Penilaian	Indikator	RI_i	Rai
1. Ketercapaian Indikator	a. Menulis kompetensi inti sesuai kebutuhan dengan lengkap	4.6	4.44
	b. Menuliskan kompetensi dasar sesuai kebutuhan dengan lengkap	4.6	

	c. Ketepatan penjabaran indikator yang diturunkan dari kompetensi dasar	4.4	
	d. Kejelasan tujuan pembelajaran yang diturunkan dari indikator	4.4	
	e. Kesesuaian pembelajaran dengan tingkat perkembangan peserta didik	4.2	
2. Materi	a. Kesesuaian materi dengan KD dan indicator	4.6	4.40
	b. Kesesuaian materi dengan tingkat perkembangan peserta didik	4.2	
	c. Mencerminkan pengembangan dan pengorganisasian materi pembelajaran	4.4	
	d. Tugas mendukung konsep yang telah dipelajari	4.4	
3. Langkah-Langkah Pembelajaran	a. RPP disusun sesuai langkah-langkah pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i>	4.6	4.53
	b. Langkah-langkah pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> sesuai untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik	4.4	
	c. Langkah-langkah pembelajaran memuat urutan kegiatan pembelajaran yang logis	4.4	
	d. Langkah-langkah pembelajaran memuat jelas peran guru dan peserta didik	4.4	
	e. Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 1 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Focus	4.6	

	(mengarahkan peserta didik untuk mengamati fenomena kontekstual)		
	f. Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 2 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Explore (mengarahkan peserta didik dalam merumuskan masalah berdasarkan fenomena, dan menguji gagasan melalui kegiatan eksperimen dengan menggunakan aplikasi <i>PhET Interactive Simulation</i>)	4.6	
	g. Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 3 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Reflect (mengarahkan peserta didik dalam memaknai dan menyimpulkan hasil eksplorasi)	4.6	
	h. Kegiatan pembelajaran yang dikembangkan sesuai dengan Fase 4 model pembelajaran FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i> , yaitu Apply (mengarahkan peserta didik untuk menerapkan pengetahuan yang telah didapat dalam menyelesaikan masalah)	4.6	
4. Waktu	a. Pembagian waktu di setiap kegiatan dinyatakan dengan jelas	4.6	4.13
	b. Memberikan kesempatan waktu bertanya kepada peserta didik	4.2	
	c. Pelaksanaan waktu setiap fase sesuai dengan waktu yang direncanakan	3.6	

5. Bahasa	a. Keterbacaan bahasa yang digunakan	4.2	4.04
	b. Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	3.8	
	c. Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami	4.2	
	d. Menggunakan istilah dan simbol secara konsisten	4.0	
	e. Penulisan kalimat yang tepat	4.0	
6. Instrumen Penelitian	a. Kesesuaian penilaian pada RPP dengan instrumen penilaian	4.2	4.50
	b. Kesesuaian indikator soal dengan instrumen penilaian	4.4	
	c. Kesesuaian penilaian dengan jenjang kelas	4.6	
	d. Kesesuaian isi materi dan rubrik penilaian dengan tujuan pengukuran yakni keterampilan berpikir kritis	4.6	
	e. Terdapat petunjuk yang jelas terkait cara mengerjakan atau menyelesaikan soal	4.6	
	f. Adanya pedoman penskoran	4.6	
Rata – rata Total			4.34

Keterangan:

RI_i = Rata-rata Tiap Indikator

RA_i = Rata-rata Tiap Aspek

Berdasarkan hasil penilaian validator yang terdapat pada Tabel 4.7 dan dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran menurut Hobri,⁸⁰ maka dapat disimpulkan bahwa aspek kecapaian indikator, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh skor

⁸⁰ Hobri, *Metode Penelitian dan Pengembangan*. (Jember: PENA Salsabila. 2010), 53

4,6 yaitu kategori valid ; indikator b) diperoleh nilai 4,6 kategori valid ; indikator c) diperoleh skor 4,4 yaitu kategori valid; indikator d) diperoleh skor 4,4 yaitu kategori valid; indikator e) diperoleh skor 4,2 yaitu kategori valid. Sehingga rata-rata aspek kecapaian indikator diperoleh skor 4,44 yaitu berkategori valid.

Selanjutnya pada aspek materi, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh 4,6 yaitu berkategori valid; indikator b) diperoleh skor 4,2 yaitu berkategori valid; indikator c) diperoleh skor 4,4 berkategori valid dan indikator d) diperoleh skor 4,4 berkategori valid. Sehingga rata-rata aspek materi adalah 4,40, hal ini menunjukkan bahwa aspek materi berkategori valid.

Selanjutnya aspek langkah-langkah pembelajaran, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh 4,6 yaitu berkategori valid; indikator b), c) dan d) diperoleh skor 4.4 yaitu berkategori valid; indikator e), f), g) dan h) diperoleh skor 4.6 yaitu berkategori valid. Sehingga rata-rata aspek langkah-langkah pembelajaran adalah 4,53, hal ini menunjukkan bahwa aspek materi berkategori valid.

Selanjutnya aspek waktu, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh 4,6 yaitu berkategori valid; indikator b) diperoleh skor 4.2 yaitu berkategori valid; indikator c) diperoleh skor 3,6 yaitu berkategori valid. Sehingga rata-rata aspek waktu adalah 4,13 dengan kategori valid. Aspek bahasa, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh 4,2 yaitu berkategori valid; indikator b) diperoleh 3,8 yaitu berkategori valid; indikator c) diperoleh 4,2 yaitu berkategori valid; indikator d) diperoleh 4,0 yaitu berkategori valid; dan indikator e) diperoleh 4,0 yaitu berkategori valid. Sehingga rata-rata aspek bahasa adalah 4,04 dengan kategori valid.

Selanjutnya aspek instrumen penilaian, rata-rata skor untuk indikator a) diperoleh 4,2 (yaitu berkategori valid);

indikator b) diperoleh 4,4 yaitu berkategori valid; indikator c), d), e) dan f) diperoleh 4,6. Sehingga rata-rata aspek instrumen penilaian adalah 4,50 dengan kategori valid.

Dari hasil rata-rata skor di atas aspek yang memiliki skor rata-rata tertinggi adalah aspek langkah-langkah pembelajaran, yaitu 4,53. Sedangkan aspek yang memiliki skor rata-rata terendah adalah aspek bahasa, yaitu 4,04. Berdasarkan penilaian validator hal ini disebabkan oleh peneliti kurang dalam menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, masih terdapat beberapa kata yang kurang tepat pada RPP yang dikembangkan.

Berdasarkan deskripsi rata-rata kevalidan RPP, maka dapat disimpulkan bahwa untuk nilai rata-rata total validitas RPP adalah 4,34. Sesuai dengan interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran pada bab III, maka RPP model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* dikatakan “**valid**” dengan beberapa revisi. Hal ini didukung dengan definisi operasional kevalidan yang telah dirumuskan oleh peneliti berdasarkan teori dari Nieveen, bahwa perangkat pembelajaran dikatakan valid jika hasil penilaian dari validator terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan atas dasar isi dan konstruksinya masuk dalam kategori valid atau sangat valid.

b. Analisis Data Kevalidan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Berdasarkan data kevalidan LKPD pada Tabel 4.3, maka dilakukan analisis data yang akan disajikan pada Tabel 4.8 berikut:

Tabel 4.8
Hasil Analisis Data Kevalidan LKPD

Aspek Penilaian	Indicator	RI_i	RA_i
1. Petunjuk	a. Mencantumkan indikator kompetensi/tujuan pembelajaran	4.6	4.60
	b. Petunjuk dinyatakan dengan jelas dan mudah dipahami	4.6	
2. Penyajian	a. Desain sesuai jenjang kelas	4.2	4.25
	b. Adanya ilustrasi dan gambar yang membantu pemahaman peserta didik dalam belajar	4.4	
	c. Pewarnaan yang menarik dan memperjelas konten LKPD	4.0	
	d. Penggunaan huruf yang jelas dan terbaca	4.4	
3. Isi	a. LKPD disusun sesuai langkah-langkah pembelajaran matematika model FERA berbasis <i>PhET Interactive Simulation</i>	4.4	4.27
	b. LKPD disusun sesuai untuk melatih keterampilan berpikir kritis	4.2	
	c. Soal yang diberikan sesuai dengan indikator kompetensi	4.2	
4. Waktu	a. Pembagian waktu setiap kegiatan dinyatakan dengan jelas	4.6	4.13
	b. Memberikan kesempatan waktu bertanya kepada peserta didik	4.0	

	c. Pelaksanaan waktu setiap fase sesuai dengan waktu yang direncanakan	3.8	
5. Bahasa	a. Kalimat soal tidak mengandung arti ganda	4.4	4.10
	b. Menggunakan Bahasa Indonesia yang baik dan benar	4.0	
	c. Istilah yang digunakan tepat dan mudah dipahami	4.0	
	d. Menggunakan istilah dan simbol secara konsisten	4.0	
Rata-rata Total			4,27

Keterangan:

RI_i = Rata-rata indikator ke- i

RA_i = Rata-rata nilai untuk aspek ke- i

Berdasarkan hasil penilaian validator pada Tabel 4.8 dan dirujuk pada interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran menurut Hobri yang terdapat pada bab III,⁸¹ maka dapat disimpulkan bahwa aspek petunjuk pada LKPD, untuk indikator a) dan b) diperoleh 4,6 (kategori valid). Sehingga rata-rata aspek petunjuk adalah 4,50 dengan kategori valid. Selanjutnya aspek penyajian, untuk indikator a) diperoleh 4,2 (kategori valid); indikator b) diperoleh 4,4 (kategori valid); indikator c) diperoleh 4,0 (kategori valid); dan untuk indikator d) diperoleh 4,4 (kategori valid). Sehingga rata-rata aspek petunjuk adalah 4,25 dengan kategori valid.

Selanjutnya aspek isi, untuk indikator a) diperoleh 4,4 (kategori valid); indikator b) diperoleh 4,2 (kategori valid); indikator c) diperoleh 4,2 (kategori valid). Sehingga rata-rata aspek isi diperoleh 4,27, dalam hal ini menunjukkan bahwa aspek isi berkategori valid.

⁸¹ Hobri, Op. Cit., hal 53.

Selanjutnya aspek waktu, untuk indikator a) diperoleh 4,6 (kategori valid); indikator b) diperoleh 4,0 (kategori valid); dan indikator c) diperoleh 3,8 (cukup valid). Sehingga rata-rata aspek waktu diperoleh 4,13 dengan kategori valid.

Selanjutnya aspek bahasa, untuk indikator a) diperoleh 4,4 (kategori valid); indikator b) diperoleh 4,0 (kategori valid); indikator c) diperoleh 4,0 (kategori valid); indikator d) diperoleh 4,0 (kategori valid). Sehingga rata-rata aspek bahasa diperoleh 4,10 dengan kategori valid.

Berdasarkan deskripsi rata-rata kevalidan RPP, maka dapat disimpulkan bahwa untuk nilai rata-rata total validitas LKPD adalah 4,27. Sesuai dengan interval penentuan tingkat kevalidan perangkat pembelajaran pada bab III, maka LKPD dengan menggunakan model pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* dikatakan “**valid**” dengan beberapa revisi. Hal ini didukung dengan definisi operasional kevalidan yang telah dirumuskan oleh peneliti berdasarkan teori dari Nieveen, bahwa perangkat pembelajaran dikatakan valid jika hasil penilaian dari validator terhadap perangkat pembelajaran yang dikembangkan atas dasar isi dan kontruksinya masuk dalam kategori valid atau sangat valid.

3. Analisis Data Kepraktisan Perangkat Pembelajaran Model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kritis Peserta Didik.

Berdasarkan data kepraktisan perangkat pembelajaran pada tabel 4.4, dapat diketahui bahwa hasil penilaian dari semua validator memperoleh nilai A dan B. Untuk penilaian kepraktisan RPP, sebanyak tiga validator yaitu validator ke-1, validator ke-4 dan validator ke-5 yang memberikan nilai A dan dua validator lainnya, yaitu validator ke-2 dan validator

ke-3 memberikan nilai B. Sesuai dengan kategori kepraktisan yang terdapat pada BAB III, maka menurut validator ke- 1, 4 dan 5 RPP dapat digunakan tanpa revisi, sedangkan menurut validator ke- 2 dan 3 RPP dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Penilaian kepraktisan LKPD, dari hasil data kepraktisan oleh validator diperoleh nilai A dan B. Tiga validator yaitu validator ke-1, validator ke-4 dan validator ke-5 memberi nilai A dan dua validator lainnya yaitu validator ke-2 dan validator ke-3 memberi nilai B. Sesuai dengan kategori kepraktisan yang terdapat pada BAB III, maka menurut validator 1, 4 dan 5 LKPD dapat digunakan tanpa revisi, sedangkan menurut validator 2 dan 3 LKPD dapat digunakan dengan sedikit revisi.

Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan (dalam hal ini RPP dan LKPD) keduanya memperoleh nilai kepraktisan A dan B pada masing-masing validator. Hal ini menunjukkan bahwa perangkat pembelajaran yang telah dikembangkan dapat digunakan dengan sedikit revisi dan dapat digunakan tanpa revisi. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa perangkat pembelajaran yang meliputi RPP dan LKPD model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis dapat dinyatakan “**praktis**”. Hal ini relevan dengan definisi operasional kepraktisan perangkat pembelajaran yang telah dirumuskan oleh peneliti berdasarkan teori dari Nieveen, yang menyatakan bahwa perangkat pembelajaran dikatakan praktis jika ahli (validator) menyatakan perangkat tersebut dapat digunakan dengan sedikit revisi atau tanpa revisi.

C. Revisi Produk

Berdasarkan hasil validasi oleh validator, perangkat pembelajaran yang dikembangkan yaitu RPP dan LKPD masih perlu perbaikan pada beberapa bagian. Adapun bagian-bagian

yang perlu diperbaiki dijelaskan pada Tabel 4.9 dan Tabel 4.10 berikut ini.

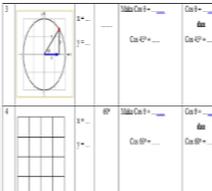
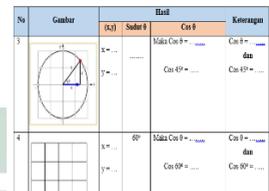
Tabel 4.9
Daftar Revisi Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

Saran Perbaikan	Sebelum Revisi	Sesudah Revisi
Perbaiki penulisan pada bagian tujuan pembelajaran “Antara tanda baca dengan kata sebelumnya tanpa spasi”peserta didik diharapkan dapat :peserta didik diharapkan dapat:
Pada bagian apersepsi: disebutkan materi yang dimaksud	Guru mengecek kesiapan peserta didik dalam menerima materi pembelajaran hari ini yaitu dengan mengingatkan materi sebelumnya yang berkaitan dengan materi hari ini. Termasuk juga materi kesebangunan yang akan berkaitan pada materi hari ini.	Pada RPP 1 : Guru mengecek kesiapan peserta didik dalam menerima materi pembelajaran hari ini dengan mengingatkan materi sebelumnya yaitu materi ukuran sudut (derajat dan radian) serta materi kesebangunan yang berkaitan dengan materi hari ini. Pada RPP 2 : Guru mengecek kesiapan peserta didik dalam menerima materi pembelajaran hari ini dengan mengingatkan materi sebelumnya yaitu terkait rumus rasio trigonometri serta materi Phytagoras yang berkaitan dengan materi hari ini.
Pada bagian motivasi : memberikan beberapa contoh terkait manfaat dari materi tersebut.	Guru memotivasi peserta didik dengan memberi informasi terkait manfaat dalam mempelajari	Guru memotivasi peserta didik dengan memberi informasi terkait manfaat dalam mempelajari trigonometri sangat besar.

	trigonometri sangat besar.	diantaranya yaitu: menghitung luas atau keliling tanah, menentukan berapa gradient tertinggi dari suatu tanjakan di jalan umum, menghitung jari-jari bumi dan jarak di antara dua tempat. Dan masih banyak lagi manfaatnya
Pada bagian inti fase “fokus”: Kata sisi miring diubah menjadi panjang sisi miring	Guru menanyakan kembali bagaimana cara mencari sisi miring jika menggunakan teorema Phytagoras?	Guru menanyakan kembali bagaimana cara mencari panjang sisi miring jika menggunakan teorema Phytagoras?
Pada bagian inti fase “fokus”: disebutkan konsep apa yang dimaksud yang akan dipelajari	Guru mengarahkan “nah ini lah yang akan kita pelajari hari ini, melalui diskusi kelompok”	Guru mengarahkan “nah ini lah yang akan kita pelajari hari ini yaitu materi rasio trigonometri, yang dilaksanakan melalui diskusi kelompok”
Pada bagian penutup ketika merefleksikan pembelajaran sebaiknya dibuat dengan cara lain yang lebih rahasia, agar pesan dan kesan yang sesuai perasaan mereka tetap tersampaikan.	Guru merefleksikan pembelajaran hari ini dengan memberikan beberapa emoticon “senang dan tidak senang”, kemudian guru meminta peserta didik untuk maju ke depan menempelkan emoticon yang sesuai dengan perasaan mereka terkait pembelajaran hari ini.	Guru merefleksikan pembelajaran hari ini dengan memberikan beberapa emoticon “senang dan tidak senang”, kemudian guru meminta peserta didik untuk menaruh emoticon tersebut pada amplop kecil yang telah tersedia dan mengumpulkannya kepada guru.
Pada bagian penutup: Ketika guru memberitahu terkait materi yang akan dipelajari selanjutnya,	Guru menyampaikan informasi tentang materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya.	Guru menyampaikan informasi tentang materi yang akan dipelajari pada pertemuan selanjutnya yaitu materi relasi sudut.

<p>sebaiknya di RPP ditulis materinya apa.</p>		
<p>Pada bagian lembar instrumen penilaian RPP yaitu “Penilaian berpikir kritis” terdapat saran perbaikan yaitu :</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Nama orang diawali huruf besar 2. Setelah Rp tidak ada titik 3. kalimat perintah kasih tanda seru bukan tanda Tanya 4. buat kalimat yang sederhana dan pertanyaannya jelas 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pak toni memiliki sebidang tanah yang akan dibuat taman. (soal no 1) 2.yaitu sebesar Rp.250.000.000,- (soal no 2) 3. Berdasarkan gambar di atas, bantulah Pak Budi memilih salah satu sawah tersebut agar lebih menguntungkan baginya? (soal no 2) 4. Apabila masing-masing kapal melaju dengan kelajuan yang sama, ternyata kapal A yang sampai terlebih dahulu. Jelaskan alasan beserta buktinya terkait fenomena tersebut! (no 3) 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Pak Toni memiliki sebidang tanah yang akan dibuat taman. 2.yaitu sebesar Rp 250.000.000,- (soal no 2) 3. Berdasarkan gambar di atas, bantulah Pak Budi memilih salah satu sawah tersebut agar lebih menguntungkan baginya! (soal no 2) 4. Dengan kelajuan yang sama, kapal A adalah kapal yang sampai di pantai terlebih dahulu dari pada kapal B. berdasarkan peristiwa tersebut, mengapa kapal A sampai ke pantai terlebih dahulu? Jelaskan alasan beserta buktinya! (no 3)

Tabel 4.10
Daftar Revisi Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Saran Perbaikan	Sebelum Revisi	Setelah Revisi
<p>Pada bagian fase <i>explore</i>, untuk tabel percobaan setiap ganti halaman dicantumkan kepala tabel (<i>header row</i>)</p>		
<p>Pada fase <i>reflect</i> bagian memaknai rumus tanda = bisa diganti kata adalah (LKPD pertemuan 1)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sisi Depan Sisi yang berada di depan sudut θ 2. Sisi Miring/Hipotenusa sisi yang terdapat didepan sudut siku-siku, sisi ini merupakan sisi yang paling panjang pada segitiga siku-siku. 3. Sisi Samping sisi yang terdapat di sebelah sudut siku-siku dan sudut θ 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Sisi Depan adalah Sisi yang berada di depan sudut θ 2. Sisi Miring/Hipotenusa adalah sisi yang terdapat didepan sudut siku-siku, sisi ini merupakan sisi yang paling panjang pada segitiga siku-siku. 3. Sisi Samping adalah sisi yang terdapat di sebelah sudut siku-siku dan sudut θ
<p>Kata penyurvei di ganti dengan kata <i>surveyor</i>. (kata ini terdapat pada bacaan fenomena pada fase <i>focus</i> LKPD 2)</p>	<p>Seorang penyurvei dari pabrik Gula bernama Pak Budi sedang meyurvei sebidang tanah yang berada di dekat gudang.</p>	<p>Seorang surveyor dari pabrik Gula bernama Pak Budi sedang meyurvei sebidang tanah yang berada di dekat gudang.</p>

Kata terhalang diganti terhalang. (kata ini terdapat pada bacaan fenomena pada fase <i>focus</i> LKPD 2) Pak Budi ingin menuju titik A namun terhalang oleh sungai dengan kondisi jembatan yang rusak,..... Pak Budi ingin menuju titik A namun terhalang oleh sungai dengan kondisi jembatan yang rusak,.....
---	---	---

D. Kajian Produk Akhir

Setelah dilakukan proses pengembangan hingga validasi oleh validator, maka diperoleh perangkat pembelajaran yang sesuai dengan tujuan penelitian ini, yaitu untuk mengembangkan produk perangkat pembelajaran matematika dengan model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* guna melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik. Perangkat pembelajaran ini berupa Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) dan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD). Penjelasan produk akhir disajikan lebih detail sebagai berikut:

a. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)

RPP yang dikembangkan pada penelitian ini menggunakan model pengembangan Plomp menghasilkan RPP pembelajaran matematika dengan model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis. Langkah-langkah pembelajaran pada RPP disesuaikan dengan sintaks model pembelajaran FERA dengan menggunakan media aplikasi *PhET Interactive Simulation* untuk menunjang model pembelajaran tersebut. RPP yang dikembangkan terdiri dari dua pertemuan serta menggunakan format RPP yang terbaru. Komponen inti dari RPP yang dikembangkan yaitu:

1. Identitas sekolah, pada bagian ini terdiri atas status pendidikan, kelas/semester, mata pelajaran, materi pokok, sub materi, dan alokasi waktu.

2. Tujuan pembelajaran yang disesuaikan dengan indikator pencapaian kompetensi, kompetensi dasar dan mengintegrasikan indikator keterampilan berpikir kritis.
3. Langkah-langkah pembelajaran yang terdiri atas kegiatan pendahuluan, kegiatan inti dan kegiatan penutup. Berikut penjelasan terkait langkah-langkah pembelajaran pada RPP yang dikembangkan:

Pada kegiatan pendahuluan terdiri dari kegiatan pembukaan, apersepsi, menyampaikan tujuan pembelajaran dan motivasi. Selanjutnya sintaks model pembelajaran diterapkan pada kegiatan inti pembelajaran. Fase pertama adalah *Focus* yaitu menghubungkan pengetahuan atau pengalaman yang telah mereka dapat sebelumnya terhadap suatu konsep. Pada fase pertama ini di RPP pertemuan pertama dilakukan dengan cara memberikan pertanyaan terkait pengalaman atau fenomena-fenomena kontekstual, kemudian mengaitkannya dengan suatu konsep (Phytagoras). Sedangkan pada pertemuan kedua fase ini dilakukan dengan cara memberikan masalah kontekstual dengan menggunakan LKPD. Pada fase pertama ini keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi yaitu peserta didik dilatih untuk memahami sebuah masalah atau fenomena kontekstual dan dapat menyatakan makna dari pengalaman atau pengetahuan yang telah didapat sebelumnya.

Fase kedua adalah *Explore* yaitu merumuskan masalah dan menguji gagasan yang telah dirumuskan atau didapatkan melalui kegiatan eksperimen. Pada RPP pertemuan pertama dan pertemuan kedua, fase ini dilakukan dengan cara berkelompok, kemudian peserta didik merumuskan masalah dari fenomena kontekstual yang terdapat pada LKPD dan melakukan diskusi untuk menguji gagasan yang telah mereka dapatkan melalui eksperimen. Pada fase kegiatan eksperimen ini dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive*

Simulation. Indikator keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan pada fase ini diantaranya adalah interpretasi, analisis dan *explanation*. Pada indikator interpretasi peserta didik dilatih untuk dapat menyatakan makna berupa merumuskan permasalahan dari fenomena kontekstual. Pada indikator analisis peserta didik dilatih untuk dapat menganalisis idenya serta dapat mengidentifikasi hubungan antara pernyataan, pertanyaan dan konsep melalui kegiatan eksperimen peserta didik dalam mencari solusi dari permasalahan yang mereka temukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Sedangkan pada indikator *explanation* peserta didik dilatih untuk menyatakan hasil pertimbangan dari solusi masalah yang telah mereka temukan.

Fase keempat adalah *Reflect* yaitu memaknai atau memproses data yang diperoleh dari hasil kegiatan *explorasi*, merefleksikan hasil eksplorasi dengan konsep yang telah dipelajari dan berbagi ide dengan orang lain (diskusi). Pada RPP pertemuan pertama keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation* dan menyimpulkan. Sedangkan pada RPP pertemuan kedua keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, evaluasi, *explanation* dan menyimpulkan. Pada pertemuan kedua ditambahkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi yaitu, peserta didik dilatih untuk dapat menilai kredibilitas dari suatu pernyataan atau dapat mengevaluasi hasil observasi. Fase kelima adalah *Apply* yaitu, menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain. Pada fase ini keterampilan berpikir kritis yang dilatih pada RPP pertemuan pertama adalah interpretasi, analisis, *explanation*, evaluasi dan menyimpulkan. Sedangkan pada RPP pertemuan kedua berpikir kritis yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation*, dan menyimpulkan.

4. Penilaian, penilaian pada RPP yang dikembangkan meliputi penilaian sikap dan penilaian keterampilan berpikir kritis. Adapun instrumen dari penilaian tersebut disajikan pada lampiran RPP.

Pada bagian akhir RPP memuat beberapa lampiran-lampiran seperti, KI, KD dan IPK, materi pembelajaran, instrument dan rubric penilaian sikap, kisi-kisi dan instrumen tes keterampilan berpikir kritis beserta rubrik penilaiannya.

Pada data kevalidan RPP diperoleh total rata-rata validasi RPP adalah 4,34 yang berarti RPP dapat dikatakan “valid”. Data kevalidan RPP dinilai berdasarkan beberapa aspek, aspek tersebut diantaranya yaitu: kecapaian indikator, materi, langkah-langkah pembelajaran, waktu, bahasa, instrumen penilaian. Masing-masing aspek terdiri dari beberapa indikator. Dari semua hasil rata-rata skor tiap indikator dan rata-rata skor tiap aspek yang memperoleh nilai terendah adalah indikator “menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar” dan aspek Bahasa. Hal ini dikarenakan masih kurang tepatnya peneliti dalam menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, masih terdapat kata-kata yang salah, tanda baca yang kurang tepat serta penggunaan kalimat yang kurang sederhana.

Adapun untuk kepraktisan pada RPP, diperoleh rata-rata nilai A dan B. dalam artian RPP yang dikembangkan tergolong “praktis”. Hal ini menunjukkan bahwa RPP dapat digunakan dengan sedikit revisi. Untuk RPP yang valid terdapat pada lampiran A1.

b. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Lembar Kerja Peserta Didik yang telah dikembangkan dalam penelitian ini mengacu pada pembelajaran model FERA (*Focus, Explore, Reflect, and Apply*) yang mana di dalamnya menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* yang digunakan untuk membantu peserta didik pada kegiatan eksplorasi. Materi yang digunakan adalah

materi rasio trigonometri. Komponen dari LKPD yang dikembangkan yaitu:

1. Cover LKPD, cover LKPD dibuat dengan desain yang menarik dan tetap disesuaikan dengan jenjang kelas. Berikut adalah gambar cover dari LKPD yang dikembangkan.



Gambar 4.1
Cover LKPD Pertemuan 1 dan 2

2. Indikator kompetensi dan petunjuk penggunaan LKPD
3. Soal-soal tentang permasalahan kontekstual. Soal yang terdapat pada LKPD juga mengintegrasikan indikator berpikir kritis.

Adapun penjelasan peran LKPD pada setiap fase pembelajaran adalah sebagai berikut:

a. *Focus*

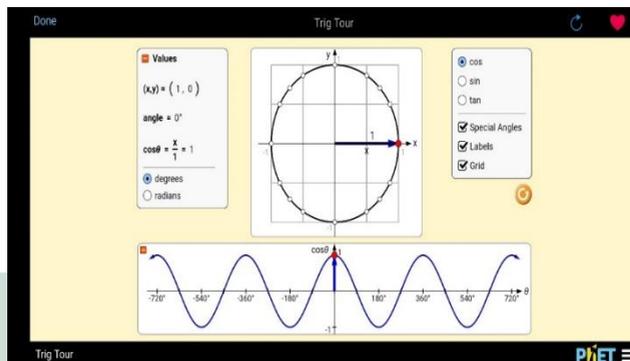
Untuk soal bagian pertama masuk bagian fase model pembelajaran FERA yaitu *focus*. Pada LKPD pertemuan pertama dan kedua disajikan sebuah fenomena kontekstual yang berkaitan dengan materi rasio trigonometri.

b. *Explore*

Selanjutnya masuk pada fase *explore*, pada LKPD di fase *explore* peserta didik diminta untuk merumuskan masalah yang terjadi pada fenomena kontekstual yang telah disajikan pada LKPD. Melalui perumusan masalah tersebut peserta didik dilatih untuk menginterpretasi sebuah fenomena kontekstual. Selain merumuskan masalah, pada LKPD pertemuan pertama fase *explore* kegiatan eksperimen dilakukan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation* untuk menemukan rumus dari rasio trigonometri. Sedangkan, pada LKPD pertemuan kedua setelah merumuskan masalah peserta didik bereksperimen untuk menyelesaikan permasalahan yang telah mereka rumuskan dengan menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Dari sini terdapat perbedaan pada fase *explore* pertemuan pertama dan kedua. Berikut penjelasan terkait fase *explore* dari LKPD pertemuan pertama dan kedua:

1) Fase *explore* pertemuan pertama

Setelah merumuskan permasalahan, peserta didik diberikan beberapa tabel percobaan. Pada tabel percobaan pertama peserta didik didorong untuk menemukan konsep dari $\cos \theta$, maka pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* peserta didik harus mengklik icon \cos . Pada tabel percobaan kedua peserta didik didorong untuk menemukan konsep dari $\sin \theta$, maka pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* peserta didik harus mengklik icon \sin . Pada tabel percobaan ketiga peserta didik didorong untuk menemukan konsep dari $\tan \theta$ maka pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* peserta didik harus mengklik icon \tan . Pada tabel-tabel percobaan tersebut peserta didik melakukan eksperimen dengan simulasi *trig tour* yang terdapat di aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Berikut adalah tampilan dari simulasi *trig tour*.



Gambar 4.2
Tampilan Simulasi *Trig Tour*

Pada tabel percobaan, untuk nomor 1 peserta didik diberikan contoh terkait cara menuliskan data yang mereka peroleh dari hasil eksperimen menggunakan simulasi *trig tour* pada aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Selanjutnya pada nomor 2 dan 3 peserta didik diminta untuk membentuk segitiga siku-siku pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* sesuai dengan gambar segitiga siku-siku dan besar sudut yang terdapat pada soal, hal ini dapat dilakukan peserta didik dengan mengklik terlebih dahulu icon *special angle*, *labels* dan *grid*. Selanjutnya, peserta didik menarik panah pada lingkaran yang terdapat di koordinat sehingga terbentuk segitiga siku-siku sesuai dengan segitiga yang terdapat pada soal. Pada bagian kiri terdapat nilai x dan y dari segitiga yang telah dibentuk oleh peserta didik, kemudian pada bagian “*angle*” peserta didik dapat mengetahui besar sudut θ dari segitiga siku-siku yang telah mereka bentuk dan yang terakhir terdapat nilai $\cos \theta$ jika yang dicentang adalah icon *cos*, terdapat nilai $\sin \theta$ jika yang dicentang adalah icon *sin*, dan terdapat nilai $\tan \theta$ jika yang dicentang adalah icon *tan*. Pada bagian ini, peserta didik diajarkan untuk menemukan nilai dari ketiga rasio trigonometri berdasarkan aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Dalam fase ini, peserta didik

juga diperintah untuk mencari asal dari nilai trigonometri tersebut berbantuan schafolding yang telah disediakan oleh guru pada LKPD.

Selanjutnya nomor 4 dan 5 pada tabel percobaan hanya diketahui sudut θ , peserta didik diminta untuk menggambar segitiga siku-siku dengan *PhET Interactive Simulation*, kemudian mengidentifikasi nilai x dan y beserta nilai dari $\cos \theta$, $\sin \theta$ dan $\tan \theta$ pada aplikasi *PhET Interactive Simulation*. Kemudian, menuliskan hasilnya pada tabel. Untuk nomor 1, 2, 3, 4, dan 5 sudut θ yang digunakan adalah sudut istimewa sehingga pada nomor ini icon *special angel* pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* selalu di centang.

Selanjutnya nomor 6 pada tabel percobaan disajikan gambar segitiga siku-siku beserta sudut θ (bukan sudut istimewa), peserta didik diminta untuk menggambarkan segitiga siku-siku pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* sesuai dengan sudut yang diminta dan menggambarnya pada tabel di LKPD yang telah disediakan. Kemudian, peserta didik dapat menemukan nilai x dan y , dan dapat menuliskan hasil dari nilai $\cos \theta$, $\sin \theta$ dan $\tan \theta$. Untuk nomor 7 dan 8 peserta didik diberikan kesempatan untuk menggambar segitiga siku-siku pada aplikasi *PhET Interactive Simulation* dengan posisi yang berbeda dan besar sudut yang berbeda. Pada bagian akhir dari masing-masing tabel percobaan, peserta didik selalu diminta untuk menyimpulkan rumus dari $\cos \theta$, $\sin \theta$ dan $\tan \theta$ dengan cara mengidentifikasi hasil dari eksperimen mereka. Setelah melakukan eksperimen, peserta didik didorong untuk menyimpulkan bahwa sudut 0° , 30° , 45° , 60° , dan 90° adalah sudut istimewa, kemudian peserta didik didorong untuk menuliskan nilai trigonometri dari masing-masing sudut tersebut berdasarkan hasil eksperimen. Selain itu pada tahap ini peserta didik didorong untuk menyimpulkan rumus dari rasio trigonometri dari hasil eksperimen yang telah mereka temukan.

2) Fase *explore* pertemuan kedua

Fase *explore* pada LKPD pertemuan kedua, dari permasalahan yang telah mereka rumuskan, peserta didik didorong untuk menggambarkan dan mengidentifikasi jenis segitiga dari fenomena yang telah diberikan. Kemudian peserta didik diminta untuk memberi alasan dari jawaban mereka tersebut, pada bagian ini keterampilan berpikir kritis yang dilatihkan adalah *explanation*. Setelah itu, peserta didik mengidentifikasi segitiga yang telah mereka gambar sehingga mereka dapat menyelesaikannya dengan menggunakan konsep rasio trigonometri. Dalam menyelesaikan permasalahan tersebut peserta didik menggunakan aplikasi *PhET Interactive Simulation*.

c. *Reflect*

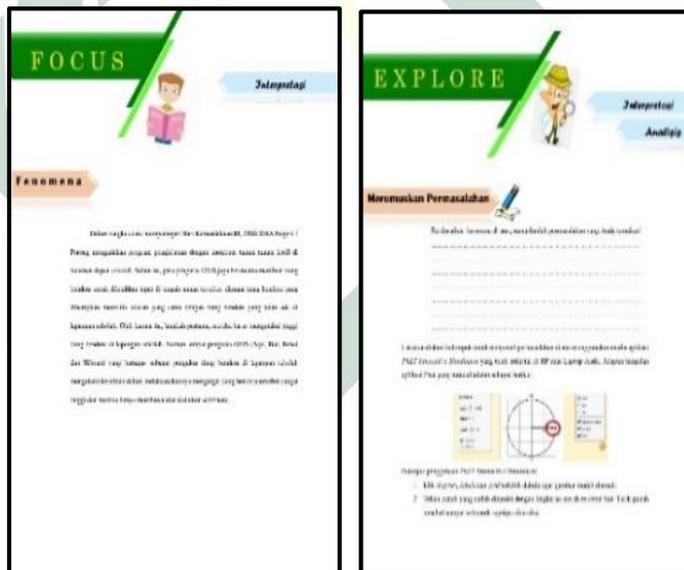
Pada soal selanjutnya masuk pada fase *reflect*. Pada fase *reflect* LKPD pertemuan pertama menyajikan soal untuk memaknai rumus yang telah didapatkan pada kegiatan eksperimen di fase *explore*, selanjutnya peserta didik diminta untuk merefleksikan hasil eksplorasi dengan konsep yang telah dipelajari yaitu konsep kesebangunan. Pada LKPD pertemuan kedua fase *explore* peserta didik diminta untuk merefleksikan hasil eksplorasi dengan konsep yang telah dipelajari yaitu konsep Pythagoras, namun pada bagian ini disisipkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi sehingga ketika merefleksikan peserta didik diharapkan untuk dapat mengevaluasi dan mempertimbangkan sebuah pernyataan melalui bimbingan guru.

d. *Apply*

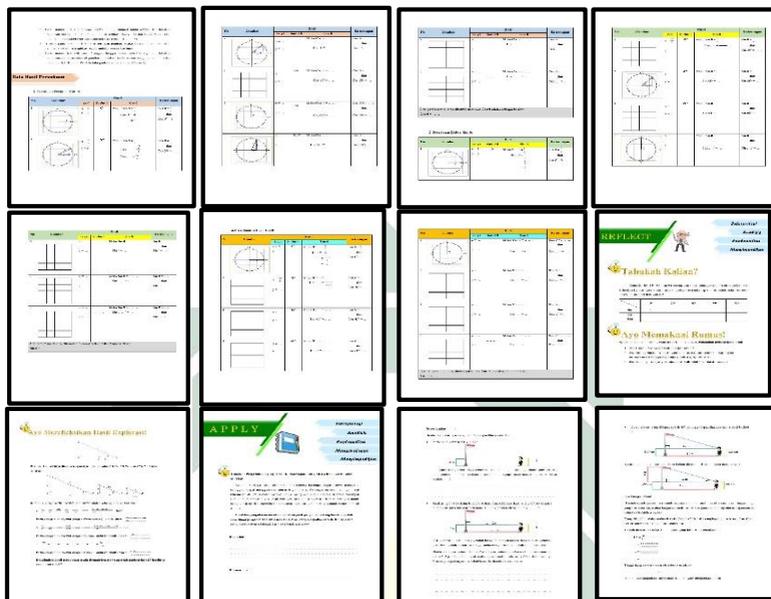
Selanjutnya bagian LKPD pada fase *apply* peserta didik dilatih untuk memperluas dan menerapkan konsep yang telah didapat dalam situasi baru/konteks lain. Bagian ini keterampilan yang dilatihkan adalah interpretasi, analisis, *explanation* dan menyimpulkan. Pada LKPD pertemuan pertama disisipkan indikator berpikir kritis berupa evaluasi,

dimana peserta didik dilatih untuk dapat mengevaluasi dan mempertimbangkan sebuah pernyataan.

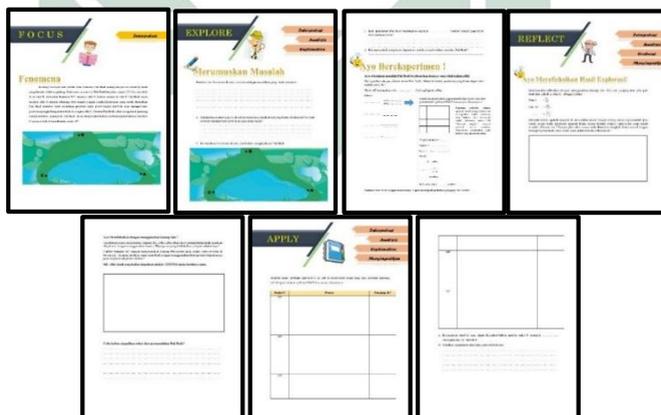
LKPD yang dikembangkan difokuskan untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik secara maksimal. Dengan demikian pada LKPD juga diintegrasikan dengan indikator berpikir kritis. Selain itu untuk menarik minat peserta didik dalam mengerjakan LKPD tersebut, maka LKPD didesain sedemikian rupa dengan desain yang menarik dan disesuaikan dengan jenjang kelas serta diberi gambar-gambar yang dapat menunjang peserta didik dalam menyelesaikan soal-soal pada LKPD. Adapun cuplikan isi dari LKPD adalah sebagai berikut:



Gambar 4.3
Isi LKPD Pertemuan I Bagian Tahap *Focus* dan *Explore*

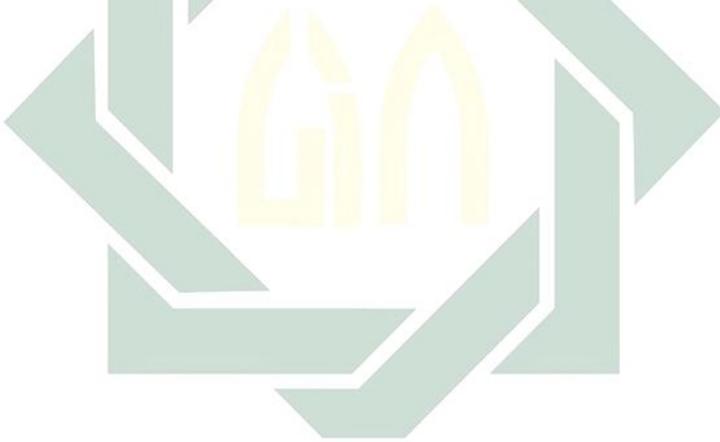


Gambar 4.4
Isi LKPD Pertemuan I Bagian Tahap *Explore* Sampai
Apply



Gambar 4.6
Isi LKPD Pertemuan II

LKPD yang telah dibuat sudah melalui serangkaian validasi oleh 5 validator ahli. Berdasarkan analisis data hasil validasi, LKPD dinyatakan valid dengan rata-rata total 4,34. Rata-rata aspek dengan penilaian terendah terletak pada aspek bahasa yaitu 4,10. Sama halnya dengan RPP, hal ini disebabkan oleh masih kurang tepatnya peneliti dalam menggunakan bahasa Indonesia yang baik dan benar, masih terdapat kata-kata yang salah, serta tanda baca yang kurang tepat. Adapun untuk penilaian kepraktisan LKPD dinyatakan “praktis” dengan diperoleh rata-rata nilai A dan B. Hal ini menunjukkan bahwa LKPD dapat digunakan dengan sedikit revisi. Untuk LKPD yang valid terdapat pada lampiran A2.



BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

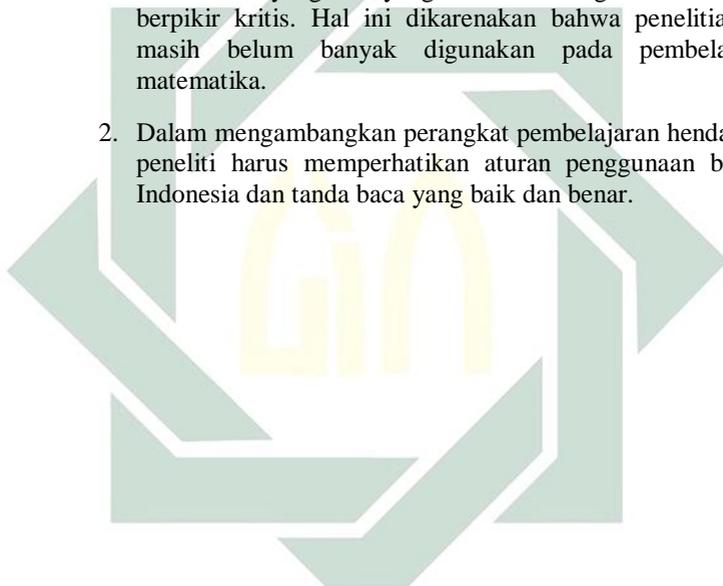
Berdasarkan rumusan masalah dan hasil analisis data penelitian pengembangan, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Proses pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis peserta didik dikembangkan dengan model pengembangan Plomp sehingga diperoleh data pada SMAN 1 Porong, bahwa keterampilan berpikir kritis peserta didik di SMAN 1 Porong masih tergolong rendah serta pembelajaran matematika yang dilakukan hanya berpusat pada guru. Selanjutnya dilakukan pembuatan prototipe yang meliputi penyusunan RPP dan LKPD yang menghasilkan prototipe I yang kemudian divalidasi oleh validator ahli untuk menghasilkan prototipe II serta mendapatkan data mengenai kevalidan dan kepraktisan RPP, pada tahap penilaian ini dilakukan oleh 5 validator ahli.
2. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis telah dinyatakan “**valid**” oleh kelima validator dengan hasil rata-rata total kevalidan RPP sebesar 4,34, sedangkan LKPD sebesar 4,27.
3. Hasil pengembangan perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* untuk melatih keterampilan berpikir kritis telah dinyatakan “**praktis**”. Dengan penilaian A oleh tiga validator dan B oleh dua validator yang berarti perangkat pembelajaran dapat digunakan dengan sedikit revisi.

B. Saran

Saran-saran yang dapat diberikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Perangkat pembelajaran matematika model FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) berbasis *PhET Interactive Simulation* hendaknya dikembangkan untuk pokok bahasan matematika yang lain yang berkaitan dengan keterampilan berpikir kritis. Hal ini dikarenakan bahwa penelitian ini masih belum banyak digunakan pada pembelajaran matematika.
2. Dalam mengembangkan perangkat pembelajaran hendaknya peneliti harus memperhatikan aturan penggunaan bahasa Indonesia dan tanda baca yang baik dan benar.



DAFTAR PUSTAKA

- Affiah, Primaningtyas Nur., Skripsi: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berbasis Pemecahan Masalah pada Materi Sudut untuk SMP”. Yogyakarta: UNY 2013.
- Ahmadi, Abu. 1999. *Psikologi Sosial* Jakarta: Rineka Cipta.
- Aisyah, Rossy Nur. Skripsi: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Model Means End Analisis (MEA) dengan Strategi Proses Log untuk Meningkatkan Komunikasi Peserta didik”, Surabaya: UINSA, 2018.
- Anggrayni, S., Madlazim, Hariyono, E. “Science Teacher’s Conception About Importance of Geoscience Learning: A Case Study of Junior High Schools in Surabaya Indonesia”, *Journal of Physics: Conference Series*. 2019.
- Anisah, Siti Nur. Skripsi: Pengembangan Pembelajaran Matematika Berbasis Proyek untuk Melatih Kreativitas Ilmiah Peserta didik pada Materi Statistika Kelas VIII di SMP 4 Sidoarjo. Surabaya: UINSA, 2017.
- Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian suatu Pendekatan Praktek*, Jakarta: PT Adi Mahasatya.
- Avinda, Fridanianti., dkk. 2018. “Analisis Kemampuan Berpikir Kritis Dalam Menyelesaikan Soal Aljabar Kelas VII SMP Negeri 2

Pangkah Ditinjau Dari Gaya Kognitif Reflektif Dan Kognitif Impulsif”. *Jurnal Aksioma*. Vol. 9 No. 1, Juli, 2018.

A'yun, Qurrota. Skripsi: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Inside Outside Circle Berbasis Kearifan Lokal Madura Untuk Melatih Kemampuan Komunikasi Peserta didik”. Surabaya: UINSA, 2019.

Azizah, Mira dkk, “Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Sekolah Dasar Pada Pembelajaran Matematika Kurikulum 2013”. *Jurnal Penelitian Pendidikan*. Vol. 35 No. 1, 2018.

Creating Inquiry-Based Activities Designing Family Science Activities Using Inquiry, *in Center for Inquiry Science at The Institute for Systems Biology*, 2006.

Dalyana, Tesis: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Matematika Realistik pada Bahasan Perbandingan di Kelas II SLTP”. Surabaya: Program Pasca Sarjana UNESA, 2004.

Deni, Moh.Budiman dkk. 2018. “Fokus, Explore, Reflect, and Apply (FERA) Learning Model: Developing Science Process Skills for Pre-Service Science Teachers”. *Tadris: Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah*. Vol. 3 No. 2, Desember, 2018.

Ennis, Robert. *Evaluating Critical Thinking*, Midwest Publication Critical Thingking Press, 1989.

Ermawati, Skripsi: “Pengembangan Perangkat Pembelajaran Belah Ketupat dengan Pendekatan Kontekstual dan Memperhatikan Tahap Berpikir Geometri Vanhielle.” Surabaya: UNESA, 2017.

Facione, Peter A, Critical thinking: what it is and Why it Count. Diakses di <http://www.insightassessment.com/content/download/1176/7580/file/what/26why2010/pdf>.

Finkelstein, N., Adams, W., Keller, C., Perkins, K., Wieman, C., & P. E., 2006. "High-Tech Tools for Teaching Physics: The *Physics Education Technology Project*", *MERLOT Journal of Online Learning and Teaching*, 2006.

Guria, Angel., "PISA Result in Focus". OECD: 2015

Guttenplan, D.D., "Web Tutors Become Stars Far from Classroom". New York Times, 11 December 2011.

Hariyono, Eko., Madlazim., Anggrayni, Silvia. "The Effectiveness of Volcanology Learning Through Inquiry Base on Education for Sustainable Development", *Journal of Science Education*, Vol.20, Desember, 2019.

Hartini., Sukardjo. "Pengembangan Higher Order Thinking Multiple Choize Test untuk Mengukur Keterampilan Berpikir Kritis IPA Kelas VII SMP/MTs", *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, Vol. 1 No. 1, April, 2015.

Hidayah, Ratna., 2017. "Critical Thinking Skill: Konsep Dan Indikator Penilaian". *Jurnal Taman Cendekia*. Vol. 1 No. 2, Desember, 2017.

Ibrahim, Muhammad. *Pengembangan Perangkat Pembelajaran*. Jakarta: Dirjen Dikdasmen. 2003.

Indrasari, Siti Zulfamia. Tesis: “Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis Melalui Penerapan model Pembelajaran *Creative Problem Solving* Peserta didik kelas XI IPA”. Makassar: Universitas Negeri Makassar, 2015.

Johnson, Elaine B, *Contextual Teaching and Learning: Menjadikan Kegiatan Belajar Mengajar Mengasyikkan dan Bermakna*. Bandung: Kaifa, 2010.

Khaeruddin, Disertasi Doktor: “*Model Pembelajaran Fisika Berbasis Keterampilan Proses Sains Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik*”. Surabaya: UNESA, 2017.

Kemendikbud, *Permendikbud Nomor 22 Tahun 2016 Tentang Standar Proses Pendidikan Dasar Dan Menengah*. Jakarta Kemendikbud, 2016.

Kunandar, *Guru Profesional (Implementasi Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Sukses dalam Sertifikasi Guru)*. Jakarta: Raja Grafindo. 2011.

Lambertus. 2009 “Pentingnya Melatih Keterampilan Berpikir Kritis dalam Pembelajaran Matemati di SD”. *Jurnal Pendidikan*. Vol. 28 No. 2, Maret, 2009.

Mullis, Ina V.S. et.al., *TIMSS 2007 International Report*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, 2008.

Mullis, Ina V.S. et.al., *TIMSS 2011 International Report*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, 2012.

Mullis, Ina V.S. et.al., *TIMSS 2015 International Report*. United States: TIMSS & PIRLS International Study Center, 2016.

Mahmuzah, Rifaatul. 2015. "Peningkatan Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Peserta didik SMP Melalui Pendekatan *Problem Posing*". *Jurnal Peluang*. Vol. 4 No. 1, Oktober, 2015.

Ministry of Education Malaysia, (2002). *Integrated Curriculum for Secondary Schools Curriculum Specifications Science Form 2*.

Mudlofir, Ali. *Aplikasi Pengembangan Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan dan Bahan Ajar dalam Pendidikan Agama Islam*. Jakarta: PT Raja Grafindo Persada. 2012.

Mulyasa. *Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan*. Bandung: Remaja Rosdakarya, 2007.

Maulana, *Konsep Dasar Matematika dan Pengembangan Kemampuan Berpikir Kritis Kreatif*. Sumedang: UPI Sumedang Press, 2017.

Ma'rifatun, Siti. Skripsi: "Pengembangan Perangkat Pembelajaran Model Problem Based Learning dengan Pendekatan Metacognitive Guidance untuk Melatih Literasi Matematis", Surabaya: UINSA, 2019.

- Perkins, K., Adams, W., & Dubson, M. 2006 “*PhET: Interactive simulations for Teaching and Learning Physics*”, *Physics Teacher*, 2006.
- Plomp, Tjeerd & Nienke Nieven, *Educational Design Research: An introduction*,
Netherlands: netherlands institute for curriculum development (SLO), 2013.
- Prasetyo, Zuhdan K., Senam, Insih Wilujeng, dkk, Pengembangan Perangkat Pembelajaran Sains Terpadu untuk Meningkatkan Kognitif, Keterampilan Proses, Kreativitas Serta Menerapkan Konsep Ilmiah Peserta didik SMP. Yogyakarta: UNY. 2013.
- Purwati, Ratna., Hobri., Fatahillah., Arif. 2016. “Analisis Kemampuan Berpikir Peserta didik Dalam Menyelesaikan Masalah Persamaan Kuadrat Pada Pembelajaran Model Creative Problem Solving”. *Jurnal Kadikma*. Vol. 7 No. 1, April, 2016.
- Putri, Ardiya Pramesti Regita, Skripsi: “Efektivitas Model Pembelajaran FERA (*Focus, Explore, Reflect and Apply*) Dengan Pendekatan SAVIR Dalam Meningkatkan Keterampilan Proses Sains Dan Kemampuan Berfikir Kritis Peserta Didik”. Lampung: UIN Raden Intan Lampung, 2019.
- Rahmawati, Ika., Hidayat, Rahmat., Rahayu., Sri, 2016 “Analisis Kemampuan Berpikir Peserta didik SMP Pada Materi Gaya dan Penerapannya”, *Jurnal Pros Semnas Pend. IPA Pascasarjana UM*, Vol. 1, 2016.

Riduwan., & Akdon. 2013 *Rumus dan Data dalam Analisis Statistika*, Bandung: ALFABETA.

Setyosari, Punaji. *Metode Penelitian Pendidikan dan Pengembangan*, Jakarta: Kencana Prenadamedia Group.

Silalahi, Albinus. “*Development Research (Penelitian Pengembangan) Dan Research & Development (Penelitian & Pengembangan) Dalam Bidang Pendidikan/Pembelajaran*”, Medan: Universitas Negeri Medan, 2017.

Sipayung, Hani Diana “Pengaruh Model Pembelajaran *Collaborative Inquiry* Terhadap Keterampilan 4c Peserta didik Di SMA”, *Jurnal Pendidikan Fisika*, Vol. 8 No.1, Juni, 2019.

Sprague Susan., “Beyond Explicit Standards for Science Education.” in *Redesigning the Science Curriculum*. Colorado Springs: BSCS, 1995.

Sujadi. 2015, *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Rineka cipta.

Suana, Wayan, “Peningkatan Aktivitas Dan Hasil Belajar Peserta didik Pada Pembelajaran IPA Dengan Pendekatan Keterampilan Proses”, *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. Vol. 5 No.1, 2016.

Sugiono, *Metodologi Penelitian Kuantitatif dan R&D*. Bandung:

Alfabeta, 2012.

Uno, Hamzah B., Nina Lamatenggo. *Landasan Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara, 2016.

