

**PENGARUH *e*-LKPD BERBASIS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING*
BERBANTUAN *PhET* PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

(Skripsi)

**Oleh
I Made Aditya
1863022001**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGARUH *e*-LKPD BERBASIS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING* BERBANTUAN *PhET* PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS

Oleh

I Made Aditya

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis model *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Seputih Raman semester ganjil tahun ajaran 2023/2024, dengan sampel penelitian peserta didik kelas X2 dan X4. Desain penelitian yang digunakan adalah *non-equivalent control group design*, dengan variabel bebas (*e*-LKPD berbantuan *PhET*), variabel terikat (keterampilan berpikir kritis), dan variabel moderator (model PBL). Berdasarkan hasil uji penelitian yang telah dilakukan, diketahui bahwa terdapat pengaruh pada penggunaan *e*-LKPD berbasis model pembelajaran *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini ditandai dengan hasil uji *n-gain* total yang diperoleh kelas eksperimen sebesar 0,498 dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 0,299 dengan kategori rendah. Hasil uji *n-gain* indikator *involve basic clarificatio, the bases for decision, inference, advanced clarification, supposition and integration* pada kelas eksperimen juga mendapatkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan kelas kontrol dengan perbedaan yang cukup signifikan, selain itu hasil dari uji *Effect Size* memperoleh skor 1,78 dengan interpretasi sangat tinggi sehingga penggunaan *e*-LKPD berbasis model *problem based learning* berbantuan *PhET* pada kelas eksperimen lebih efektif daripada LKPD konvensional berbantuan video pada kelas kontrol.

Kata Kunci : *e*-lkpd, keterampilan berpikir kritis, *Problem based learning*, *phet*.

**PENGARUH *e*-LKPD BERBASIS MODEL *PROBLEM BASED LEARNING*
BERBANTUAN *PhET* PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR KRITIS**

Oleh

I MADE ADITYA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

MENGESAHKAN

Tim Penguji

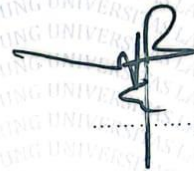
Ketua

: Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



Sekretaris

: Dr. Viyanti, M.Pd.



Penguji

Bukan Pembimbing

: Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si.



Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.

NIP. 19651230 199111 1 001



Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 17 Oktober 2024

Judul Skripsi : **PENGARUH E-LKPD BERBASIS MODEL
PROBLEM BASED LEARNING BERBANTUAN
PHET PADA MATERI PEMANASAN GLOBAL
TERHADAP KETERAMPILAN BERPIKIR
KRITIS**

Nama Mahasiswa : **I Made Aditya**
Nomor Pokok Mahasiswa : **1863022001**
Program Studi : **Pendidikan Fisika**
Jurusan : **Pendidikan MIPA**
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**


Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.
NIP. 19600315 198703 1 003


Dr. Viyanti, M.Pd.
NIP. 19800330 200501 2 001

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**


Dr. Nurhanurawati, M.Pd
NIP. 19670808 199103 2 001

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan dibawah ini adalah:

Nama : I Made Aditya.
NPM : 1863022001.
Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA.
Program Studi : Pendidikan Fisika.
Alamat : Jl. Pentas Tari Bali, RT 002/ RW 005, Rama Dewa,
Kec.Seputih Raman, Kab. Lampung Tengah.

Dengan ini menyatakan bahwa dalam skripsi ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan ditulis dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 17 Oktober 2024



I Made Aditya
1863022001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Maumere tanggal 04 April 2000, anak pertama dari 2 bersaudara dari pasangan Bapak I Made Sunarjaya, S.Pd dan Ibu Ni Komang Sri Megawati. Penulis mengawali pendidikan formal di TK Dharma Agung Rama Dewa, Kecamatan Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah pada tahun 2004 dan lulus pada tahun 2006, melanjutkan di SD Negeri 2 Rama Dewa pada tahun 2006 dan lulus 2012, melanjutkan di SMP Negeri 1 Seputih Raman dan lulus pada tahun 2015, dan melanjutkan di SMA negeri 1 Kotagajah yang di selesaikan pada tahun 2018. Pada tahun 2018, peneliti diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan PMIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur prestasi khusus.

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis pernah menjadi anggota Bidang Kerohanian UKM Hindu Unila tahun 2019-2020, dan menjadi anggota Divisi Pembinaan Almafika tahun 2019-2020.

MOTTO

“Terima dan jalani”

(I Made Aditya)

“Setiap jalan pasti ada akhir, jadi jangan terlalu terburu buru.
Karena, terkadang ketenangan jauh lebih berharga dari segalanya.”

(Zhongli, Genshin Impact)

PERSEMBAHAN

OM Swastyastu

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunianya yang selalu senantiasa diberikan kepada kita. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bukti kasih tulus kepada:

1. Orang tua tersayang, Bapak I Made Sunarjaya, S.Pd dan Ibu Ni Komang Sri Megawati yang sepenuh hati membesarkan, mendidik, membimbing, dan memperjuangkan masa depan saya dengan segala dukungannya. Semoga Tuhan selalu memberikan kesehatan, kebahagiaan, dan umur panjang.
2. Adik saya Ni Komang Satyawati yang menjadi pelengkap semangat.
3. Semua sahabat dan teman saya yang begitu tulus mendampingi dari awal hingga saat ini dengan segala kekurangan yang saya miliki dan ketidak tahuan saya akan berbagai hal, dari kalian lah saya mengetahuinya dan dari kalian lah saya belajar ketulusan dan keikhlasan dalam hidup.
4. Almamater tercinta Universitas Lampung.
5. Keluarga besar UKM Hindu.
6. Keluarga besar Almafika FKIP Universitas Lampung.
7. Keluarga besar Pendidikan Fisika 2018.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunianya yang selalu senantiasa di limpahkan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik, sebagai syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika FKIP Universitas Lampung.

Penulis menyadari bahwa terdapat banyak bantuan dari berbagai pihak sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Dr. Nurhanurawati, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
4. Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika, dan selaku pembimbing II yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun, serta atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama menyelesaikan skripsi, terima kasih Ibu, atas waktu yang telah diluangkan.
5. Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd. selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I, atas kesediaannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
6. Drs. I Dewa Putu Nyeneng, M.Sc. selaku Pembimbing I, atas arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi ini.
7. Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si. selaku pembahas yang selalu memberikan bimbingan dan saran atas perbaikan skripsi ini.

8. Dosen Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing dan mengajarkan penulis dalam proses pembelajaran di Universitas Lampung.
9. Drs. Nyoman Suarmo, MM. selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Seputih Raman yang telah memberikan penulis izin melakukan PLP di SMA Negeri 1 Seputih Raman, dan memberikan izin penulis melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Seputih Raman untuk menyelesaikan skripsi.
10. Dedy Kurniawan, S.Pd. Selaku guru Mata Pelajaran Fisika di SMA Negeri 1 Seputih Raman yang telah menjadi Guru Pamong dan membimbing penulis selama melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Seputih Raman
11. Guru SMA Negeri 1 Seputih Raman yang telah menerima dan membimbing saya selama berada di SMA Negeri 1 Seputih Raman.
12. Siswa-siswi SMA Negeri 1 Seputih Raman khususnya kelas X1, X2, X3, X4 atas bantuan dan kerja samanya selama penelitian berlangsung.
13. Sahabat dan teman seperjuangan saya selama menempuh pendidikan TK, SD, SMP, SMA, dan Kuliah. Terima kasih senantiasa menyemangati, menguatkan, dan mengingatkan saya dalam kebaikan dan kesabaran.
14. Teman-teman seperjuangan Mafia 18 kelas A dan kelas B yang berjuang bersama untuk lulus kuliah. Terimakasih atas semangat dan motivasinya.
15. Sahabat seperjuangan Mafia Pes Toxic 2018, Al Khodri, Eliezer Parulian Panjaitan, Fanishal Akbar Fitratama, I Komang Astawan, M. Khoirul Fuad, dan Nave Loi Likasim yang selalu memberikan tawa.

Bandar Lampung, 17 Oktober 2024
Penulis



I Made Aditya
1863022001

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian	4
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerangka Teori.....	6
2.1.1 <i>e</i> -LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik)	6
2.1.2 <i>Problem based learning</i> (PBL)	8
2.1.3 <i>Physics Education and Technology</i> (<i>PhET</i>)	11
2.1.4 Keterampilan Berpikir Kritis	13
2.1.5 Pemanasan Global (<i>Global Warming</i>).....	14
2.2 Penelitian yang Relevan	16
2.3 Kerangka Pemikiran	17
2.4 Anggapan Dasar	21
2.5 Hipotesis Penelitian	21
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Populasi dan Sampel	22
3.2 Pelaksanaan Penelitian	22
3.3 Desain Penelitian	22
3.4 Variabel Penelitian	23
3.5 Instrumen Penelitian	23
3.6 Prosedur Penelitian	24
3.6.1 Tahap Persiapan	24
3.6.2 Tahap Pelaksanaan.....	24
3.6.3 Tahap Akhir	25
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	25
3.7.1 Uji Validitas	26
3.7.2 Reliabilitas	26

3.8 Teknik Pengumpulan Data	27
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	27
3.9.1 Analisis Data	27
3.9.2 Pengujian Hipotesis	28
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil Penelitian.....	32
4.2 Pembahasan	49
V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	56
5.2 Saran	56
DAFTAR PUSTAKA	57
LAMPIRAN.....	63

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintaks Model Pembelajaran PBL	10
2. Indikator dan Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis	14
3. Penelitian yang Relevan	16
4. <i>Non-Equivalent Control Group Design</i>	23
5. Kategori Uji Validitas	26
6. Kategori Uji Reliabilitas	27
7. Tafsiran Efektivitas <i>N-gain</i>	28
8. Kriteria Normalitas Data	29
9. Penentuan Keputusan Homogenitas	29
10. Kriteria <i>Independent sample T-test</i>	30
11. Kategori <i>Effect Size</i>	31
12. Hasil Uji Validitas Instrumen Tes keterampilan berpikir kritis materi global warming pada tiap butir soal	33
13. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Tes keterampilan berpikir kritis materi global warming	34
14. Rekapitulasi Nilai Kelas Ekperimen dan Kelas Kontrol	43
15. Hasil Uji Normalitas	45
16. Hasil Uji Homogenitas	45
17. Hasil Uji <i>N-gain</i>	46
18. Uji <i>N-gain</i> Tiap Indikator	47
19. Hasil Uji <i>Independent T-test Pretest</i>	48
20. Hasil Uji <i>Independent T-test Posttest</i>	48
21. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	49

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka Pemikiran.....	20
2. Aktivitas Membimbing Peserta Didik Menganalisis Peristiwa Pada Animasi <i>PhET</i>	37
3. Aktivitas Menyajikan Hasil Diskusi Kelas Eksperimen.....	37
4. Aktivitas Membimbing Peserta Didik Menganalisis Peristiwa Pada Video Pemanasan Global.....	41
5. Aktivitas Menyajikan Hasil Diskusi Kelas Kontrol.....	41
6. Rata-rata <i>N-gain</i> Hasil Belajar Peserta Didik.....	50
7. Skor <i>N-gain</i> tiap indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. <i>e</i> -LKPD Pemanasan Global Berbantuan <i>PhET</i> Berbasis PBL.....	64
2. Angket Analisis Kebutuhan Guru	89
3. Analisis Kebutuhan Peserta Didik	93
4. CP Pembelajaran Fisika Pemanasan Global	95
5. RPP Pembelajaran.....	97
6. Instrumen Soal Tes Keterampilan Berpikir Kritis	113
7. Hasil Uji SPSS Validitas dan Reliabilitas	122
8. Hasil Uji Tes Keterampilan Berpikir Kritis	126
9. Hasil Uji Dekriptif SPSS	129
10. Hasil Uji Normalitas dan Homogenitas	131
11. Rekapitulasi Hasil Uji <i>N-gain</i>	132
12. Hasil Uji <i>Independent sample T-test</i>	140
13. Hasil Uji Perhitungan <i>Effek Size</i>	142
14. Surat Izin Penelitian dan Surat Balasan Penelitian	143
15. Dokumentasi Penelitian	145

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Karakteristik pembelajaran abad 21 telah beralih dari pembelajaran yang berpusat pada guru menjadi pembelajaran yang lebih berpusat pada peserta didik. Undang – undang terbaru yang dikeluarkan oleh kemendikbut nomor 25 tahun 2024 mengemukakan bahwa peran guru yaitu mendidik, mengajar, membimbing, mengarahkan, melatih, menilai, dan mengevaluasi. Selain hal yang ada di dalam undang – undang tersebut, guru juga harus bisa menjadi fasilitator yang baik agar peserta didik dapat berpartisipasi aktif, serta memberikan ruang yang cukup bagi peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis. Sehingga, peserta didik mampu berpikir lebih komprehensif, dan lebih logis, selain itu peserta didik bisa membiasakan diri dengan, konsep, metode, bukti dan pertimbangan kontekstual dalam memutuskan sesuatu yang membutuhkan interpretasi, analisis, inferensi, dan penjelasan (Purwaningsih, *et. al.* 2020).

Keterampilan berpikir kritis membuat peserta didik berusaha mencari solusi dari masalah yang peserta didik hadapi, sehingga nantinya memberikan suatu pengalaman konkret atau nyata untuk dapat digunakan dalam memecahkan masalah-masalah serupa, dan secara tidak langsung peserta didik juga aktif dalam kegiatan belajar mengajar yang dilakukan (Destalia, dkk. 2014).

Kegiatan pembelajaran seperti itu membutuhkan media, serta model pembelajaran yang tepat dan memadai bagi peserta didik dan guru untuk menunjang hal tersebut. Penggunaan model pembelajaran yang tepat dapat menunjang keterampilan berpikir kritis pada peserta didik. Salah satu model pembelajaran yang cocok untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis

yaitu model PBL (*Problem based learning*). Hal ini didasari oleh kutipan menurut Watson (2016), bahwa model PBL yang berbasis analisis dan pembuktian masalah cocok dalam pembelajaran fisika PBL merupakan pendekatan yang berorientasi pada pandangan konstruktivistik yang memuat karakteristik kontekstual, kolaboratif, berpikir metakognisi, dan memfasilitasi pemecahan masalah (Sofyan & Komariah, 2016). Penggunaan model pembelajaran PBL juga dapat mengembangkan pola berpikir kritis peserta didik dalam memecahkan masalah dan penguasaan materi pembelajaran, sehingga peserta didik dapat membuat inferensi serta mengambil kesimpulan dengan melakukan analisis, dan uji coba dari masalah yang sedang dihadapi (Shofiyah & Wulandari, 2018). Sehingga, ketika model PBL digunakan dalam pembelajaran dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik. Selain penggunaan model pembelajaran PBL, saat pembelajaran berlangsung dibutuhkan juga media yang dapat mendukung proses pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis peserta didik, salah satunya menggunakan LKPD.

Penggunaan LKPD saat ini telah dimodifikasi dari bentuk cetak menjadi bentuk digital atau yang sering disebut elektronik. *e-LKPD* dalam pembelajaran memberikan dampak positif terhadap aktivitas belajar peserta didik sehingga menjadi lebih interaktif, serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih dan memotivasi peserta didik dalam belajar (Puspita & Dewi, 2021). Penggunaan *e-LKPD* dalam pembelajaran juga memberikan kemudahan serta mempersempit ruang, menarik minat belajar peserta didik dan waktu dalam belajar sehingga pembelajaran menjadi lebih efektif (Syafitri & Tressyalina, 2020). Selain bentuk yang dimodifikasi isi dari *e-LKPD* juga sudah mulai ditambahkan bantuan sarana baru seperti virtual lab dengan *PhET Simulation*. Menggunakan *PhET Simulation* dalam pembelajaran, peserta didik dapat secara mandiri melakukan eksplorasi dan membangun konsep fisika hasil penyelidikan secara langsung melalui simulasi eksperimen interaktif (Rahma, 2021).

Berdasarkan data hasil studi pendahuluan yang telah dilakukan oleh Peneliti dengan menyebarkan angket menggunakan *google form* pada peserta didik kelas 10, diketahui bahwa peserta didik masih merasakan kesulitan dalam memahami materi pemanasan global. Selain itu, peserta didik kurang antusias mengikuti pembelajaran materi pemanasan global dikarenakan metode ajar yang digunakan guru lebih sering ceramah menggunakan bahan ajar berupa PPT dan video yang diambil dari youtube. Berdasarkan hasil wawancara guru di SMA Negeri 1 Seputih Raman diketahui bahwa dalam melakukan proses pembelajaran fisika khususnya materi pemanasan global, guru masih menggunakan metode ceramah dan media pembelajaran yang digunakan seperti buku paket pegangan guru, PPT serta video dari youtube yang berkaitan dengan materi. Guru di SMA Negeri 1 Seputih Raman juga mengatakan akibat dari peserta didik yang kurang antusias dengan pembelajaran terkait materi pemanasan global menyebabkan proses pembelajaran kurang maksimal dan tidak ada peningkatan dalam kemampuan berpikir kritis, sehingga proses pembelajaran perlu dievaluasi dan dikembangkan lagi.

Berdasarkan uraian latar belakang masalah tersebut, telah dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh penggunaan *e-LKPD* berbasis model pembelajaran *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu bagaimana pengaruh penggunaan *e-LKPD* berbasis model pembelajaran *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dalam penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan *e*-LKPD berbasis model *Problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian pengembangan ini yaitu:

1. Bagi peserta didik
Memberikan pembelajaran yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir kritis.
2. Bagi Guru
Memberikan solusi pembelajaran bagi guru yang mudah diakses dengan ponsel pintar atau komputer dan menciptakan suasana belajar baru.
3. Bagi Sekolah
Memberikan pengarahan dalam proses mengajar dengan melakukan pendekatan yang membuat peserta didik dapat meningkatkan hasil belajar.
4. Bagi Dunia Pendidikan
Penelitian ini dapat digunakan sebagai referensi bagi peneliti lain yang ingin penelitiannya sejenis dengan ruang lingkup yang lebih luas.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Ruang lingkup penelitian pengembangan ini meliputi beberapa hal, antara lain sebagai berikut:

1. Materi yang digunakan pada penelitian ini adalah materi fisika pemanasan global atau "*global warming*".
2. Penelitian ini menggunakan sintaks dari model pembelajaran "*Problem based learning* (PBL)", yaitu: mengorientasi masalah kepada peserta didik, mengorganisasikan peserta didik, membimbing penyelidikan secara mandiri maupun kelompok, menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah (Arends, 2012).

3. Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini adalah indikator yang digunakan oleh Ennis (2011), yang terdiri dari: *Involve basic clarification, the bases for a decision, inference advanced clarification, Supposition and Integration*.
4. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh *e-LKPD* dengan model *problem based learning* berbantuan *Phet* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis yang telah dikembangkan oleh (Hidayah, dkk. 2022).
5. Penelitian ini menggunakan *purposive sampling* pada dua kelas yaitu kelas control dan kelas eksperimen dengan subjek penelitian peserta didik SMA Negeri 1 Seputih Mataram kelas X T/P. 2023/2024.
6. Penelitian ini menggunakan batasan pengaruh penggunaan *e-LKPD* dengan model *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis pada kelas eksperimen sedangkan pada kelas kontrol peneliti menggunakan *LKPD* dengan model *problem based learning* berbantuan video.
7. Uji keefektifan dan uji rata-rata untuk mengetahui adanya pengaruh kelas eksperimen dan kelas kontrol pada penelitian ini menggunakan uji *n-gain*, uji independen sample t-test, dan uji *effek size*.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teori

2.1.1 *e*-LKPD (Lembar Kerja Peserta Didik Elektronik)

Proses pembelajaran dapat berjalan baik jika didukung dengan perangkat pembelajaran yang baik pula. Bahan ajar merupakan suatu perangkat yang dapat memberikan segala bentuk bahan yang digunakan untuk membantu guru dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di dalam suatu kelas (Nugraha, dkk 2013). Hal ini mendasari bahwa bahan ajar yang baik akan sangat efektif dalam proses pembelajaran. Menurut Verdina, *et. al.* (2018), menyatakan bahwa salah satu bahan ajar yang baik adalah lembar kerja peserta didik (LKPD), dimana LKPD merupakan alat bantu yang disiapkan oleh guru kepada peserta didik untuk melakukan proses belajar yang lebih efektif serta meningkatkan semangat untuk belajar. Berdasarkan hal tersebut LKPD dapat menjadi salah satu bahan ajar yang baik pada proses belajar kelas yang berdampak positif bagi peserta didik.

LKPD merupakan bagian penting dalam pelaksanaan pembelajaran di kelas (Herdiansyah, 2018). Penggunaan LKPD akan memudahkan guru dalam membimbing dan memberikan instruksi kepada peserta didik. Selain itu, aktivitas dalam LKPD dapat memberikan dampak positif terhadap belajar peserta didik sehingga menjadi lebih interaktif, serta memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk berlatih dan memotivasi peserta didik dalam belajar (Puspita dan Dewi, 2021). Hal ini, menyatakan bahwa penggunaan LKPD dalam proses belajar dapat menjadi salah satu acuan bahwa dapat meningkatkan keterampilan setiap peserta didik.

Proses pembelajaran yang interaktif antara guru dan peserta didik dinilai lebih baik ketimbang dengan hanya guru yang lebih banyak bicara dalam kelas. Menurut Firdaus & Wilujeng (2018) menyatakan bahwa LKPD berisikan ringkasan materi dan petunjuk –petunjuk belajar dalam pelaksanaan tugas pembelajaran yang harus dikerjakan peserta didik dengan mengacu pada kompetensi dasar dan indikator yang harus dicapai. Juga Riyadi (2018) menyatakan bahwa LKPD dapat berupa panduan untuk mengembangkan semua aspek pembelajaran dalam bentuk panduan eksperimen atau demonstrasi sehingga interaksi antar peserta didik lebih baik.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, LKPD dapat didefinisikan sebagai salah satu jenis bahan ajar yang digunakan sebagai alat penunjang pembelajaran yang berisikan ringkasan materi dan petunjuk- petunjuk guna melakukan pembelajaran yang lebih terarah agar tercapainya suatu tujuan pembelajaran serta menjadikan peserta didik lebih termotivasi dan interaktif dalam belajar. Dimana susunan LKPD secara umum meliputi: judul LKPD, identitas mata pelajaran, semester, tempat, petunjuk-petunjuk belajar, kompetensi yang akan dipahami, indikator, informasi pendukung, tugas dan langkah kerja, dan penilaian (Utomo, 2018).

Penggunaan LKPD saat ini telah dimodifikasi dari bentuk cetak menjadi bentuk digital atau yang sering disebut elektronik. LKPD elektronik adalah LKPD cetak yang disusun menjadi bentuk digital sesuai dengan pemanfaatan teknologi. (Nasution, 2020). Menurut Nababan & Putri (2022) menyatakan bahwa LKPD elektronik lebih efektif digunakan daripada LKPD konvensional, dikarenakan LKPD elektronik dapat digunakan pada saat pembelajaran daring maupun luring sehingga dapat menunjang keterampilan peserta didik lebih maksimal. Sangat mudah untuk membedakan LKPD elektronik dengan LKPD konvensional dimana bentuk *e*-LKPD yaitu elektronik

yang penggunaannya menggunakan perangkat komputer (PC) atau ponsel pintar (Putriyana, dkk. 2020).

e -LKPD yang disajikan secara digital ini berisikan aktivitas yang terkombinasi dengan teks, gambar, slide, video, dan audio sehingga memberikan visual interaktif dan menarik (Haqsari, 2014). *E*-LKPD ini bisa dibuat serta divariasikan dengan tujuan yang ingin dicapai dalam proses pembelajaran serta kebutuhan masing-masing pendidik, dimana *e* -LKPD memiliki akses 24 jam melalui sebuah aplikasi online dan membantu peserta didik untuk lebih semangat belajar sehingga tujuan pembelajaran terpenuhi (Lathifah, dkk. 2021). Sesuai fungsinya sebagai bahan ajar guna membantu proses pembelajaran, *e* -LKPD diharapkan menjadi solusi bagi peserta didik.

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa *e* -LKPD adalah bahan ajar yang dapat digunakan oleh guru untuk membuat proses pembelajaran menjadi lebih efektif, dimana *e* -LKPD berisikan ringkasan materi dan petunjuk- petunjuk guna melakukan pembelajaran yang lebih terarah. *e* -LKPD dapat diakses dengan mudah oleh peserta didik sehingga membantu proses belajar yang lebih mudah, maka apa yang telah diberikan oleh guru dapat terpenuhi.

2.1.2 *Problem based learning (PBL)*

Model pembelajaran yang digunakan dalam kelas perlu diperhatikan, hal ini karena model pembelajaran memiliki tugas penting pada keberhasilan pembelajaran. Pemilihan model pembelajaran yang tepat dapat membantu proses belajar dalam kelas sehingga tercapai tujuan pembelajaran itu sendiri sesuai dengan kompetensi dasar serta kompetensi inti. Model pembelajaran *Problem based learning (PBL)* adalah salah satu model pembelajaran yang sering digunakan dalam dalam proses pembelajaran. Menurut Ismiyati (2018) PBL merupakan

model pembelajaran yang didasarkan pada teori pembelajaran konstruktif dengan menyajikan masalah otentik kepada Peserta didik, sehingga Peserta didik dapat mengkonstruksi pengetahuannya sendiri dan belajar secara mandiri untuk memecahkan suatu masalah.

Model pembelajaran PBL adalah model pembelajaran yang didasarkan pada banyaknya masalah, dengan penyelesaian langsung terhadap masalah yang diberikan (Sanjaya, 2006). Berdasarkan kutipan-kutipan yang telah disebut dapat dikatakan bahwa PBL merupakan salah satu model pembelajaran yang memberikan kondisi dimana peserta didik dihadapkan suatu masalah, dan dalam aktivitas belajar tersebut peserta didik akan melakukan pemecahan masalah tersebut, dimana dalam aktivitas belajar peserta didik dituntut untuk melakukan penyelidikan dan memecahkan masalah.

Tujuan dari model pembelajaran PBL adalah mengembangkan pola berpikir kritis untuk memecahkan masalah dan penguasaan materi pembelajaran (Munawaroh & Ni'matush, 2022). Menurut Intandari, dkk. (2018) menyatakan bahwa penggunaan model pembelajaran PBL dapat membuat peserta didik di dalam kelas maupun laboratorium menjadi lebih aktif, dan juga membuat Peserta didik menjadi lebih kritis lagi dalam berbagai masalah yang diberikan seperti pada materi fisika. Model pembelajaran PBL menekankan pada proses penyelesaian masalah yang berimplikasi pada terbentuknya keterampilan peserta didik dalam menyelesaikan masalah, berpikir kritis, dan menghubungkan konsep fisika yang ada dalam kehidupan sehari-hari (Yanto, *et. al.* 2021).

Terdapat lima proses dalam penerapan PBL menurut Arends (2012) sebagai berikut: *a) Phase 1 Presenting the problem; b) Phase 2 Planning the investigations; c) Phase 3 Conducting the investigations; d) Phase 4 Demonstration learning; e) Phase 5 Reflecting and*

Debriefing. Sikap peserta didik yang dibutuhkan oleh guru dengan model pembelajaran PBL dapat dilihat pada Tabel 1:

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran PBL

No.	Fase	Perilaku Pengajaran
1	2	3
1.	Mengorientasikan Peserta didik pada masalah. <i>(Presenting the problem)</i>	Guru membahas tujuan dari pelajaran, menjelaskan logistik penting persyaratan, dan memotivasi Peserta didik untuk terlibat dalam aktivitas pemecahan masalah.
2.	Mengatur Peserta didik untuk belajar <i>(Planning the investigations)</i>	Guru membantu peserta didik untuk mendefinisikan dan mengorganisasikan tugas-tugas belajar yang terkait dengan permasalahannya.
3.	Membantu menyelidiki secara mandiri atau berkelompok <i>(Conducting the investigations)</i>	Guru mendorong peserta didik untuk mendapatkan informasi yang tepat, melakukan eksperimen dan mencari penjelasan serta solusi untuk menyelesaikan masalah.
4.	Mengembangkan dan mempresentasikan hasil kerja <i>(Demonstration learning)</i>	Guru membantu peserta didik dalam merencanakan dan menyiapkan hasil-hasil yang tepat, seperti laporan, rekam video dan model-model yang membantu peserta didik untuk menyampaikan kepada orang lain hasil yang peserta didik dapatkan untuk menyelesaikan masalah tersebut.
5.	Menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah <i>(Reflecting and Debriefing)</i>	Guru membantu peserta didik untuk merefleksikan penyelidikan peserta didik dan proses yang peserta didik gunakan

Arends, (2012).

Terdapat kelebihan dari model pembelajaran PBL, yaitu:

- a) meningkatkan aktivitas pembelajaran peserta didik;
- b) membantu peserta didik untuk mengetahui bagaimana mentransfer pengetahuan peserta didik untuk memahami masalah dalam kehidupan nyata;

- c) membantu peserta didik untuk mengembangkan pengetahuan barunya dan bertanggung jawab dalam pembelajaran yang peserta didik lakukan;
- d) mengembangkan keterampilan berpikir kritis peserta didik untuk menyesuaikan dengan pengetahuan baru;
- e) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk mengaplikasikan pengetahuan yang peserta didik miliki dalam dunia nyata;
- f) mengetahui pola pikir peserta didik dalam proses belajar dengan menggunakan model pembelajaran PBL dimana PBL diklaim jika banyak disukai oleh peserta didik
- g) meningkatkan rasa ingin belajar pada peserta didik.

(Sanjaya, 2006).

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa model pembelajaran PBL merupakan suatu model pembelajaran yang mengaitkan antara materi atau pelajaran yang didapat dari sekolah oleh peserta didik dengan masalah di kehidupan sehari-hari yang bertujuan untuk mengembangkan keterampilan berpikir kritis dan keterampilan memecahkan masalah matematis atau masalah kehidupan nyata.

2.1.3 *Physics Education and Technology (PhET)*

Perkembangan dunia teknologi dan informasi saat ini sudah berkembang semakin pesat memberikan alternatif bagi guru untuk menggunakan berbagai media pembelajaran, salah satunya menggunakan media *Physics Education and Technology (PhET)*, khususnya untuk membantu peserta didik memahami konsep-konsep dalam pembelajar fisika *Phet Simulation* dikembangkan oleh Universitas Colorado di Boulder Amerika dalam rangka menyediakan simulasi pembelajaran fisika berbasis laboratorium virtual yang memudahkan pembelajaran di ruang kelas. *PhET Simulation* ini dibuat

dalam bentuk Java atau Flash sehingga dapat dijalankan langsung dari situs web menggunakan *browser* web standar (Perkins *et. al* 2006). Media yang disajikan dalam situs <http://phet.colorado.edu/en/get-phet/full-instal> dapat diunduh secara gratis dan dapat digunakan secara *online* atau *offline* dalam perangkat komputer.

PhET adalah media yang dirancang untuk mendukung pendekatan interaktif, menerapkan umpan balik dinamis, mengikuti pendekatan konstruktivis, menyediakan tempat kerja yang kreatif, membuat model atau fenomena yang tidak dapat diakses secara eksplisit, dan membatasi peserta didik secara produktif dalam pembelajaran (Finkelstein, *et. al.* 2006). Perkins, *et. al.* (2006) berpendapat bahwa *PhET* menekankan hubungan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari, dan berusaha untuk membuat model visual serta konseptual dari fisikawan ahli yang dapat diakses oleh guru dan peserta didik.

Simulasi PhET merupakan simulasi yang dirancang dengan animasi, interaktif, dan simulasi lingkungan seperti permainan di mana peserta didik dapat belajar melalui eksplorasi (McKagan, *et. al.* 2008). Penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran, peserta didik dapat secara mandiri melakukan eksplorasi dan membangun konsep fisika hasil penyelidikan secara langsung melalui simulasi interaktif (Rahma, 2021).

Berdasarkan uraian di atas dapat dikatakan bahwa penggunaan *PhET Simulation* dalam pembelajaran dapat membantu Peserta didik dalam melakukan eksplorasi mandiri dan membangun konsep Fisika. Karena *PhET Simulation* menghubungkan antara fenomena kehidupan nyata dengan ilmu yang mendasari. Sehingga peserta didik terlibat dapat aktif dalam kegiatan mengamati, melakukan percobaan,

dan menyimpulkan data yang diperoleh dari pembelajaran yang telah dilakukan.

2.1.4 Keterampilan Berpikir Kritis

Keterampilan berpikir kritis merupakan suatu proses sistematis, terarah, serta jelas yang digunakan guna menghasilkan dan membangun perkembangan kepercayaan serta merogoh tindakan buat berpendapat menggunakan cara terorganisasi dalam kegiatan mental seperti memecahkan masalah, mengambil keputusan, mempengaruhi, menganalisis hipotesis, serta melakukan penelitian (Johnson, 2002). Maka diketahui keterampilan berpikir kritis akan membentuk individu yang lebih peka dalam mental untuk setiap pemecahan masalah. Menurut Crenshaw, *et al.* (2011), menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis dalam dunia psikologi kognitif dapat diartikan suatu proses pemecahan masalah dalam konteks seperti halnya individu yang merespon situasi dengan menganalisis temuan, menghasilkan dan merancang ide-ide, mengemukakan opini, mengorganisasikan perbandingan, mengevaluasi argumen, dan mampu memecahkan masalah.

Keterampilan berpikir kritis terdiri dari interpretasi, analisis, inferensi, penjelasan, dan pengendalian diri (Facione, 2015). Berdasarkan pernyataan menurut ahli tersebut keterampilan berpikir kritis yang dimaksud merupakan keterampilan yang mengacu pada rasa ingin tahu seseorang yang tinggi. Keterampilan berpikir kritis adalah pusat pemikiran reflektif yang menekankan pengambilan keputusan perihal apa yang harus dipercaya atau apa yang harus dilakukan (Clifford, *et al.* 2004). Ennis (2011), menyatakan bahwa keterampilan berpikir kritis butuh diterapkan oleh guru kepada peserta didik dimana dapat menghasilkan individu yang dapat memecahkan masalahnya sendiri. Indikator keterampilan berpikir kritis yang digunakan dalam

penelitian ini adalah menurut Ennis (2011) dengan indikator lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Indikator dan Sub Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

Indikator	Sub-indikator
1	2
Memberikan penjelasan sederhana (<i>involve basic clarification</i>)	Memfokuskan pertanyaan, menganalisis pertanyaan, bertanya dan menjawab pertanyaan tentang suatu penjelasan.
Membangun keterampilan dasar (<i>the bases for a decision</i>)	Mempertimbangkan apakah sumber dapat dipercaya atau tidak, serta mengamati dan mempertimbangkan suatu laporan hasil observasi.
Menyusun simpulan (<i>inference</i>)	Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi, menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi, serta membuat dan menentukan nilai pertimbangan.
Merancang penjelasan lebih lanjut (<i>advanced clarification</i>)	Mendefinisikan istilah dan pertimbangan definisi, mengidentifikasi asumsi.
Melakukan evaluasi dan mempertimbangkan hasil (<i>supposition and integration</i>)	Mempertimbangkan solusi tindakan yang tepat, dan memberikan interaksi sesuai argument.

Ennis, (2011).

Berdasarkan uraian mengenai keterampilan berpikir kritis di atas menurut beberapa ahli, dapat disimpulkan bahwa keterampilan berpikir kritis dapat didefinisikan sebagai keterampilan yang berguna untuk meningkatkan cara berfikir seseorang, dimana individu dapat memiliki keterampilan dalam suatu pemecahan masalah sederhana hingga kompleks secara reflektif dan masuk akal melalui penalaran deduktif dan induktif untuk membuat keputusan dalam menyelesaikan sebuah masalah..

2.1.5 Pemanasan Global (*Global Warming*)

Pemanasan global didefinisikan sebagai meningkatnya suhu permukaan bumi menjadi lebih panas selama beberapa kurun waktu yang disebabkan karena meningkatnya konsentrasi gas-gas rumah

kaca di lapisan atmosfer yang terjadi secara global (Ainurrohmah & Sudarti, 2022). Peningkatan gas rumah kaca di atmosfer berdampak pada banyaknya radiasi inframerah yang dipancarkan kembali ke arah permukaan bumi mengakibatkan suhu permukaan bumi akan semakin tinggi (Kanginan, 2017). Bukan hanya itu, penyebab utama pemanasan global adalah berkurangnya pohon akibat pembakaran hutan untuk perluasan lahan perkebunan, selain itu pembakaran bahan bakar fosil, seperti batu bara, minyak bumi, dan gas alam yang menghailkan gas berbahaya seperti karbondioksida (CO_2) serta gas-gas lainnya yang dikenal sebagai gas rumah kaca ke atmosfer yang menyebabkan efek rumah kaca menjadi semakin meningkat (Triana, 2008).

Salah satu bentuk upaya dari Pemerintahan Indonesia dimana terdapat peraturan pada UU No. 18 Tahun 2008 tentang pengelolaan sampah dan UU No. 18 Tahun 2013 tentang pencegahan dan pemberantasan perusakan hutan (Barus, dkk. 2015). Pemerintah juga melalui dunia pendidikan memberikan materi yang membahas fenomena alam yang terjadi saat ini dan dipelajari di sekolah melalui materi fisika pemanasan global agar generasi muda dapat membentuk sikap peduli terhadap lingkungan sekitar (Kusmianty, dkk. 2020). Menurut Murtiani, dkk. (2012) materi fisika pemanasan global bertujuan agar peserta didik dapat memahami dan menganalisis fenomena alam dan berbagai sifat suatu zat beserta penerapannya. Menurut Umar, dkk. (2020) pemanasan global menjadi salah satu isu lingkungan utama yang dihadapi dunia saat ini, maka berdasarkan permasalahan pemanasan global tersebut diperlukan materi dalam sekolah untuk membantu generasi muda.

Berdasarkan uraian di atas, maka peneliti ingin menggunakan materi pemanasan global pada penelitian ini dengan menggunakan *e*-LKPD berbasis model pembelajaran PBL untuk meningkatkan keterampilan

berpikir kritis pada peserta didik. Dimana ketika keterampilan berpikir kritis peserta didik meningkat sikap peduli akan lingkungan sekitar sebagai masalah akan membentuk pola pikir memecahkan masalah tersebut.

2.2 Penelitian yang Relevan

Penelitian yang berjudul Pengaruh *e*-LKPD dengan Model *Problem based learning* Berbantuan *PhET* pada Materi Pemanasan Global Terhadap Keterampilan Berpikir Kritis pada peserta didik, adapun terdapat penelitian terdahulu yang relevan sehingga dapat menjadi pembanding terhadap penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Penelitian yang Relevan

No.	Nama/Jurnal/Judul	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	2	3	4
1	Pauzi, R. Y., & Windiaryani, S. (2021). The critical thinking skills on global warming issue: Effect of the socio-scientific problems approach on problem-solving toward student's. <i>Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi</i> , 14(2), 228-236.	Berdasarkan hasil dari penelitian dan pemrosesan data dimana skor akhir dari kelas eksperimen lebih tinggi daripada kelas kontrol, hal ini dapat disimpulkan jika penelitian ini memiliki pengaruh yang signifikan terhadap peningkatan keterampilan berpikir kritis.	Pada penelitian yang akan dilakukan akan menggunakan bahan ajar berupa <i>e</i> -LKPD berbasis model pembelajaran PBL
2	Munawaroh, N. & Ni'matush, S. (2022). Pengembangan LKPD Berbasis <i>Problem based learning</i> Melalui Video Interaktif Berbantuan Google Site Untuk Menstimulasi keterampilan Berpikir Kritis. <i>Jurnal Ecogen</i> . 5(2), 167-182.	Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh persentase 87,5% untuk kevalidan produk dan hasil uji keterampilan berpikir kritis terhadap peserta didik diperoleh hasil rata-rata 95% dengan kriteria sangat tinggi sehingga menunjukkan bahwa memenuhi kriteria stimulus keterampilan berpikir kritis.	Pada penelitian ini bahan ajar yang digunakan berupa <i>e</i> -LKPD dengan berbantuan <i>PHET Simulation</i>
3	Mukti, F, dkk. (2018). Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pembelajaran Fisika	Berdasarkan data hasil penelitian diperoleh efektivitas LKPD pembelajaran fisika terhadap hasil belajar aspek	Penelitian yang dilakukan akan menggunakan bahan ajar berupa <i>e</i> -LKPD berbasis

1	2	3	4
	untuk Meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif Peserta didik SMA Sint Carolus Kota Bengkulu. <i>Jurnal Kumparan Fisika</i> , 1(3), 57–63.	pengetahuan peserta didik meningkat dari <i>pretest</i> dengan nilai rata-rata kelas 20 dan meningkat pada <i>posttest</i> dengan nilai rata-rata kelas 76,25 dengan persentase ketuntasan sebesar 78,5% fisika terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik meningkat.	model pembelajaran PBL untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis
4	Nurhidayah, A. E., <i>et al.</i> (2021). Development Of Physics <i>e</i> -LKPD With 3d Page Flip Based On Problem-Based Learning On Static Electricity. <i>Jurnal Pembelajaran Sains</i> . 5(2), 91-96.	Berdasarkan data hasil penelitian yang dilakukan produk telah tervalidasi dengan kriteria sangat baik, respon peserta didik juga mendapat aspek sangat baik dan dapat dijadikan salah satu bahan ajar di sekolah.	Penelitian yang dilakukan akan berbantuan <i>PHET Simulation</i> , untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis.

Berdasarkan Tabel 3, penelitian yang sudah ada dalam penelitian yang relevan dengan penelitian ini, unsur kebaruan dari penelitian ini menggunakan *e* -LKPD berbantuan *PhEt* dengan model pembelajaran PBL pada materi pemanasan global untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis pada peserta didik, dimana objek penelitian ini menggunakan kelas eksperimen dan kelas kontrol.

2.3 Kerangka Pemikiran

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen menggunakan produk bahan ajar berupa *e* -LKPD berbasis *problem based learning* dengan berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global, untuk mengetahui pengaruh dari *e* -LKPD berbantuan *PhET* tersebut terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Dalam penelitian ini peneliti menggunakan dua kelas, dimana kelas pertama sebagai kelas eksperimen dan kelas kedua sebagai kelas kontrol. Dalam kelas eksperimen diberikan pembelajaran menggunakan *e* -LKPD berbasis model PBL berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global, sedangkan kelas kontrol menggunakan LKPD berbasis PBL berbantuan video. Pada penelitian ini dilakukan *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen

dan kelas kontrol. *e*-LKPD berbasis PBL dengan bantuan *PhET* memiliki beberapa tahapan, yaitu: orientasi peserta didik terhadap masalah, mengorganisasikan peserta didik untuk belajar, membimbing penyelidikan individual maupun kelompok, mengembangkan dan menyajikan hasil karya, serta menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah.

Fase pertama adalah orientasi terhadap masalah (*presenting the problem*). Pada fase ini, peserta didik memahami masalah dengan mengidentifikasi permasalahan dari efek rumah kaca untuk memperoleh kesesuaian informasi. Kegiatan ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam memberikan penjelasan sederhana.

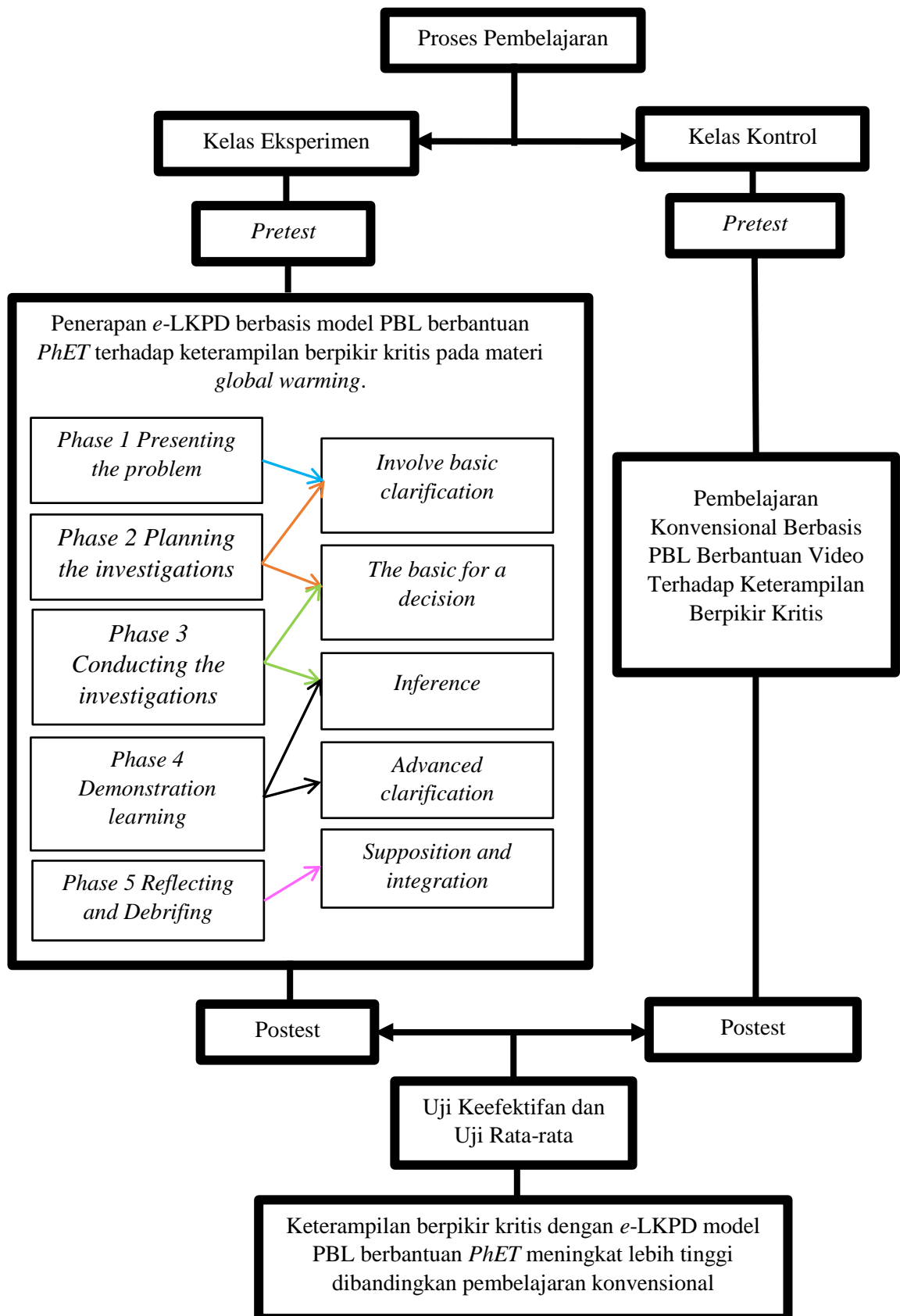
Fase kedua adalah mengorganisasikan pembelajaran. Pada fase ini peserta didik dibimbing dan diarahkan untuk membuat beberapa kelompok dengan beranggotakan 5 orang yang dipilih secara acak untuk mengembangkan hubungan antar peserta didik. Kegiatan ini guru membantu mengorganisasikan tugas-tugas belajar agar peserta didik lebih bebas dalam berdiskusi. Kegiatan ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam memberikan penjelasan sederhana (*involve basic clarification*) dan membangun keterampilan dasar (*the basic for a decision*).

Fase ketiga adalah investigasi. Pada tahap ini, peserta didik melakukan eksperimen virtual menggunakan *PhET* sehingga peserta didik dapat secara mandiri melakukan eksplorasi dan membangun konsep fisika dengan penyelidikan secara langsung melalui simulasi interaktif. Mendiskusikan materi dan fleksibilitas dalam bekerja sama dengan orang lain mengeksplorasi informasi yang telah diperoleh dari eksperimen virtual yang telah dilakukan dan menentukan alternatif solusi penyebab pemanasan global. Kegiatan ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam membangun keterampilan dasar (*the basic investigation*) dan menyusun simpulan (*inference*)

Fase keempat yaitu menyajikan hasil. Pada tahap ini peserta didik mempresentasikan hasil dari investigasi yang telah dilakukan melalui simulasi eksperimen pemanasan global menggunakan *PhET*. Kegiatan ini dapat memberi kesempatan peserta didik untuk mengemukakan pendapat dari hasil dan kesimpulan yang telah didapat secara tepat berdasarkan sumber belajar. Kegiatan ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam menyusun simpulan (*inference*) dan merancang penjelasan lebih lanjut (*advanced clarification*)

Fase kelima adalah menganalisis dan mengevaluasi proses pemecahan masalah. Tahap ini peserta didik perlu mengetahui dan mengaitkan pada kondisi sebenarnya yang terjadi di lapangan. Setelah peserta didik memahami materi menggunakan *PhET*, peserta didik dapat menganalisis dan mengevaluasi pengaruh efek rumah kaca terhadap lingkungan serta makhluk hidup yang diwujudkan dengan menerapkan materi sesuai dengan lingkungan yang ditemui. Kegiatan ini dapat melatih peserta didik dalam meningkatkan indikator keterampilan berpikir kritis dalam melakukan evaluasi dan mempertimbangkan hasil (*supposition and integration*)

Berdasarkan pendapat yang mendukung langkah-langkah di atas, dapat diintisarikan penggunaan *e-LKPD* berbasis PBL dengan bantuan *PhET* berpengaruh terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Adapun, kerangka pemikiran dari penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Berdasarkan tinjauan pustaka dan kerangka pikir pada penelitian ini, maka diperoleh anggapan dasar pada penelitian ini, antara lain:

- a. Kelas sampel memiliki kemampuan awal dan pengalaman dianggap sama
- b. Kelas sampel diajarkan materi yang sama yaitu pemanasan global.
- c. Kelas sampel diajar oleh pendidik yang sama.
- d. Faktor-faktor lain di luar penelitian diabaikan.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka pemikiran, maka hipotesis yang diberikan dalam penelitian ini adalah:

1. Terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran menggunakan *e*-LKPD dengan model PBL berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global.
2. Penggunaan *e*-LKPD berbantuan *PhET* lebih efektif daripada LKPD konvensional berbantuan video dalam mempengaruhi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Populasi dan Sampel

Populasi pada penelitian ini adalah seluruh peserta didik kelas X SMA Negeri 1 Seputih Raman. Sampel pada penelitian ini dipilih menggunakan teknik *Purposive Sampling*, dimana sampel dipilih berdasarkan rentang nilai yang relatif sama, maka dipilihlah kelas X-2 sebagai kelas eksperimen dan kelas X-4 sebagai kelas kontrol.

3.2 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di SMA Negeri 1 Seputih Raman pada semester ganjil tahun pelajaran 2023/2024, pada hari senin 23 Oktober 2023 s/d senin 20 November 2023 dengan alamat sekolah Jalan Raya Seputih Raman, Rama Murti, Kec. Seputih Raman, Kabupaten Lampung Tengah, Lampung.

3.3 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan pada penelitian ini menggunakan *non-equivalent control group design*. Penggunaan desain tersebut dikarenakan pada saat pelaksanaannya menggunakan dua kelas, yang mana satu kelas eksperimen akan diberi perlakuan khusus dan yang satunya akan dijadikan kelas kontrol dengan diberikan LKPD konvensional. Secara umum desain penelitian yang digunakan dapat dilihat pada Tabel

Tabel 4. *Non-Equivalent Control Group Design.*

Kelas	Pretest	Perlakuan	Posttest
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁: *Pretest* kelas eksperimen

O₂: *Posttest* kelas eksperimen

O₃: *Pretest* kelas kontrol

O₄: *Posttest* kelas kontrol

X₁: Pembelajaran menggunakan *e* -LKPD berbasis model pembelajaran PBL berbantuan *PhET*.

X₂: Pembelajaran menggunakan LKPD berbantuan video yang telah diterapkan guru di sekolah.

3.4 Variabel Penelitian

Dalam penelitian ini terdapat 3 (tiga) jenis variabel, yaitu bebas, variabel terikat, dan variabel moderator. Variabel bebas pada penelitian ini adalah *e* -LKPD berbantuan simulasi *PhET*, variabel terikat pada penelitian ini adalah keterampilan berpikir kritis, dan variabel moderator pada penelitian ini adalah model *Problem based learning* (PBL).

3.5 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah:

- 1) Silabus, memuat KI dan KD sebagai rujukan pengembangan RPP yang ditetapkan oleh Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan (Kemendikbud)
- 2) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), membuat rencana dan evaluasi pembelajaran hingga penelitian. RPP dibuat berdasarkan bab materi yang dipilih peneliti
- 3) LKPD Elektronik berbantuan *PhET* berbasis model pembelajaran *Problem based learning* (PBL), LKPD Elektronik yang digunakan yaitu LKPD Elektronik yang telah dikembangkan oleh Hidayah, dkk. (2022).

- 4) Instrumen tes yang digunakan sebagai tolak ukur keterampilan berpikir kritis peserta didik berbentuk soal uraian. tes diberikan 2 (dua) kali, yaitu *pretest* yang berfungsi untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik sebelum diberikan perlakuan, dan selanjutnya dilakukan *posttest* yang bertujuan untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kritis peserta didik setelah diberikan perlakuan.

3.6 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini, antara lain sebagai berikut :

3.6.1 Tahap Persiapan

Peneliti mengurus perihal perizinan kepada pihak sekolah guna melakukan kegiatan penelitian yang dilaksanakan pada SMA Negeri 1 Seputih Raman.

- a. Peneliti melakukan observasi penelitian pendahuluan, kemudian peneliti menentukan dua kelas yang dijadikan sampel.
- b. Peneliti meminta persetujuan dengan guru mata pelajaran fisika, terkait materi dan waktu penelitian yang dilaksanakan.
- c. Peneliti melakukan kajian pustaka yang relevan terhadap penelitian yang dilakukan, serta melakukan penyusunan proposal penelitian.
- d. *e*-LKPD berbasis model PBL untuk kelas eksperimen, RPP, dan instrumen tes dalam penelitian tersebut peroleh dari hasil pengembangan Hidayah, dkk. (2022). Sedangkan LKPD konvensional untuk kelas kontrol menggunakan LKPD dari Kemendikbud.

3.6.2 Tahap Pelaksanaan

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan, antara lain:

- a. Peneliti terlebih dahulu melakukan persiapan kepada peserta didik guna orientasikan pembelajaran.

- b. Peneliti memberikan tes awalan (*pretest*) kepada peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk mengetahui keterampilan berpikir kritis awal peserta didik. Pemberian tes dilakukan sebelum pemberian materi.
- c. Peneliti melakukan kegiatan pembelajaran berupa pemberian materi.
- d. Peneliti memberikan perlakuan berupa penerapan LKPD Elektronik dengan bantuan animasi *PhET* berbasis masalah dengan model pembelajaran PBL pada kelas eksperimen.
- e. Peneliti memberikan pembelajaran menggunakan LKPD berbantuan video pada kelas kontrol.
- f. Peneliti memberikan tes akhir (*posttest*) kepada peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol untuk melihat keterampilan berpikir kritis akhir peserta didik tersebut.

3.6.3 Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir, antara lain:

- a. Mengolah data hasil tes awal (*pretest*) dan tes akhir (*posttest*) dan instrumen pendukung penelitian yang lain.
- b. Membandingkan hasil analisis data instrumen pada saat sebelum diberikan pembelajaran dan setelah pembelajaran, untuk menentukan perbedaan keterampilan berpikir kritis peserta didik yang diperoleh dari kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh dari menganalisis data, dan menyusun laporan penelitian.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Instrumen tes keterampilan berpikir kritis peserta didik harus melewati uji validitas dan reliabilitas terlebih dahulu, sebelum diberikan kepada peserta didik, menggunakan aplikasi SPSS.

3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas dapat menunjukkan tingkat kevalidan yang dimiliki suatu instrumen. Jika instrumen valid, maka instrumen tersebut memiliki validitas yang tinggi. Sedangkan instrumen yang tidak valid akan memiliki validitas yang rendah. Instrumen dikatakan valid jika mampu mengungkapkan data berdasarkan variabel dengan tepat. Untuk menguji validitas instrumen, maka dilakukan perhitungan korelasi *product moment*, dengan rumus:

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

Keterangan:

r_{xy} = Koefisien korelasi yang menyatakan validasi

X = Skor butir soal

Y = Skor butir soal

N = Jumlah sample

Kriteria pengujian dapat dilihat pada Tabel 5. Keputusan uji dinyatakan apabila $r_{hitung} > r_{Tabel}$ dengan taraf kepercayaan 5% maka alat ukur tersebut dapat dikatakan valid dan sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{Tabel}$ maka alat ukur tersebut dapat dikatakan tidak valid

Tabel 5. Kategori Uji Validitas

Koefisien	Kualifikasi
0,00- 0,20	Sangat Rendah
0,21- 0,40	Rendah
0,41- 0,70	Sedang
0,71- 0,90	Tinggi
0,91- 1,00	Sangat Tinggi

(Sugiyono, 2016)

3.7.2 Reliabilitas

Suatu instrumen cukup dapat dipercaya untuk digunakan sebagai alat pengumpul data jika instrumen tersebut sudah baik. Instrumen yang sudah dapat dipercaya atau yang reliabel akan menghasilkan data yang dapat dipercaya juga. Apabila datanya memang benar sesuai dengan

kenyataannya, maka berapa kali pun diambil, tetap sama. Untuk mencari nilai reliabilitas suatu instrumen, dapat menggunakan rumus:

$$r_{11} = \left(\frac{k}{k-1} \right) \left(1 - \frac{\sum \sigma b^2}{\sigma^2 t} \right)$$

Keterangan:

r_{11} = Reliabilitas instrumen

$\sum \sigma b^2$ = Jumlah varian butir

$\sigma^2 t$ = Varian total

Tabel 6. Kategori Uji Reliabilitas

Interval r_{11}	Kategori Reliabilitas
0,00- 0,20	Sangat Rendah
0,21- 0,40	Rendah
0,41- 0,70	Sedang
0,71- 0,90	Tinggi
0,91- 1,00	Sangat Tinggi

(Rosidin, 2017)

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini adalah tes tertulis, yang diberikan sebelum dan setelah pembelajaran. Adapun soal tes tertulis yang diberikan kepada peserta didik di kelas eksperimen dan di kelas kontrol adalah sama. Berdasarkan hasil nilai *pretest* dan *posttest* yang dimana diperoleh rata-rata nilai perbandingannya. Tes yang diberikan tersebut bertujuan untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir kritis yang dimiliki peserta didik, dengan *e*-LKPD berbantuan *PhET* model pembelajaran PBL pada kelas eksperimen dan pembelajaran konvensional pada kelas kontrol.

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

Adapun teknik analisis data dan pengujian hipotesis yang digunakan dalam penelitian ini, sebagai berikut.

3.9.1 Analisis Data

Teknik analisis *N-gain* digunakan untuk mengetahui perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* di kelas eksperimen dan kelas kontrol. Dimana

untuk mengukur data kuantitatif peserta didik menggunakan skor gain yang ternormalisasi. Skor *N-gain* diperoleh melalui rumus berikut :

$$G = \frac{S_{post} - S_{pre}}{S_{max} - S_{pre}}$$

Keterangan :

G = *N-gain*

S_{post} = *Score Posttest*

S_{pre} = *Score Pretest*

S_{max} = *Score Maximum*

(Hake, 1999)

Tabel 7. Tafsiran Efektivitas *N-gain*

Rentang <i>N-gain</i>	Tafsiran
$0,7 \leq N-gain \leq 1,0$	Tinggi
$0,3 \leq N-gain < 0,7$	Sedang
$0 \leq N-gain < 0,3$	Rendah

(Hake, 1999)

3.9.2 Pengujian Hipotesis

Berdasarkan data yang diperoleh dari hasil penelitian ini merupakan data psikomotorik hasil *pretest* dan *posttest*. Data tersebut akan dianalisis dengan tahapan berikut :

1. Uji Normalitas *N-gain*

Uji Normalitas *N-gain* dilakukan untuk mengetahui sampel penelitian yang terdistribusi secara normal atau abnormal. Uji normalitas *N-gain* pada penelitian menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* dan uji homogenitas menggunakan *Cronbach's Alpha*.

Ketentuan uji sebagai berikut :

H_0 : Data terdistribusi normal

H_1 : Data tidak terdistribusi normal

Dengan taraf kriteria yang dapat diambil melalui Tabel 8.

Tabel 8. Kriteria Normalitas Data

Interval	Kriteria
<i>Sig/probabilitas</i> > 0,05	Diterima
<i>Sig/probabilitas</i> ≤ 0,05	Ditolak

(Suyatna, 2017)

2. Uji Homogenitas *N-gain*

Uji homogenitas dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sampel yang diperoleh dari penelitian ini. Adapun tahapan pengolahan data uji homogenitas sebagai berikut :

- a. Mencari nilai F dengan rumus berikut :

$$F = \frac{\text{varian terbesar}}{\text{varian terkecil}}$$

- b. Menentukan derajat kebebasan :

$$dk_1 = n_1 - 1 ; dk_2 = n_2 - 1$$

- c. Menentukan F_{Tabel} pada taraf signifikan 5% dari responden.

- d. Penentuan Keputusan

Adapun kriteria pengujian *Varians* dianggap memenuhi kriteria homogen apabila $Sig > 0,05$, pada taraf kepercayaan 0,95 derajat kebebasan $dk_1 = n_1 - 1 ; dk_2 = n_2 - 1$ maka varians tersebut dianggap homogen, berlaku sebaliknya. Sehingga penentuan keputusan dapat dilihat melalui Tabel 9.

Tabel 9. Penentuan Keputusan Homogenitas

Interval	Kriteria
<i>Sig</i> > 0,05	Homogen
<i>Sig</i> ≤ 0,05	Tidak Homogen

(Suyatna, 2017)

3. *Independent sample T-test*

Data nilai keterampilan berpikir kritis diuji statistik menggunakan metode *Independent sample T-test*. Pengujian *Independent sample T-*

test dalam penelitian ini menggunakan perangkat lunak SPSS pada taraf nyata 5%. Asumsi uji beda dengan *Independent sample T-test* adalah data berdistribusi normal dan memiliki varians yang homogen. Peserta didik diberikan *pretest* sebelum pembelajaran, dan diberikan *posttest* setelah pembelajaran. Hasil nilai *pretest* dan *posttest* tersebut digunakan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan rata-rata *N-gain*, antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu kelas eksperimen menggunakan *e-LKPD* berbasis model PBL, dan kelas kontrol yang menggunakan pembelajaran konvensional. Hipotesis yang akan diuji, sebagai berikut :

- 1) Terdapat peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran menggunakan *e-LKPD* dengan model PBL berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global.
- 2) Penggunaan *e-LKPD* berbantuan *PhET* lebih efektif daripada *LKPD* konvensional berbantuan video dalam mempengaruhi peningkatan keterampilan berpikir kritis peserta didik pada materi pemanasan global.

Independent sample T-test diperoleh menggunakan rumus:

$$t = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{\sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{n_1 + n_2 - 2} \left(\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2} \right)}}$$

Dimana t adalah t_{hitung} . Kemudian t_{tabel} dicari pada Tabel distribusi t , dengan $\alpha = 5\% : 2 = 2,5\%$ (uji dua sisi) dengan derajat kebebasan (df) $n-2$. Setelah diperoleh besar t_{hitung} dan t_{tabel} maka dilakukan pengujian dengan kriteria pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria *Independent sample T-test*

Interval	Kriteria
$\text{Sig (2-tailed)} < 0,05$	H_0 diterima
$\text{Sig (2-tailed)} \geq 0,05$	H_0 ditolak

(Suyatna, 2017)

4. Uji *Effect Size*

Penerapan pengujian *Effect Size* dilakukan untuk mengetahui pengaruh strategi pembelajaran yang diberikan kepada sampel penelitian. Pengujian *Effect Size* diperoleh melalui rumus:

$$a = \frac{M_a - M_b}{\sqrt{\frac{\sigma a^2 + \sigma b^2}{2}}}$$

Keterangan:

M_a = Mean sampel kelas eksperimen

M_b = Mean sampel kelas kontrol

σa = Standar deviasi kelas eksperimen

σb = Standar deviasi kelas kontrol

Tabel 11. Kategori *Effect Size*

Ukuran	Intepretasi
$0,2 < d \leq 0,5$	Kecil
$0,5 < d \leq 0,8$	Sedang
$0,8 < d \leq 2,0$	Besar

(Cohen, *et. al.* 2007)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil uji, pembahasan serta hasil penelitian yang telah dilakukan diperoleh kesimpulan bahwa terdapat pengaruh penggunaan *e-LKPD* berbasis model pembelajaran *problem based learning* berbantuan *PhET* pada materi pemanasan global terhadap keterampilan berpikir kritis peserta didik. Hal ini ditandai dengan hasil uji *n-gain* total yang diperoleh kelas eksperimen sebesar 0,498 dengan kategori sedang dan kelas kontrol sebesar 0,299 dengan kategori rendah. Hasil uji *n-gain* indikator *involve basic clarification*, *the bases for a decision*, *inference*, *advanced clarification*, *supposition and integration* pada kelas eksperimen juga mendapatkan nilai yang lebih tinggi dari kelas kontrol dengan perbedaan yang cukup signifikan, selain itu hasil dari uji *Effect Size* memperoleh skor 1,78 dengan interpretasi sangat tinggi sehingga hal ini menandakan jika penggunaan *e-LKPD* dengan model *problem based learning* berbantuan *PhET* pada kelas eksperimen lebih efektif daripada *LKPD* konvensional berbantuan video pada kelas kontrol.

5.2 Saran

Adapun saran untuk penelitian selanjutnya dalam menggunakan animasi *PhET* materi pemanasan global agar menyediakan jaringan internet yang lancar karena dalam penelitian ini internet yang digunakan kurang stabil, sehingga dalam melakukan eksplorasi terkait animasi pemanasan global kadang terjadi halaman *PhET* yang tidak merespon atau tidak bisa memasuki link halaman dari animasi *PhET*.

DAFTAR PUSTAKA

- Ainurrohmah, S., & Sudarti, S. 2022. Analisis perubahan iklim dan global warming yang terjadi sebagai fase kritis. Phi: *Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapan*, 8(1), 1-10.
- Amrullah F., Tutik, S., & Jumiyanto, W. 2024. Penerapan *Problem based learning* Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMK Batik 2 Surakarta. *Jurnal Informasi dan Komunikasi Administrasi Perkantoran*, 8 (3) : 269-277.
- Arends, R I. 2012. *Learning to Teach ninth edition*. New York : McGraw-Hill. 558 hal.
- Barus, R. M., Syahrin, A., Arifin, S., & Hamdan, M. 2015. Pertanggungjawaban Pidana Illegal Logging (Pembalakan Liar) sebagai Kejahatan Kehutanan Berdasarkan Undang-undang No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan dan Undang-undang No. 18 Tahun 2013 Tentang Pencegahan dan Pemberantasan Perusakan Hutan. *USU Law Journal*. 3 (2) :106-114.
- Clifford, J. S., Boufal, M. M., & Kurtz, J. E. 2004. Personality Traits and Critical Thinking Skills in College Students Empirical Tests of a TwoFactor Theory. *Assessment*. 11(2): 169-176.
- Cohen,L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Method in Education (6th ed)*. London & New York, NY: Education & Science. 758 page.
- Crenshaw, P., Hal, E., & Sallie, L. 2011. Producing Intellectual Labor in the Classroom: The Utilization of a Critical Thinking Model to Help Students Take Command of Their Thinking. *Journal of College Teaching and Learning*. 8 (7): 13-26.
- Destalia L, Suratno S. H, & Sulifah A. 2014. “Peningkatan Keterampilan Pemecahan Masalah Dan Hasil Belajar Melalui Penerapan Pembelajaran Berbasis Masalah (PBM) Dengan Metode Eksperimen Pada Materi Pencemaran Lingkungan”. *Pancaran pendidikan*. 3 (4) : 213-224.
- Ennis, R. H. 2002. Goals for a Critical Thinking Curriculum and Its Assessment. In A. L. Costa (Ed.), *Developing Minds*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 3 (1) : 44-46.

- Ennis, R. H. 2011. The nature of critical thinking: An outline of critical thinking dispositions and abilities. *University of Illinois*, 2(4), 1-8.
- Facione, P. A. 2015. Critical Thinking: What It Is and Why It Counts. *Measured Reasons LLC & Insight Assessment*. 1 (1) : 1-28.
- Finkelstein, N., W. Adams, C. Keller, K. Perkins & C. Wieman. 2006. HighTeach Tools for Teaching Physics: the Physics Education Technology Project. MERLOT. *Journal of Online Learning and Teaching*. 2 (3):110-121.
- Firdaus, A & Wilujeng, I. 2018. Pengembangan LKPD Inkuiri Terbimbing untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis & Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*. 4 (1) : 28-40.
- Hake, R. R.1999. Analyzing change/gain scores. AREA-D American education research association's devision. D. *Measurement and Reasearch Methodology*. 1(4), 48-56.
- Haqsari, R. 2014. Pengembangan & Analisis LKPD Elektronik Berbasis Multimedia pada Materi Mengoperasikan Software Spreadsheet. *Jurnal UNY*. 1 (1): 1-27.
- Hariani, P. P., & Siregar, A. 2019. Penggunaan Model Pembelajaran PBL Untuk Mengembangkan Karakter Belajar Melalui Jurnal Ilmiah. *Biblio Couns: Jurnal Kajian Konseling dan Pendidikan*, 2(1), 14-25.
- Herdiansyah, K. 2018. Pengembangan Lkpd Berbasis Model *Problem based learning* untuk Meningkatkan keterampilan Berpikir Kritis. *Eksponen*. 8 (1) : 25-33.
- Hidayah, F. N., I Dewa, P. N., Dimas, P., & Agus, S. 2022. Developing Electronic Student Worksheet PBL Using PhET *Simulation* On Global Warming Materials to Develop Critical Thinking Skills. *Jurnal Pembelajaran Fisika (JPF)*. 10 (1) : 001-014.
- Intandari, R., S. Astutik., & Maryani. 2018. Pengembangan LKS (Lembar Kerja Peserta didik) Berbantuan Simulasi PhET pada Materi Getaran Harmonis untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis pada Peserta didik SMA. *Jurnal Pembelajaran Fisika*. 7 (4): 349 -355.
- Iskandar, N. M. & Rasmitadila. 2024. Peningkatan Kualitas Pembelajaran melalui Evaluasi yang Efektif: Tinjauan Terhadap Praktik dan Metode Evaluasi. *Karimah Tauhid*, 3 (2) : 2270-2287.
- Ismiyati, I. 2018. The Development of Physics Learning Module Based on *Problem based learning* to Improve Metacognitive Skills on Class X High School Students. *Masters thesis : Universitas Negeri Padang*. 1 (1) : 1-20.

- Johnson, E.B. 2002. *Contextual teaching and learning: What it is and why it's here to stay*. USA: Coewin Press. 196 hal.
- Kanginan, M. 2017. *Fisika Untuk SMA/MA Kelas XI*. Jakarta : Erlangga. 276 hal.
- Kusmianty. D, Widiyanto. B, & Kusuma. M. 2020. Efektivitas Model Pembelajaran Sets Metode Praktikum Pada Materi Pemanasan Global Dalam Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan*. 14(1). 41-51
- Lathifah, M. F., Hidayati, B. N., & Zulandri. 2021. Efektivitas LKPD Elektronik sebagai Media Pembelajaran pada Masa Pandemi Covid-19 untuk Pendidik di YPI Bidayatul Hidayah Ampenan. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*. 4 (1):1-13
- Marpaung, D. 2018. Penerapan Metode Diskusi Dan Presentasi Untuk Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Siswa Di Kelas Xi Ips-1 Sma Negeri 1 Bagan Sinembah. *SEJ (School Education Journal)*, 8 (4) : 360-368.
- McKagan, S. B., Perkins, K. K., Dubson, M., Malley, C., Reid, S., LeMaster, R., & Wieman, C. E. 2008. Developing and researching PhET *Simulations* for teaching quantum mechanics. *American Journal of Physics*. 76 (4), 406–417.
- Mukti, F. Connie, & Medriati, R.,2018. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Pembelajaran Fisika untuk Meningkatkan keterampilan Berpikir Kreatif Peserta didik SMA Sint Carolus Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*. 1 (3), 57–63.
- Munawaroh, N. & Ni'matush, S. 2022. Pengembangan LKPD Berbasis *Problem based learning* Melalui Video Interaktif Berbantuan Google Site Untuk Menstimulasi keterampilan Berpikir Kritis. *Jurnal Ecogen*. 5 (2), 167-182.
- Murtiani, M., Fauzan, A., & Ratnawulan, R. 2012. Penerapan pendekatan contextual teaching and learning (CTL) berbasis lesson study dalam meningkatkan kualitas pembelajaran fisika di SMP NEGERI kota Padang. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 1(1):. 1-21.
- Nababan, S, T., & Putri, D. H. 2022. Analisis Kebutuhan E-LKPD Terhadap Pembelajaran Fisika Di Masa Pandemi Covid-19. *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika dan Riset Ilmiah)*. 6 (1), 32-40.
- Nasution, E.A. 2020. Developing Digital Worksheet By Using Wizer.Me for Teaching Listening Skill to The Tenth Grade Students in SMK Negeri 7 Medan. *Journal of English Language Teaching & Learning of FBS UNIMED*. 9 (1):1-13.
- Nugraha, D. A., Achmad, B, & Supartono. 2013. Pengembangan Bahan Ajar Reaksi Redoks Bervisi Sets, Berorientasi Konstruktivistik. *Journal of Innovative Science Education (JISE)*. 2 (1) : 27-34.

- Nurhidayah, A. E., Saputro, H., & Winingsih, P. H. 2021. Development Of Physics *E-LKPD* With 3d Page Flip Based On Problem-Based Learning On Static Electricity. *Jurnal Pembelajaran Sains*. 5 (2), 91-96.
- Pauzi, R. Y., & Windiaryani, S. 2021. The critical thinking skills on global warming issue: Effect of the socio-scientific problems approach on problem-solving toward student's. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*. 14 (2), 228-236.
- Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 25 Tahun 2024 Tentang Perubahan Atas Peraturan Menteri Pendidikan, Kebudayaan, Riset, dan Teknologi Republik Indonesia Nomor 15 Tahun 2018 Tentang Pemenuhan Beban Kerja Guru, Kepala Sekolah, dan Pengawas Sekolah (2024).situs: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/294516/permendikbudriset-no-25-tahun-2024>
- Perkins, K., Adams, W., Dubson, M., Finkelstein, N., Reid, S., Wieman, C., & LeMaster, R. 2006. PhET: Interactive *Simulations* for Teaching and Learning Physics. *The Physics Teacher*. 44 (1), 18–23
- Purwaningsih, E., Wahyuni, T., Sari, A. M., Yuliati, L., Suwasono, P., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. 2020. Improving students' critical thinking skills in senior high school through STEM-integrated modeling instruction. *28th Russian Conference On Mathematical Modelling In Natural Sciences*. 2215 (1) : 1-7.
- Puspita, V., & Dewi I, P. 2021. Efektivitas *E-LKPD* berbasis Pendekatan Investigasi terhadap keterampilan Berpikir Kritis Peserta didik Sekolah Dasar. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*. 5 (1) : 86-96.
- Putri, N. S., Vivi, V., & Aulia, Z. 2023. Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (*LKPD*) Berbasis *Problem based learning* (*PBL*) Materi Pemanasan Global Untuk Fase E SMA/MA. *Jurnal Pendidikan Tambusai*, 7 (3) : 21045-21051.
- Putriyana, A.W., Auliandari, L., & Kholillah, K. 2020. Kelayakan Lembar Kerja Peserta Didik berbasis Model Pembelajaran Search, Solve, Create & Share pada Praktikum Materi Fungi. *Jurnal Biodik*. 6 (2):1–12.
- Rahayu, S. R. P. 2021. Peserta Didik Aktif dengan Model Pembelajaran *Problem based learning*. *Social, Humanities, and Education Studies (SHEs): Conference Series*, 4 (5) : 2024-2029.
- Rahma, A. A. 2021. Efektivitas Penggunaan Virtual Lab Phet Sebagai Media Pembelajaran Fisika Terhadap Hasil Belajar Peserta didik. *Pedagogy: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*. 8 (2), 47-51.

- Riyadi, B. 2018. Pengembangan *E-LKPD* dengan Kvisoft Flipbook Maker berbasis Guided Inquiry pada Materi Fluida Statis untuk Menumbuhkan High Order Thinking Skills. *Tesis. Lampung: Universitas Lampung*.
- Rosidin, U. 2017. *Evaluasi & Asesmen Pembelajaran*. Yogyakarta: Media Akademi. 316 hal.
- Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group. 294 hal.
- Setyosari, P. 2014. Menciptakan Pembelajaran Yang Efektif Dan Berkualitas. *Jurnal Inovasi dan Teknologi Pembelajaran*, 1 (1) : 20-30.
- Shofiyah, N., & Wulandari, F. E. 2018. Model *Problem based learning* (PBL) Dalam Melatih Scientific Reasoning Peserta didik. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. 3 (1), 33–38.
- Sofyan, H., & Komariah, K. 2016. Pembelajaran *Problem based learning* dalam implementasi kurikulum 2013 Di SMK. *Jurnal Pendidikan Vokasi* . 6.3 : 260-271.
- Sugiyono. 2016. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, & R&D*. Bandung: Alfabeta. 334 hal.
- Surahman, E. Adri S., & Herminarto, S. 2020. Kajian Teori Dalam Penelitian. *JKTP Jurnal Kajian Teknologi Pendidikan*, 3 (1) : 49-58.
- Suyatna, A. 2017. *Uji Statistik Berbantuan SPSS untuk Penelitian Pendidikan*. Yogyakarta: Media Akademi. 116 hal.
- Syafitri, R.A., & Tressyalina. 2020. The Importance of the Student Worksheets of Electronic (*E-LKPD*) Contextual Teaching and Learning (CTL) in Learning to Write Description Text during Pandemic COVID-19. *Advances in Social Science, Education and Humanities Research*. 485 (1) : 284-287.
- Triana, V. (2008). Pemanasan global. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Andalas*, 2(2), 159-163.
- Umar, M. I. A., Deska, W. F., & Novia, L. 2020. Pengembangan Modul Gejala Pemanasan Global Berbasis Pendekatan SETS untuk Meningkatkan Hasil Belajar Peserta didik Fisika Kelas XI SMAN 7 Sijunjung. *SAINSTEK : Jurnal Sains Dan Teknologi*. 12 (2) : 51-62
- Utomo, E. P. 2018. Pengembangan LKPD Berbasis Komik Untuk Meningkatkan Literasi Ekonomi Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 35 (1) : 1-9.

- Verdina, R., & A. Gani. 2018. Improving students' higher order thinking skills in thermochemistry concept using worksheets based on 2013 curriculum. *Journal of Physics: Conference Series*. 1088 (1) : 1-6.
- Watson, E. 2016. Problem-Based Learning in Physics. *Alberta Science Education Journal*. 44 (2) : 34-42.
- Yanto, F. Festiyed. & Enjoni. 2021. *Problem based learning Model For Increasing Problem Solving Skills In Physics Learning*. *JIPF (Jurnal Ilmu Pendidikan Fisika)*. 6 (1) : 53-65.
- Zubaidah, S., Corebima, A. D., & Mistianah, M. 2015. Assesmen Berpikir Kritis Terintegrasi Tes Essay. *In Proceeding Symposium on Biology Education*. 1(1). 200-213