

**EFEKTIVITAS MODEL POGIL (*PROCESS ORIENTED GUIDED  
INQUIRY LEARNING*) BERBANTUAN MEDIA PRAKTIKUM  
BERBASIS APLIKASI *SMARTPHONE* TERHADAP  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**CINDY MAY  
1913022056**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2023**

## ABSTRAK

### EFEKTIVITAS MODEL POGIL (*PROCESS ORIENTED GUIDED INQUIRY LEARNING*) BERBANTUAN MEDIA PRAKTIKUM BERBASIS APLIKASI *SMARTPHONE* TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA

Oleh

CINDY MAY

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa pada materi gelombang bunyi. Sampel yang digunakan yaitu, siswa kelas XI MIPA 2 (eksperimen) dan XI MIPA 4 (kontrol) SMA Negeri 14 Bandar Lampung Semester Genap Tahun Ajaran 2022/2023. Desain penelitian ini menggunakan *Pretest-Posttest Control Group*. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu, lembar soal tes uraian. Indikator keefektifan model POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* ditinjau dari interpretasi nilai *Cohen's d*. Hasil menunjukkan bahwa rata-rata nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen yakni 0,71 lebih besar dari kelas kontrol dengan rata-rata nilai *N-Gain* yakni 0,58. Hasil uji hipotesis dengan *Independent Sample T-Test* juga menunjukkan bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kedua kelas sampel akibat penerapan model pembelajaran terhadap kemampuan berpikir kritis. Besarnya efektivitas penerapan model pembelajaran POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* ditunjukkan dari nilai *Cohen's d* yakni 1,85 dengan kategori tinggi.

**Kata kunci:** *Process Oriented Guided Inquiry Learning*, aplikasi *smartphone*, kemampuan berpikir kritis.

**EFEKTIVITAS MODEL POGIL (*PROCESS ORIENTED GUIDED  
INQUIRY LEARNING*) BERBANTUAN MEDIA PRAKTIKUM  
BERBASIS APLIKASI *SMARTPHONE* TERHADAP  
KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS SISWA SMA**

**Oleh**

**Cindy May**

**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  
2023**

Judul Skripsi : **EFEKTIVITAS MODEL POGIL (*PROCESS ORIENTED GUIDED INQUIRY LEARNING*)  
BERBANTUAN MEDIA PRAKTIKUM  
BERBASIS APLIKASI *SMARTPHONE*  
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR  
KRITIS SISWA SMA**

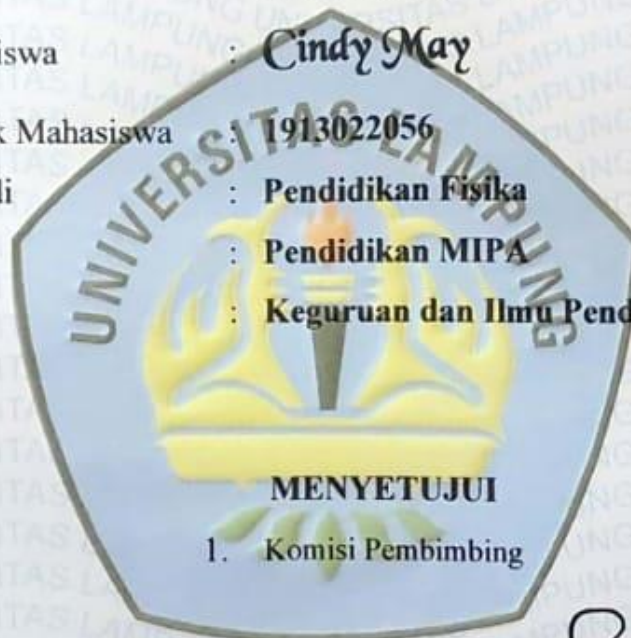
Nama Mahasiswa : **Cindy May**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022056**

Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



**Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**  
NIP 19631215 199102 1 001

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

2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

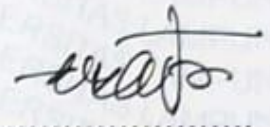
**Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**  
NIP 19600301 198503 1 003



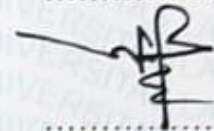
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

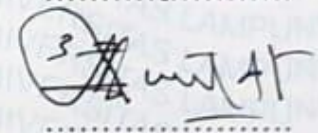
Ketua : Dr. I Wayan Distrik, M.Si.



Sekretaris : Dr. Viyanti, M.Pd.



Penguji Bukan Pembimbing : Dr. Kartini Herlina, M.Si.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Sunyono, M.Si.  
NIP. 19651230 199111 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 14 Desember 2023

## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Cindy May  
NPM : 191302056  
Fakultas/ Jurusan : KIP/ Pendidikan MIPA  
Program Studi : Pendidikan Fisika

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 disebut dalam daftar pustaka.

Bandar Lampung, 18 Desember 2023

Yang Menyatakan,



Cindy May  
NPM 1913022056

## RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir pada tanggal 13 Mei 2001 di Jakarta merupakan anak ketiga dari Bapak B. Pandiangan dan Ibu K. Sitanggung. Pendidikan formal penulis diawali dengan bersekolah di SDN Kebon Pala 14 Pagi pada tahun 2007. Kemudian penulis bersekolah di SMPN 275 Jakarta pada tahun 2013 sampai dengan 2016. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan di SMAN 48 Jakarta pada tahun 2016-2019. Pada tahun 2019, penulis berkuliah di Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menempuh pendidikan di Program Studi Pendidikan Fisika, penulis pernah menjadi Anggota Divisi Pendidikan Almafika FKIP Unila. Pengalaman-pengalaman yang pernah dilakukan penulis antara lain, ikut kegiatan pengabdian masyarakat PANDAWA LIMA di dusun Buring, Kalianda, Lampung Selatan, bersama Almafika pada bulan Oktober 2021, mengikuti pelatihan “Bangkit di Masa Pandemi Program Digital *Entrepreneur Academy*” yang diselenggarakan oleh Kemenkominfo pada bulan September 2021, melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) pada tahun 2022 di Kelurahan Bidara Cina, Kecamatan Jati Negara, Jakarta Timur, melaksanakan Program Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) 1 dan 2 di SMP Negeri 62 Jakarta, mengikuti program Kampus Mengajar Angkatan 4 yang diselenggarakan oleh Kemendikbud di SMP Dharmapala Panjang pada bulan Agustus – Desember 2022, serta mengajar di SMP Negeri 2 Bandar Lampung pada bulan Agustus 2023.

## **MOTTO**

*My soul shall be joyfull*

*(Psalm 35:9)*

*Bawalah nama Tuhan Yesus di dalam prosesmu,  
maka kamu akan diberkati.*

*(unknown)*

*Dan apa saja yang kamu minta dalam doa  
dengan penuh kepercayaan, kamu akan menerimanya.*

*(Matius 21:22)*

*Believe me,  
one day your "dalam nama Tuhan Yesus"  
will be "Puji Tuhan"*

*(Cindy May)*



## **PERSEMBAHAN**

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberikan limpahan berkat dan karunia-Nya. Dengan segenap kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya tulis sederhana ini sebagai rasa tanggung jawab dalam menyelesaikan pendidikan dan tanda bakti kasih tulus kepada:

1. Bapak B. Pandiangan dan Ibu K. Sitanggung yang senantiasa memberi dukungan dan mendoakan setiap langkah yang penulis jalani.
2. Saudara kandung penulis, Immanuel Redondo Pandiangan dan Celine Yulia Pandiangan yang senantiasa memberi dukungan kepada penulis.
3. Keluarga besar Pandiangan dan Sitanggung yang telah senantiasa memberikan doa dan segala bentuk motivasi serta perhatian yang luar biasa.
4. Almamater tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Puji syukur kepada Tuhan Yesus Kristus yang senantiasa memberikan limpahan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., ASEAN Eng., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Viyanti, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung sekaligus Pembimbing Akademik dan Pembimbing II, atas kesediaan dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama perkuliahan dan dalam proses penyusunan skripsi sampai dengan selesai.
5. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Pembimbing I atas kesediaan dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses penyusunan skripsi sampai dengan selesai.
6. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembahas yang telah memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun untuk perbaikan skripsi ini.
7. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Prodi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah memberikan pembelajaran dan ilmu selama masa perkuliahan kepada penulis.

8. Ibu Sevensari, S.Pd., M.M., selaku Kepala SMAN 14 Bandar Lampung yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian.
9. Ibu Icon Herawati S.Pd., selaku Guru Fisika Kelas XI yang telah membantu penulis dalam melaksanakan penelitian dan memberikan motivasi selama penelitian berlangsung.
10. Siswa kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 4 SMAN 14 Bandar Lampung atas kerja samanya dalam penelitian.
11. Sahabat penulis, Anisa Salsabila, Elsa Simbolon, Ruth Angelica, Olivya Isabel, Yolla Amanda, Sofia Nurulita, Finka Natasya, Zulfani Nadia, dan Rizky Isnani yang telah memberikan semangat serta membantu penulis.
12. Teman-teman seperjuangan satu bimbingan akademik SIMPATI 2019 (Silaturahmi Mahasiswa PA Ibu Viyanti).
13. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.
14. *Last but not least, I wanna thank me, for believing in me, for doing all this hard work, and I wanna thank me for never quitting.*

Penulis berdoa semoga kebaikan yang telah kalian berikan digantikan dengan berkat dari Tuhan yang tercurah, dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi tambahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandar Lampung, 18 Desember 2023



**Cindy May**

## DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>I. PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian .....	6
1.4 Manfaat Penelitian .....	6
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	7
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA.....</b>	<b>8</b>
2.1 Kerangka Teori .....	8
2.1.1 Model Pembelajaran POGIL.....	8
2.1.2 Media Praktikum Berbasis Aplikasi <i>Smartphone</i> .....	15
2.1.3 Kemampuan Berpikir Kritis.....	21
2.1.4 Keterkaitan antara Model POGIL dengan Kemampuan Berpikir Kritis...	24
2.1.5 Keterkaitan antara Aktivitas Praktikum dengan Kemampuan Berpikir Kritis .....	25
2.1.6 Teori Belajar Konstruktivisme.....	26
2.2 Penelitian yang Relevan.....	27
2.3 Kerangka Pemikiran.....	28
2.4 Anggapan Dasar .....	32
2.5 Hipotesis Penelitian .....	32
<b>III. METODE PENELITIAN .....</b>	<b>33</b>
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	33
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian .....	33
3.3 Variabel Penelitian.....	33
3.4 Desain Penelitian .....	34
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian .....	37
3.6 Instrumen Penelitian .....	38
3.7 Analisis Instrumen Penelitian .....	38
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	42
3.9 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis .....	43
3.9.1 Analisis Data .....	43
3.9.2 Pengujian Hipotesis.....	44

<b>IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>47</b>
4.1 Hasil Penelitian .....	47
4.1.1 Data Kuantitatif Hasil Penelitian .....	47
4.1.2 N-Gain Kemampuan Berpikir Kritis .....	51
4.1.3 Hasil Uji Normalitas .....	52
4.1.4 Hasil Uji Homogenitas .....	52
4.1.5 Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> .....	53
4.1.6 Hasil Uji <i>Effect Size</i> .....	54
4.2 Pembahasan.....	54
<b>V. SIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>70</b>
5.1 Simpulan .....	70
5.2 Saran .....	70
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>72</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Fase <i>Learning Cycle</i> pada POGIL .....	9
2. Langkah-langkah Model POGIL .....	11
3. Indikator Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) yang diukur menurut Ennis (2011). ....	22
4. Penelitian yang Relevan.....	27
5. Desain Penelitian Kelas Eksperimen .....	34
6. Desain Penelitian Kelas Kontrol.....	36
7. Tahap Pelaksanaan Penelitian.....	37
8. Interpretasi Koefisien Korelasi.....	39
9. Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis.....	40
10. Ukuran Kemampuan <i>Alpha</i> .....	41
11. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis .....	41
12. Klasifikasi Gain .....	43
13. Interpretasi <i>Effect Size</i> .....	46
14. Data Kuantitatif Hasil Penelitian .....	48
15. Rata-rata Kemampuan Berpikir Kritis pada Setiap Indikator .....	48
16. Data Rata-rata <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Kritis Siswa .....	51
17. Hasil Uji Normalitas Data <i>N-Gain</i> .....	52
18. Hasil Uji Homogenitas.....	53
19. Hasil Uji <i>Independent Sample T-Test</i> .....	53
20. Hasil Uji <i>Effect Size</i> .....	54



## DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar	
1. <i>Learning Cycle</i> model POGIL .....	9
2. Aplikasi <i>Phyphox</i> .....	16
3. Aplikasi <i>Sound Meter</i> .....	17
4. Percobaan Resonansi Bunyi.....	19
5. Perbedaan Ketinggian Kolom Udara Saat Resonansi .....	20
6. Kerangka Pemikiran.....	31
7. Rata-rata <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Kritis Tiap Indikator .....	49
8. Rata-rata <i>N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Kritis Kelas Eksperimen dan Kontrol .....	51
9. Tahap Orientasi Siswa .....	56
10. Jawaban LKPD Siswa.....	57
11. Membimbing Siswa dalam Kegiatan Eksplorasi .....	58
12. Peran Siswa sebagai Presenter .....	60
13. Peran Siswa sebagai Perekam .....	61
14. Keaktifan Siswa saat Pembelajaran Berlangsung .....	62
15. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Siswa .....	64
16. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Siswa.....	65
17. Contoh Jawaban <i>Pretest</i> Siswa Mengatur Strategi/Taktik.....	66
18. Contoh Jawaban <i>Posttest</i> Siswa Mengatur Strategi/Taktik .....	66

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Era globalisasi telah memberi dampak yang luas pada berbagai aspek kehidupan, termasuk tantangan dalam penyelenggaraan pendidikan. Pendidikan hendaknya mampu menghasilkan sumber daya manusia (SDM) yang memiliki kompetensi utuh, yang dikenal dengan keterampilan abad ke-21 (Wijaya dkk., 2016). Keterampilan abad 21 yang diharapkan dapat dicapai dalam proses pembelajaran meliputi berpikir kritis dan pemecahan masalah (*critical thinking and problem solving*), kreatif dan inovatif (*creativity and innovation*), komunikasi (*communication*) dan kerjasama (*collaboration*) (Ratnasari dkk., 2021). Kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) merupakan suatu bentuk aktivitas berpikir yang kompleks yang melibatkan kemampuan untuk menganalisis konsep tertentu serta kemampuan untuk membedakan, memilih, mengidentifikasi, mengevaluasi, dan mengembangkan konsep tersebut menjadi sesuatu yang lebih lengkap (Usmeldi dkk., 2017). Oleh karena itu, kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu keterampilan yang penting untuk dioptimalkan maupun ditingkatkan pada abad ini.

Fisika sebagai salah satu cabang ilmu dari Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) merupakan suatu usaha sistematis dalam rangka menciptakan dan mengkonstruksi pengetahuan dalam bentuk penjelasan-penjelasan yang dapat diverifikasi dan dapat memprediksi fenomena alam. Tujuan mata pelajaran Fisika SMA/MA pada Kurikulum 2013 salah satunya yakni dapat mengembangkan kemampuan bernalar dalam berpikir analisis induktif dan

deduktif dengan menggunakan konsep dan prinsip fisika untuk menjelaskan berbagai peristiwa alam dan penyelesaian masalah baik secara kualitatif maupun kuantitatif (Hidayat dkk., 2014). Tujuan ini berkaitan dengan kemampuan berpikir kritis, dimana kemampuan ini mencakup (1) kemampuan pemahaman konsep, (2) mengintegrasikan dan memproses informasi, (3) menemukan hubungan antara informasi yang diperoleh, (4) menyelesaikan masalah (*problem solving*), dan (5) kemampuan dalam menemukan ide baru dari informasi tersebut (Kemendikbud, 2017). Melalui pelajaran fisika pada kurikulum 2013, diharapkan siswa dapat mengembangkan diri dalam berpikir secara kritis.

Berkenaan dengan kemampuan berpikir kritis, fakta menunjukkan bahwa siswa masih memiliki hasil yang buruk dalam mengerjakan tes fisika yang memerlukan kemampuan berpikir kritis. Hal ini terlihat dalam penelitian Susilawati dkk., (2020) yang mendapatkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa di SMA dalam kategori rendah mencapai 79% . Lalu, penelitian oleh Ardiyanti & Nuroso (2021) mendapatkan hasil bahwa 86% siswa masih berada pada rentang kemampuan berpikir kritis kategori rendah. Kurniatunissa dkk., (2016) mengungkapkan bahwa proses pembelajaran yang masih didominasi oleh hafalan akan memengaruhi hasil belajar. Rendahnya hasil belajar menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa masih rendah pula.

Hasil yang sama juga ditemukan dari fakta di lapangan, yakni di SMAN 14 Bandar Lampung. Berdasarkan observasi awal yang dilakukan pada siswa di SMAN 14 Bandar Lampung, terlihat bahwa mereka hanya menerima transfer ilmu dari guru tanpa mengetahui konsep lebih dalam. Akibatnya siswa merasa kesulitan menerapkan konsep saat dihadapkan dalam suatu permasalahan. Hal tersebut tidak melatih siswa untuk berpikir secara kritis. Didukung oleh wawancara dengan Guru Fisika SMAN 14 Bandar Lampung yang menyatakan bahwasanya siswa belum terbiasa diberikan soal-soal fisika yang mencakup indikator berpikir kritis.

Hasil lain dari observasi awal yang dilakukan di SMAN 14 Bandar Lampung juga didapatkan bahwa aktivitas belajar fisika di kelas masih berorientasi pada guru (*teacher centered*) yang menggunakan model pembelajaran konvensional dengan metode presentasi dan ceramah. Guru cenderung menggunakan model pembelajaran yang sama pada setiap materi fisika dan belum menerapkan model yang dapat mengorganisir siswa untuk berperan aktif dalam proses pembelajaran. Penggunaan model yang seperti itu diduga menjadi penyebab rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa, karena pembelajaran hanya menekankan pada transfer materi dan kurang dapat memfasilitasi siswa untuk mengeksplorasi keterampilan berpikir. Pembelajaran fisika dengan kegiatan praktikum di laboratorium sekolah maupun *virtual laboratorium* tidak dilakukan beberapa tahun terakhir. Akibatnya, pembelajaran fisika menjadi monoton, kurang menarik, terkesan menghafal rumus, dan berdampak pada rendahnya kemampuan berpikir kritis siswa.

Salah satu solusi yang dapat dilakukan agar kemampuan berpikir kritis siswa meningkat, yakni melalui proses pembelajaran dengan menerapkan sebuah model pembelajaran yang dapat mengembangkan keaktifan siswa. Model yang dianggap dapat menjadi solusi dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa yakni model POGIL. Model pembelajaran POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) merupakan pembelajaran yang berpusat pada siswa, berorientasi pada proses yang memfasilitasi siswa untuk mengelola konsep dan pengetahuan, serta membantu siswa dalam meningkatkan pemahaman dengan menerapkan *learning cycle* dalam aktivitas inkuiri terbimbing (Barthlow, 2011).

Model POGIL mendukung kebermaknaan dalam pembelajaran sehingga siswa menjadi lebih aktif selama kegiatan eksplorasi. Selain itu, sebagai bagian dari model pembelajaran berbasis inkuiri, model POGIL berfokus pada konsep utama dan sikap ilmiah karena kegiatan pada POGIL mendorong dan menumbuhkan pemahaman yang mendalam tentang materi

pelajaran sembari mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi (Villagonzalo, 2014).

Penelitian yang dilakukan oleh Suliyannah dan Anidhea (2022) membuktikan bahwa penerapan model pembelajaran POGIL yang dikombinasikan dengan strategi PAVES-PEPS dapat meningkatkan *self efficacy* dan hasil belajar siswa pada pembelajaran fisika. Selain itu, penelitian oleh Sanggara *et al.*, (2018) menemukan bahwa pembelajaran dengan model POGIL berbantuan *virtual laboratory* dapat meningkatkan kemampuan pemecahan masalah siswa. Hasil lainnya pada penelitian oleh Kahar *et al.*, (2016) mendapatkan bahwa penerapan model POGIL dengan menggunakan media pembelajaran dapat membantu siswa mengeksplorasi konsep dengan lebih baik. Dari temuan-temuan penelitian tersebut dapat diketahui bahwa penerapan model POGIL berbantuan media pembelajaran berdampak positif terhadap pengembangan kemampuan siswa.

Media pembelajaran yang sesuai dengan perkembangan abad ini adalah media yang dapat memanfaatkan perkembangan teknologi. Peran teknologi dalam pembelajaran akan memfasilitasi terbentuknya hubungan kolaboratif dan membangun makna dalam konteks yang lebih mudah dipahami (Yaumi, 2018). *Smartphone* sebagai teknologi nyatanya dapat digunakan sebagai media praktikum untuk menunjang aktivitas siswa dalam kegiatan. *Smartphone* masa kini sudah dilengkapi dengan beragam sensor diantaranya, sensor suhu, tekanan, magnet, percepatan, *gyroscope*, *proximity*, *accelerometer*, suara, dan lain sebagainya. Sensor-sensor tersebut dapat membantu ketika melakukan kegiatan praktikum, termasuk salah satunya praktikum fisika (Flara dkk., 2021). Penggunaan *smartphone* sebagai media praktikum akan menjadi solusi yang baik di era modern (Kuhn & Vogt, 2013).

Hasil wawancara dengan Guru Fisika di SMA Negeri 14 Bandar Lampung didapatkan bahwa mayoritas siswa memiliki *smartphone* yang dapat digunakan untuk menunjang pembelajaran jika diperlukan. Namun pemanfaatan *smartphone* sebagai teknologi dalam pembelajaran masih minim dilakukan. Selain itu guru juga mengatakan bahwasanya belum pernah menggunakan teknologi seperti *smartphone* sebagai media praktikum. Sedangkan, pendidikan abad ini menuntut guru maupun siswa untuk adaptif terhadap perkembangan zaman. Mishra & Koehler (2008) mengungkapkan bahwa guru dituntut untuk menguasai literasi dan kecakapan digital. Guru hendaknya mampu memadukan pengetahuan materi, pendadogi, dan kecakapan dalam menerapkan teknologi yang dikenal dengan istilah TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowlegde*). Selaras dengan pendapat Rahmadi (2019) bahwa guru abad 21 harus memiliki kemampuan untuk mengkombinasikan pengetahuan dalam menggunakan teknologi dalam memfasilitasi pembelajaran sehingga dapat meningkatkan hasil belajar siswa.

Banyak penelitian yang memanfaatkan teknologi *smartphone* sebagai media pembelajaran. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Gibss *et al.*, (2019) yang memanfaatkan *smartphone* sebagai media praktikum yang dapat mengembangkan keterampilan, kreativitas, dan pemikiran ilmiah siswa pada pelajaran fisika. Lalu penelitian oleh Flara dkk., (2021) yang mendapatkan peningkatan kemampuan kognitif siswa setelah memanfaatkan sensor (*inelastic collision*) pada aplikasi *smartphone*. Sehingga, pemanfaatan teknologi seperti aplikasi *smartphone* dalam kegiatan pembelajaran di kelas diharapkan dapat membantu siswa dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis mereka. Sejalan dengan pendapat Suryaningsih dkk., (2020) yang menyatakan bahwa dengan melakukan kegiatan praktikum yang memanfaatkan media pembelajaran yang dekat dengan keseharian siswa seperti *smartphone*, teori-teori yang telah dipelajari siswa dapat dibuktikan langsung oleh siswa sehingga memberikan siswa pembelajaran yang lebih bermakna sekaligus pengalaman nyata yang menarik.



Berdasarkan uraian permasalahan tersebut, maka peneliti melakukan penelitian yang berjudul “Efektivitas Model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) Berbantuan Media Praktikum Berbasis Aplikasi *Smartphone* Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA”.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana efektivitas model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, tujuan yang dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mendeskripsikan efektivitas model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

## 1.4 Manfaat Penelitian

Berikut merupakan manfaat yang didapatkan dari penelitian ini.

### 1. Bagi Penulis

Penelitian ini dapat dijadikan pengetahuan dalam memanfaatkan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

### 2. Bagi Guru

Penelitian ini dapat digunakan sebagai alternatif dalam kegiatan pembelajaran di kelas dengan menerapkan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum

berbasis aplikasi *smartphone* untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

### 3. Bagi Siswa

Penelitian ini dapat membantu siswa dalam memahami konsep fisika serta melatih kemampuan berpikir kritis siswa.

## 1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Untuk membatasi penelitian dan memberikan arah yang jelas, maka ruang lingkup dalam penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Penelitian menggunakan dua kelas sampel. Kelas eksperimen menerapkan model POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone*, sedangkan kelas kontrol menerapkan model konvensional.
2. Media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* yang digunakan, yaitu *phyphox* dan *sound meter*. Aplikasi tersebut merupakan aplikasi yang menggunakan sensor bunyi yang dapat diunduh melalui *playstore* dan *appstore*.
3. Indikator kemampuan berpikir tingkat kritis yang diukur pada penelitian ini merujuk pada Ennis (2011) dengan indikator yaitu: 1) memberikan penjelasan sederhana, 2) membangun keterampilan dasar, 3) menarik kesimpulan, 4) memberikan penjelasan lanjut, serta 5) mengatur strategi dan/ taktik.
4. Indikator keefektifan ditinjau dari nilai *effect size* menurut Cohen's *d* (2007).
5. Kompetensi Dasar (KD) yang diajarkan yakni pada KD 3.10 dan 4.10 dengan materi Resonansi Gelombang Bunyi.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Kerangka Teori

#### 2.1.1 Model Pembelajaran POGIL

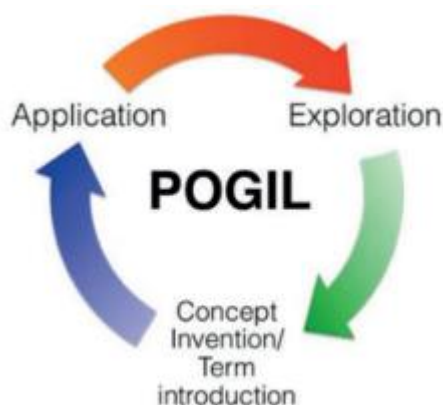
Model pembelajaran POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) merupakan salah satu model pembelajaran aktif yang berorientasi pada siswa (*student center*), yang menggunakan kelompok-kelompok kecil untuk membimbing siswa membangun pemahamannya sendiri dengan tetap berfokus pada pengembangan keterampilan belajar yang penting (Moog *et al.*, 2014). Model POGIL menurut Hanson (2005) adalah model pembelajaran yang memanfaatkan tim belajar dengan aktivitas inkuiri terbimbing (*guided inquiry*) untuk menumbukan/meningkatkan pemahaman, pertanyaan untuk berpikir secara kritis dan analitis, pemecahan masalah (*problem solving*), pelaporan, metakognisi, dan tanggung jawab individu. Berdasarkan pemaparan tersebut, dapat digambarkan bahwa model POGIL adalah suatu model pembelajaran dengan aktivitas inkuiri terbimbing yang melibatkan siswa berpartisipasi aktif dalam kelompok kecil untuk mencapai tujuan pembelajaran.

Moog *et al.*, (2014) menyatakan bahwa:

In POGIL, “guided inquiry” is defined in a particular way. First, the experience is “guided” rather than “open.” This implies two important ideas: the activity is appropriately scaffolded so that students are “guided” to develop the key concepts. The learning goals are clearly defined and the outcomes and answers are known (to the instructor). The activities are structured to

follow a Learning Cycle of exploration, concept invention and term introduction, and application.

Berdasarkan pernyataan tersebut, “inkuiri terbimbing” dalam model POGIL memiliki arti bahwa pengalaman itu “dibimbing” daripada “terbuka”. Kegiatan POGIL disusun secara tepat sehingga siswa “dibimbing” untuk mengembangkan konsep-konsep utama. Tujuan pembelajaran didefinisikan dengan jelas dan hasil serta jawaban diketahui oleh guru. Kegiatan belajar disusun dengan *learning cycle* (siklus pembelajaran) yang terdiri dari eksplorasi, pembentukan konsep/pengenalan istilah, serta aplikasi.



**Gambar 1.** *Learning Cycle* model POGIL.

Mengacu pada Ruder *et al.*, (2020), terdapat tiga fase *learning cycle* (siklus pembelajaran) pada POGIL yang memiliki tujuan yang berbeda dalam proses pembelajaran seperti pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Fase *Learning Cycle* pada POGIL

<i>Learning Cycle</i> (1)	<b>Definisi</b> (2)
<b><i>Exploration</i></b> (Eksplorasi)	Tahap ini membimbing siswa untuk mengumpulkan informasi dan membuktikan data-data yang diperoleh siswa. Siswa akan menjawab berbagai pertanyaan dari informasi yang diberikan atau dari pengetahuan sebelumnya untuk membangun pemahaman terhadap suatu konsep.

(1)	(2)
<b><i>Concept Invention</i></b> <b>(Pembentukan Konsep)</b>	Tahap ini memandu siswa untuk menemukan pola dan mengembangkan suatu konsep dari data hasil eksplorasi dengan meminta siswa menganalisis, membandingkan, dan membedakan.
<b><i>Application</i></b> <b>(Aplikasi)</b>	Tahap ini mengharuskan siswa untuk mengevaluasi dan menguji pemahaman konsep mereka dengan menerapkannya dalam suatu konteks/situasi yang baru dan kompleks.

Simonson (2019) mendefinisikan bahwa:

The GI in POGIL stands for guided inquiry. This word meld represents both a pedagogical strategy (guidance) and a mind-set (inquiry). “Guidance” suggests that a knowledgeable, experienced, and watchful guide will lead novice learners through a learning environment that is likely unfamiliar to them. “Inquiry” suggests that this environment is to be explored. Together, “guided inquiry” further suggests that novices may not know what to look for or what questions to ask, and they may not see the deeper structure and nuances of the landscape. The guide must direct attention and thinking so that novices eventually undergo a change in perspective and can see the landscape.

Artinya, kata GI pada POGIL merupakan singkatan dari *Guided Inquiry* (Inkuiri Terbimbing) yang merepresentasikan kata “terbimbing” menunjukkan bahwa guru yang berpengetahuan, berpengalaman, dan penuh kewaspadaan akan menuntun siswa melalui lingkungan belajar yang baru, sedangkan kata “inkuiri” menunjukkan bahwa lingkungan belajar harus dieksplorasi. Secara keseluruhan, “inkuiri terbimbing” menunjukkan bahwa siswa mungkin tidak tahu apa yang harus dicari, pertanyaan yang harus diajukan, dan mungkin gagal mengenal konsep yang lebih dalam, sehingga guru harus mengarahkan perhatian dan membimbing agar siswa dapat mengubah cara pandangnya.

Adapun langkah-langkah dalam kegiatan pembelajaran dengan model POGIL menurut Hanson (2006) dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Langkah-langkah Model POGIL

No. (1)	Langkah-langkah (2)	Aktivitas (3)
1.	Orientasi ( <i>Orientation</i> )	Guru mempersiapkan siswa untuk belajar dengan cara memotivasi mereka, merangsang rasa ingin tahunya, dan menghubungkan pengetahuan sebelumnya dengan materi yang akan dipelajari.
2.	Eksplorasi ( <i>Exploration</i> )	Siswa diberikan tugas yang mengarahkan mereka pada tujuan pembelajaran. Siswa diberikan serangkaian pertanyaan yang menuntun mereka untuk melakukan eksplorasi agar dapat membangun dan mendalami pemahaman konsep.
3.	Pembentukan Konsep ( <i>Concept Formation</i> )	Guru membentuk pemahaman konsep siswa dengan melibatkan siswa dalam inkuiri terbimbing, yaitu dengan mengajukan pertanyaan-pertanyaan yang menuntut siswa untuk berpikir kritis saat melakukan kegiatan eksplorasi.
4.	Aplikasi ( <i>Application</i> )	Guru mengupayakan siswa untuk memperkuat dan memperluas konsep yang dimiliki dengan cara mengaitkan pengetahuan baru ke dalam bentuk latihan, masalah, dan maupun penelitian.
5.	Penutup ( <i>Closure</i> )	Guru mendorong siswa untuk merefleksikan apa yang telah mereka pelajari, memvalidasi hasil yang telah dicapai, serta menilai kinerja masing-masing individu.



Pembelajaran dengan model POGIL didasarkan pada prinsip konstruktivis yang menekankan keaktifan siswa dalam belajar melalui interaksi siswa dalam kelompok untuk memecahkan suatu masalah (Nugraheni dkk., 2014). Model pembelajaran POGIL memungkinkan siswa berpartisipasi aktif dalam aktivitas pembelajaran di kelas. Oleh karena itu, hampir seluruh kegiatan pada kelas POGIL dilakukan secara berkelompok. Satu kelompok terdiri dari tiga atau empat siswa dan setiap siswa memiliki perannya masing-masing (Hanson, 2006).

Adapun masing-masing siswa dalam suatu kelompok memiliki perannya seperti yang dijelaskan oleh Hanson (2006) yakni sebagai berikut.

- a) Manajer, berperan menjaga tim agar tetap fokus pada tugas dan memastikan bahwa semua anggota berpartisipasi.
- b) Juru bicara (atau presenter), berperan mempresentasikan laporan dan hasil diskusi.
- c) Perekam, berperan mencatat tugas, hasil kegiatan, dan menyiapkan laporan.
- d) Analisis strategi (atau reflektor), berperan mengidentifikasi strategi dan metode untuk pemecahan masalah.

Peran guru dalam model POGIL tidak hanya sekedar menjadi sumber pengetahuan, melainkan sebagai pembimbing siswa untuk mengembangkan keterampilan dan pemahamannya sendiri.

Hanson (2006) merumuskan empat peran guru dalam model POGIL, diantaranya:

1. *Leader* (Pemimpin), guru sebagai pemimpin akan menciptakan lingkungan belajar dengan cara seperti menjelaskan proses pembelajaran dan menentukan tujuan pembelajaran.
2. *Monitor/assessor* (Pengawas), guru sebagai pengawas akan memantau dan menilai kinerja siswa secara individu maupun

- kelompok. Guru akan memperoleh informasi tentang pemahaman, kesalahpahaman, dan kesulitan belajar yang dialami oleh siswa.
3. *Facilitator* (Fasilitator), guru sebagai fasilitator akan membantu siswa dalam memfasilitasi kesulitan siswa dari informasi yang telah didapatkan pada peran guru sebagai pengawas.
  4. *Evaluator* (Evaluatur), guru sebagai evaluator akan menutup pembelajaran dengan meminta anggota kelompok untuk melaporkan dan menjelaskan hasil yang telah didapat, kemudian memberikan evaluasi dari kegiatan yang telah dilakukan.

Hanson (2006) mengungkapkan bahwa model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) merupakan model yang menjelaskan hubungan antara tiga komponen utama dari pembelajaran kooperatif, inkuiri terbimbing, dan metakognisi. Melalui pembelajaran kooperatif yang dikombinasikan dengan aktivitas inkuiri terbimbing (*guided inquiry*), siswa memiliki kesempatan untuk secara aktif mengembangkan pemahaman mereka dalam diskusi kelompok. Slavin (2014) menyatakan bahwa pembelajaran kooperatif mengacu pada metode pembelajaran dimana siswa bekerja sama dalam kelompok kecil untuk saling membantu dalam mempelajari materi pelajaran.

Terdapat beberapa karakteristik yang hendaknya ditampilkan agar lingkungan kelas dapat dianggap sebagai implementasi POGIL, diantaranya disebutkan dalam The POGIL Project (2013):

1. Siswa diharapkan bekerja secara kolaboratif yang umumnya terdiri dari empat sampai lima orang dalam satu kelompok dan menetapkan peran dalam kelompoknya.
2. Cara pengajaran yang dominan bukanlah ceramah atau berpusat pada guru, melainkan guru berfungsi sebagai fasilitator selama proses pembelajaran. Siswa mengerjakan kegiatan selama jam pelajaran dengan kehadiran fasilitator.

3. Kegiatan dirancang sebagai pengenalan pertama terhadap topik atau materi tertentu dan dirancang khusus untuk implementasi POGIL.
4. Setiap kelompok siswa diharapkan menyelesaikan semua pertanyaan yang berkaitan dengan berpikir kritis (atau pertanyaan serupa lainnya) selama di kelas. Selain itu memungkinkan adanya latihan atau soal tambahan yang diharapkan diselesaikan di luar kelas.

Moog *et al.*, (2006) menyatakan ada dua aspek utama dalam desain kegiatan dalam model POGIL. Pertama, tahap eksplorasi awal harus mencakup informasi yang relevan sehingga siswa dapat mengembangkan konsep yang diinginkan. Kedua, urutan pertanyaan harus disusun dengan hati-hati untuk memungkinkan siswa mencapai kesimpulan yang tepat sambil mendorong pengembangan berbagai keterampilan proses. Beberapa pertanyaan pertama biasanya didasarkan pada pengetahuan awal siswa. Beberapa pertanyaan berikutnya akan membantu mendorong pemikiran, mengembangkan hubungan, menemukan pola, dan mengembangkan konsep siswa. Pertanyaan terakhir mungkin memerlukan pemikiran yang berbeda untuk menemukan hubungan atau mencari batasan untuk mengeneralisasikan pengetahuan dan pemahaman baru siswa. Dengan demikian, pertanyaan yang kompleks dapat membimbing kelompok siswa untuk menemukan konsep dan mengembangkan berbagai keterampilan. Sehingga dari pernyataan tersebut, model POGIL merupakan salah satu model pembelajaran yang dapat memberikan lingkungan yang akan mendukung untuk melatih atau mengembangkan kemampuan siswa dalam berpikir kritis.

### 2.1.2 Media Praktikum Berbasis Aplikasi *Smartphone*

Pembelajaran fisika berkaitan erat dengan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum mutlak ada karena merupakan penunjang dalam menambah pemahaman konsep fisika (Kustijono, 2011). Kegiatan praktikum secara langsung menurut Trnova (2015) dapat mendukung komponen pedagogi kreatif, mengembangkan kreativitas guru (*creative teaching*), dan kreativitas siswa (*creative learning*).

Pelaksanaan praktikum dapat meningkatkan motivasi belajar peserta didik, keterampilan dasar, kemampuan bereksperimen, dan dapat menjadi wahana belajar ilmiah yang menyenangkan. Akan tetapi, untuk menerapkan kegiatan praktikum dalam pembelajaran di sekolah masih memiliki hambatan, diantaranya, yaitu terkait biaya, waktu, dan alat dan bahan laboratorium yang terbatas (Gaffar, 2016). Penggunaan perangkat *smartphone* sebagai media praktikum dapat mengatasi masalah terbatasnya alat dan bahan laboratorium di sekolah dan mahalnnya biaya untuk membeli peralatan praktikum (Kapucu, 2017).

Saat ini, perkembangan pada perangkat *smartphone* sudah dilengkapi oleh berbagai sensor, diantaranya, yakni sensor suhu, sensor tekanan, sensor magnet, sensor percepatan, *sensor gyroscope*, *sensor proximity*, *sensor accelerometer*, sensor suara, dan lain sebagainya (Flara dkk., 2021). Penggunaan sensor pada *smartphone* dapat memudahkan dan membantu dalam pengalaman nyata pada pembelajaran fisika (Hidayah dkk., 2017).

Salah satu aplikasi yang dapat digunakan dalam kegiatan praktikum fisika adalah *Phyphox*. *Phyphox* (*Physical Phone Experiments*) merupakan aplikasi berbasis *android* dan *iphone* yang dikembangkan oleh RWTH Aachen University. *Phyphox* memberikan akses ke sensor *smartphone* baik secara langsung atau melalui eksperimen yang

kemudian menganalisis data yang dihasilkan atau bisa mengekspor data mentah bersama dengan hasil untuk analisis lebih lanjut (Phyphox.org, n.d). Aplikasi ini berguna untuk menunjang kegiatan pembelajaran fisika karena memiliki banyak fitur yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan segala kondisi (Carroll & Lincoln, 2020).

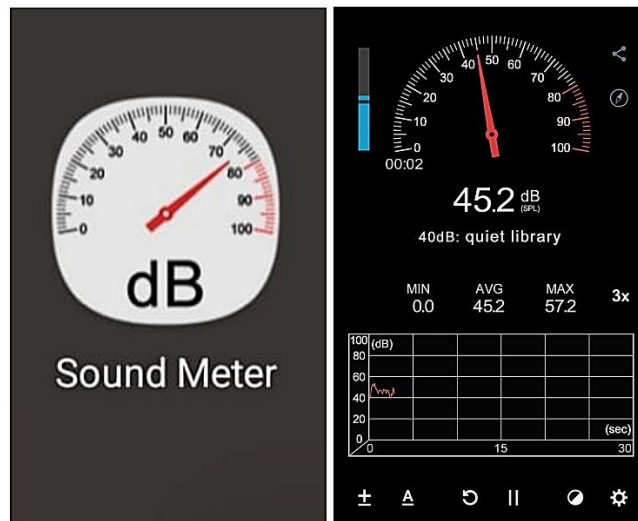
Salah satu fitur yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika materi gelombang bunyi dengan menggunakan aplikasi *Phyphox*, yakni pada fitur *acoustics*. Beberapa fitur *acoustics* pada *Phyphox* dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Aplikasi *Phyphox*.

Selain itu, aplikasi lain yang dapat menunjang dalam kegiatan praktikum terkait Gelombang Bunyi adalah *Sound Meter*. *Sound Meter* merupakan aplikasi yang memungkinkan untuk mengukur level *noise* di lingkungan sekitar dengan menggunakan mikrofon peranti android. Aplikasi ini akan menunjukkan besarnya volume suara dalam desibel dan referensi sebagai contoh (level biasa di jalan, di kantor yang hening, dan sebagainya). Besarnya volume yang

ditunjukkan, meskipun mungkin tidak persis, masih tetap akurat (Barem, 2015).



**Gambar 3.** Aplikasi *Sound Meter*.

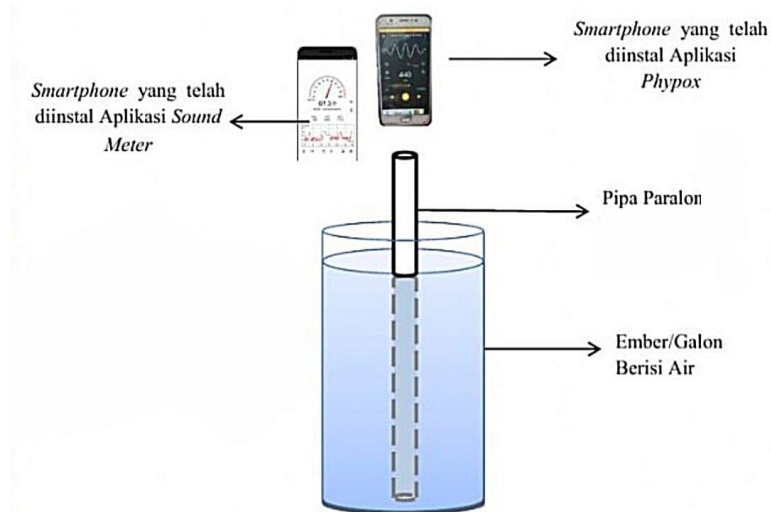
Aplikasi pengukur tingkat kebisingan ini menggunakan mikrofon *smartphone*. Ketika mikrofon menerima gelombang suara, gelombang suara tersebut diubah menjadi sinyal listrik. Semakin besar intensitas suara yang ditangkap oleh mikrofon maka semakin besar pula kuat sinyal listrik yang dihasilkan oleh mikrofon tersebut. Aplikasi kemudian memproses sinyal listrik dari mikrofon dan mengubahnya menjadi tingkat kebisingan dan menampilkannya pada layar *smartphone* (Guswantoro dkk., 2021).

Kegiatan praktikum yang dapat dilakukan dengan menggunakan aplikasi *phyphox* dan *sound meter* yakni pada materi Gelombang Bunyi. Gelombang bunyi merupakan salah satu materi fisika yang abstrak karena pola gelombang bunyi tidak dapat dilihat atau divisualisasikan oleh indera mata. Kesulitan dalam memvisualisasikan gelombang bunyi menjadi faktor terbesar untuk bisa memahami konsep bunyi dengan baik. Selain itu, materi gelombang bunyi sulit dipahami karena masih banyak siswa miskonsepsi dalam memahami

persamaan-persamaannya. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Witmann *et al.*, (2003) yang mengungkapkan bahwa miskonsepsi siswa pada materi gelombang bunyi sering terjadi pada materi perambatan gelombang bunyi. Hasil lainnya juga didapatkan dari penelitian oleh Caleon & Subramaniam (2010) yang menemukan bahwa siswa masih banyak yang mempercayai bahwa bunyi hanya bisa merambat di udara.

Studi yang dilakukan oleh Tongchai *et al.*, (2011) juga menemukan bahwa selain pada materi perambatan gelombang bunyi, siswa juga mengalami miskonsepsi pada materi cepat rambat bunyi. Selain itu, pokok-pokok bahasan pada materi gelombang bunyi juga jarang bahkan tidak pernah dilakukan menggunakan alat praktikum karena peralatan untuk mengukur besaran-besaran fisika yang berhubungan dengan bunyi, seperti intensitas bunyi, taraf intensitas bunyi, frekuensi bunyi dan kecepatan bunyi umumnya tidak tersedia di sekolah. Sehingga dibutuhkan media praktikum yang mampu untuk membantu siswa dalam menunjang pemahaman konsep gelombang bunyi dan memvisualisasikannya, yakni dengan bantuan aplikasi *smartphone*.

Salah satu fenomena bunyi yang dapat dilakukan praktikum dengan menggunakan aplikasi *smartphone* seperti *Phyphox* dan *Sound meter* yakni pada peristiwa resonansi bunyi. Peristiwa resonansi merupakan peristiwa bergetarnya suatu sistem fisis dengan nilai frekuensi tertentu akibat dipengaruhi oleh sistem fisis lain (sumber) yang bergetar dengan frekuensi tertentu pula di mana nilai kedua frekuensinya sama (Aminnudin, 2007).



**Gambar 4.** Percobaan Resonansi Bunyi.

Peristiwa resonansi dapat ditinjau dengan menggunakan kolom udara. Kolom udara dapat diperoleh dengan pipa paralon yang dimasukkan ke dalam sebuah ember/galon yang berisi air seperti pada Gambar 4. Kemudian mengatur panjang pipa paralon dengan menaik-turunkan permukaan air pada ember/galon. Sistem fisis sumber yakni *tone generator* pada aplikasi *Phyphox* yang dapat menghasilkan gelombang suara dengan nilai frekuensi yang berbeda-beda. Disisi lain, sistem fisis yang ikut bergetar yakni molekul udara pada kolom udara karena adanya perbedaan tekanan. Gelombang yang dihasilkan dalam kolom udara merupakan gelombang bunyi berdiri. Peristiwa resonansi terjadi ketika nilai dari frekuensi sumber sama dengan frekuensi gelombang bunyi pada kolom udara. Hal ini ditandai dengan terdengarnya bunyi yang paling nyaring atau saat amplitudo maksimum yang dapat dilihat pada aplikasi *Sound Meter* (Aminnudin, 2007).

Gelombang bunyi yang terbentuk dalam kolom udara memiliki nilai panjang gelombang tertentu yang memenuhi hubungan

$$\lambda = \frac{v}{f} \quad (2.1)$$

dimana:



$\lambda$  = panjang gelombang bunyi

$v$  = cepat rambat bunyi di (kolom) udara

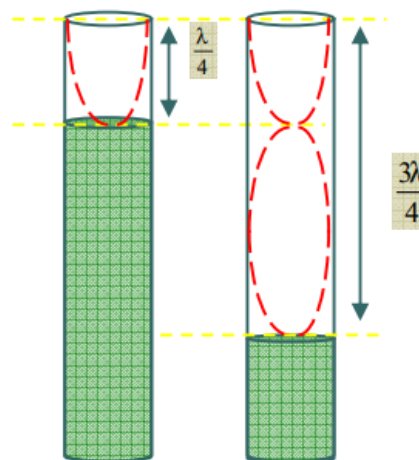
$f$  = frekuensi gelombang bunyi = frekuensi

Jika diketahui nilai frekuensi sumber, maka pada saat resonansi tersebut kita dapat menentukan nilai cepat rambat bunyi di udara. Peristiwa resonansi yang dapat terjadi lewat alat yang ditunjukkan oleh Gambar 4 bisa lebih dari satu kali. Hal ini dapat dilakukan dengan cara mengubah ketinggian kolom udara dengan cara menurunkan permukaan air dalam tabung seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Syarat terjadinya resonansi untuk sistem ini adalah:

$$L = n \frac{\lambda}{4} \quad (2.2)$$

Dimana  $L$  = panjang tabung

$n = 1, 3, 5, \dots$



**Gambar 5.** Perbedaan Ketinggian Kolom Udara Saat Resonansi.

Hal yang perlu diperhatikan adalah kita tidak dapat menentukan secara pasti letak perut simpangan yang terjadi pada gelombang bunyi dalam tabung, sehingga kita perkenalkan faktor koreksi ujung tabung  $\Delta L$ .

Jika resonansi pertama terjadi pada panjang tabung  $L_1$  maka:

$$L_1 + \Delta L = \frac{\lambda}{4} \quad (2.3)$$

dan jika resonansi kedua terjadi pada panjang tabung  $L_2$  maka

$$L_2 + \Delta L = \frac{3\lambda}{4} \quad (2.4)$$

Tabung juga akan beresonansi pada panjang  $L$  yang lain sesuai dengan rumusan (2.2) dengan nilai  $n$  ganjil. Adapun selisih dari tinggi resonansi berurutan adalah sebagai berikut.

$$\begin{aligned} \Delta L &= l_2 - l_1 \\ \Delta L &= \frac{3}{4}\lambda - \frac{1}{4}\lambda \\ \Delta L &= \frac{1}{2}\lambda \end{aligned} \quad (2.5)$$

(Tipler, 1991)

Adapun penelitian yang menggunakan aplikasi *smartphone* dalam kegiatan praktikum pembelajaran fisika, yakni Gibss *et al.*, (2019) dengan judul "*Proposal of Experimental Activities in Physics Class through the use of Smarthphones*" yang bertujuan untuk memanfaatkan *smartphone* sebagai media praktikum yang dapat mengembangkan keterampilan, kreativitas, dan pemikiran ilmiah siswa dengan menggunakan sensor *(in)elastic Collision* pada aplikasi *Phyphox* untuk merekam pergerakan bola golf yang sudah dijatuhkan dari ketinggian yang sudah ditentukan. Selain itu, terdapat praktikum pengukuran tingkat kebisingan dengan menggunakan aplikasi *smartphone* berupa *sound meter* yang dilakukan oleh Guswanto dkk., (2021) yang menghasilkan bahwa penggunaan aplikasi *Sound Meter* untuk mengukur tingkat kebisingan cukup akurat untuk menggambarkan situasi yang sebenarnya.

### 2.1.3 Kemampuan Berpikir Kritis

Bloom (1956) mengembangkan sebuah kontinum untuk mengkategorikan pertanyaan dan tanggapan dalam berpikir. Taksonomi Bloom ini meliputi unsur-unsur berikut: disusun dari terendah ke tingkat tertinggi: 1) pengetahuan: mengingat fakta-fakta tertentu, 2) pemahaman: menggambarkan dengan kata-kata sendiri, 3) aplikasi: menerapkan informasi untuk menghasilkan beberapa hasil, 4) menganalisis: pengelompokan sesuatu untuk menunjukkan bagaimana itu dipadukan, 5) sintesis: menciptakan, produk asli yang unik, dan 6) evaluasi: membuat keputusan tentang isu-isu. Tiga tingkat pertama dari sistem ini berurusan dengan orde yang lebih rendah kemampuan berpikir yang penting dalam meletakkan dasar bagi pemahaman yang lebih.

Menurut Facione (2013), berpikir kritis adalah penggunaan bukti, konsep, metode, kriteria, atau pertimbangan kontekstual yang menjadi dasar untuk mengambil keputusan tentang sesuatu yang mengarah pada interpretasi, analisis, evaluasi, kesimpulan, atau pengungkapan. Sedangkan menurut Ennis (2011), berpikir kritis merupakan bagian dari kemampuan berpikir tingkat tinggi, dengan demikian berpikir kritis mencakup kemampuan untuk menganalisis, mengevaluasi, dan menciptakan. Berpikir kritis adalah pemikiran yang masuk akal dan reflektif yang berfokus pada memutuskan apa yang harus dipercaya atau dilakukan.

Adapun indikator Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) yang diukur untuk penelitian ini, yaitu pada merujuk pada Ennis (2011) dengan penjabaran pada Tabel 3.

**Tabel 3.** Indikator Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) yang diukur menurut Ennis (2011).

<b>Indikator (1)</b>	<b>KBK (2)</b>	<b>Sub Indikator (3)</b>
Memberikan penjelasan sederhana	KBK 1	Memfokuskan dan menganalisis pertanyaan, bertanya serta menjawab pertanyaan terkait suatu penjelasan dan/ pernyataan.
Membangun keterampilan dasar	KBK 2	Mempertimbangkan apakah sumber informasi dapat diandalkan atau tidak dan mengamati serta menampilkan suatu laporan hasil observasi.
Menarik kesimpulan	KBK 3	Mendeduksi atau mempertimbangkan hasil deduksi, meninduksi atau mempertimbangkan hasil induksi, dan membuat serta menentukan nilai pertimbangan.
Memberikan penjelasan lanjut	KBK 4	Mengidentifikasi istilah dan definisi, pertimbangan dan dimensi, serta membuat asumsi.
Mengatur strategi/ dan taktik	KBK 5	Menentukan tindakan/perilaku dan berinteraksi dengan orang lain.

Berdasarkan pemaparan tersebut, kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan pada abad 21 yang penting dilatihkan untuk mencapai tujuan pelajaran fisika pada Kurikulum 2013. Kemampuan tersebut antara lain kemampuan dalam memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menarik kesimpulan, memberikan penjelasan lanjut, serta mengatur strategi dan taktik. Dalam penelitian ini dipertimbangkan bahwa kemampuan berpikir kritis Ennis (2011) sesuai dengan tahapan pada model POGIL sehingga lima indikator tersebut dapat dilatihkan dengan menerapkan model pembelajaran seperti POGIL. Sejalan dengan pendapat Barthlow (2011) yang menyatakan bahwa penerapan model POGIL dapat mereduksi sifat abstrak dan penyelidikan terbimbing (*guided inquiry*) dan dapat merangsang

kemampuan berpikir kritis siswa. Selain itu, penggunaan *smartphone* dalam pembelajaran diharapkan akan memberikan dampak positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa. Selaras dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Putranta & Dwandaru (2021) yang menunjukkan bahwa penggunaan *smartphone* dalam pembelajaran fisika memiliki pengaruh positif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

#### **2.1.4 Keterkaitan antara Model POGIL dengan Kemampuan Berpikir Kritis**

Keterkaitan antara model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) dengan kemampuan berpikir kritis terletak pada tujuan dari penerapan model POGIL itu sendiri, dimana tujuan penerapan model POGIL menurut Hanson (2006) antara lain mengembangkan keterampilan proses pada area belajar (*learning*), berpikir kritis (*critical thinking*) dan menyelesaikan masalah (*problem solving*); membuat siswa berpartisipasi aktif dalam pembelajaran; meningkatkan interaksi antar siswa dan interaksi antar guru dan siswa; menumbuhkan sikap positif terhadap sains; meningkatkan pembelajaran dengan teknologi informasi; serta mengembangkan keterampilan komunikasi dan kinerja kelompok. Chase *et al.*, (2013) menyatakan bahwa model POGIL merupakan sebuah model kolaboratif yang menggunakan inkuiri terbimbing dalam kegiatan eksplorasi, penemuan konsep, dan aplikasi, sehingga pemahaman konsep siswa dengan model POGIL berkembang secara kolaboratif. Hal ini akan meningkatkan keterampilan pemecahan masalah dan kemampuan berpikir kritis siswa yang dibuktikan dengan peningkatan kinerja siswa. Beberapa penelitian menunjukkan korelasi positif antara model POGIL dengan kemampuan berpikir kritis. Temuan penelitian mengungkapkan bahwa kemampuan berpikir kritis siswa dapat ditingkatkan dengan

menggunakan model POGIL (Aiman *et al.*, 2020; Artuz & Roble 2021; Diniyyah *et al.*, 2022). Dengan demikian dapat dipahami bahwa kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan yang hendak dicapai maupun ditingkatkan melalui tahapan kegiatan pada model POGIL.

### **2.1.5 Keterkaitan antara Aktivitas Praktikum dengan Kemampuan Berpikir Kritis**

Pembelajaran fisika erat kaitanya dengan percobaan-percobaan yang dilakukan guna membuktikan peristiwa alam yang terjadi pada kehidupan. Kegiatan tersebut dapat dilakukan dengan melaksanakan praktikum. Praktikum merupakan salah satu metode pembelajaran fisika yang dapat ditempuh oleh guru untuk mengatasi kesulitan belajar pada siswa (Wenno dkk., 2016). Lipman (1988) menggambarkan berpikir kritis sebagai suatu proses kompleks yang mengoreksi diri sendiri dan berdasarkan standar objektivitas, kegunaan, atau konsistensi yang diperlukan siswa untuk merefleksikan kepastian pemikirannya. Dengan kata lain, siswa harus mempertahankan pemikirannya dengan bukti.

Untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir tersebut, guru dapat menggunakan kegiatan instruksional yang bertujuan untuk mengembangkan proses tersebut, salah satunya dengan menggunakan kegiatan praktikum. Kegiatan praktikum dapat melibatkan siswa secara aktif dalam mengembangkan keterampilan dan sikap ilmiah sehingga proses pembelajarannya dapat melatih aspek kognitif, aspek afektif dan aspek psikomotorik siswa. Sehingga pembelajaran fisika dengan aktivitas praktikum erat kaitannya untuk mengembangkan keterampilan siswa seperti kemampuan berpikir (*hands-on* dan *minds-on*) karena siswa dituntut aktif dalam

menyelesaikan masalah serta berpikir kritis dalam menganalisis dan mengaplikasikan konsep.

### 2.1.6 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme berasal dari kata “konstruktif” dan “isme”. Kata “konstruktif” memiliki arti bersifat membina, memperbaiki, dan membangun, sedangkan “isme” dalam kamus Bahasa Indonesia berarti paham atau aliran. Pandangan konstruktivis dalam pembelajaran mengatakan bahwa siswa diberi kesempatan agar menggunakan strateginya sendiri dalam belajar secara sadar, sedangkan guru yang membimbing siswa ke tingkat pengetahuan yang lebih tinggi (Masgumelar & Mustafa, 2021). Secara khusus, konstruktivisme memiliki arti bahwa siswa secara aktif membangun pengetahuan dan pemahaman mereka sendiri dengan mensintesis pengetahuan yang sudah mereka miliki dengan pengetahuan baru (Jordan *et al.*, 2008).

Teori konstruktivisme sangat penting untuk diterapkan pada siswa untuk menciptakan sumber daya manusia yang dapat beradaptasi dengan tuntutan zaman yang semakin maju dalam perkembangan pengetahuan dan teknologi. Hal ini sejalan dengan desain Pendidikan menurut UNESCO, yaitu: (1) *learning to know*, (2) *learning to do*, (3) *learning to be*, (4) *learning to live together* (Huang *et al.*, 2020; Nurhayati, 2018). Prinsip-prinsip konstruktivisme menurut Suparno (1997) antara lain: 1) pengetahuan dibangun oleh siswa secara aktif, 2) tekanan dalam proses belajar terletak pada siswa, 3) mengajar adalah membantu siswa belajar, 4) tekanan dalam proses belajar lebih pada proses bukan pada hasil akhir, 5) kurikulum menekankan partisipasi siswa, dan 6) guru adalah fasilitator.

Teori Konstruktivisme dalam pembelajaran merupakan ide-ide atau gagasan yang mengharuskan siswa sendiri untuk mengamati dan menemukan selanjutnya ditransformasikan serta diinterpretasikan sendiri suatu informasi. Salah satu pembelajaran yang mengarahkan siswa untuk mengkonstruksikan pengetahuannya sendiri dengan melibatkan peserta didik secara aktif adalah *Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL)* (Sen *et al.*, 2015).

Berdasarkan pemaparan di atas, untuk melatih kemampuan berpikir kritis siswa, dibutuhkan proses yang melibatkan cara dan strategi belajar seperti menerapkan model pembelajaran POGIL dengan berbantuan teknologi berupa media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* sehingga dapat menuntut siswa untuk membangun pengetahuan mereka sendiri dan berkembang dalam teknologi. Hal tersebut berkaitan dengan teori belajar konstrutivisme.

## 2.2 Penelitian yang Relevan

Adapun beberapa penelitian yang relevan dengan judul penelitian yang telah dikaji oleh peneliti dapat dilihat pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Penelitian yang Relevan



No (1)	Nama Penulis/ Tahun (2)	Judul (3)	Hasil Penelitian (4)
1.	Toyo, E., Aji, S. D., & Sundaygara, C. (2019)	<i>The Effect of POGIL Model Toward Science Process Skills and Physics Acquisition of Student</i>	Hasil penelitian didapatkan bahwa terdapat perbedaan keterampilan proses sains dan penguasaan konsep fisika antara siswa yang belajar dengan model POGIL dan siswa yang belajar dengan pembelajaran langsung ( <i>direct instruction</i> ), serta terdapat interaksi antara model POGIL dan KPS terhadap penguasaan konsep fisika siswa.
2.	Sukariasih, E L., Sahara, L., Hariroh, L., & Fayanto, S. (2019)	<i>Studies the use of Smartphone Sensor for Physics Learning</i>	Hasil penelitian ini didapatkan bahwa terdapat berbagai jenis aplikasi <i>smartphone</i> yang memiliki sensor-sensor yang dapat digunakan sebagai media dalam pembelajaran fisika.
3.	Fatmala, F. D., Suyanto, E., Wahyudi, I., & Herlina, K. (2020)	<i>The Effect of GIL Assisted Phyphox in Physics Learning towards Creative Thinking</i>	Hasil penelitian didapatkan bahwa keterampilan berpikir kreatif siswa meningkat setelah diberikan perlakuan berupa pembelajaran dengan <i>Guided Inquiry Laboratorium</i> (GIL) berbantuan aplikasi <i>Phyphox</i> pada materi Getaran Harmonik Sederhana.
4.	Aprilia, N. N. (2022)	Pengaruh Praktikum Menggunakan Sensor <i>Smartphone</i> dengan <i>Media Physics Toolbox Sensor Suite</i> Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Pembelajaran Hukum Newton Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa	Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan sensor <i>smartphone</i> pada kegiatan praktikum siswa berbasis inkuiri terbimbing memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kemampuan berpikir tingkat tinggi siswa pada materi Hukum Newton.

### 2.3 Kerangka Pemikiran

Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu kemampuan yang sangat penting di abad 21. Tujuan pelajaran fisika pada Kurikulum 2013 juga menekankan untuk siswa dapat dapat mengembangkan diri dalam berpikir kritis. Kenyataannya, kemampuan berpikir kritis siswa di SMA pada materi fisika cenderung rendah. Alternatif pembelajaran yang dapat dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut, yakni dengan menerapkan sebuah model pembelajaran yang berpusat pada siswa, salah satunya dengan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*). Model POGIL dianggap dapat membuat siswa untuk berperan aktif dan mengonstruksi pemahamannya sendiri dalam kelompok kecil dengan aktivitas inkuiri terbimbing. Sintaks model POGIL menurut Hanson (2006) antara lain, *orientation* (orientasi), *exploration* (eksplorasi), *concept formation* (pembentukan konsep), *application* (aplikasi), dan *closure* (penutup).

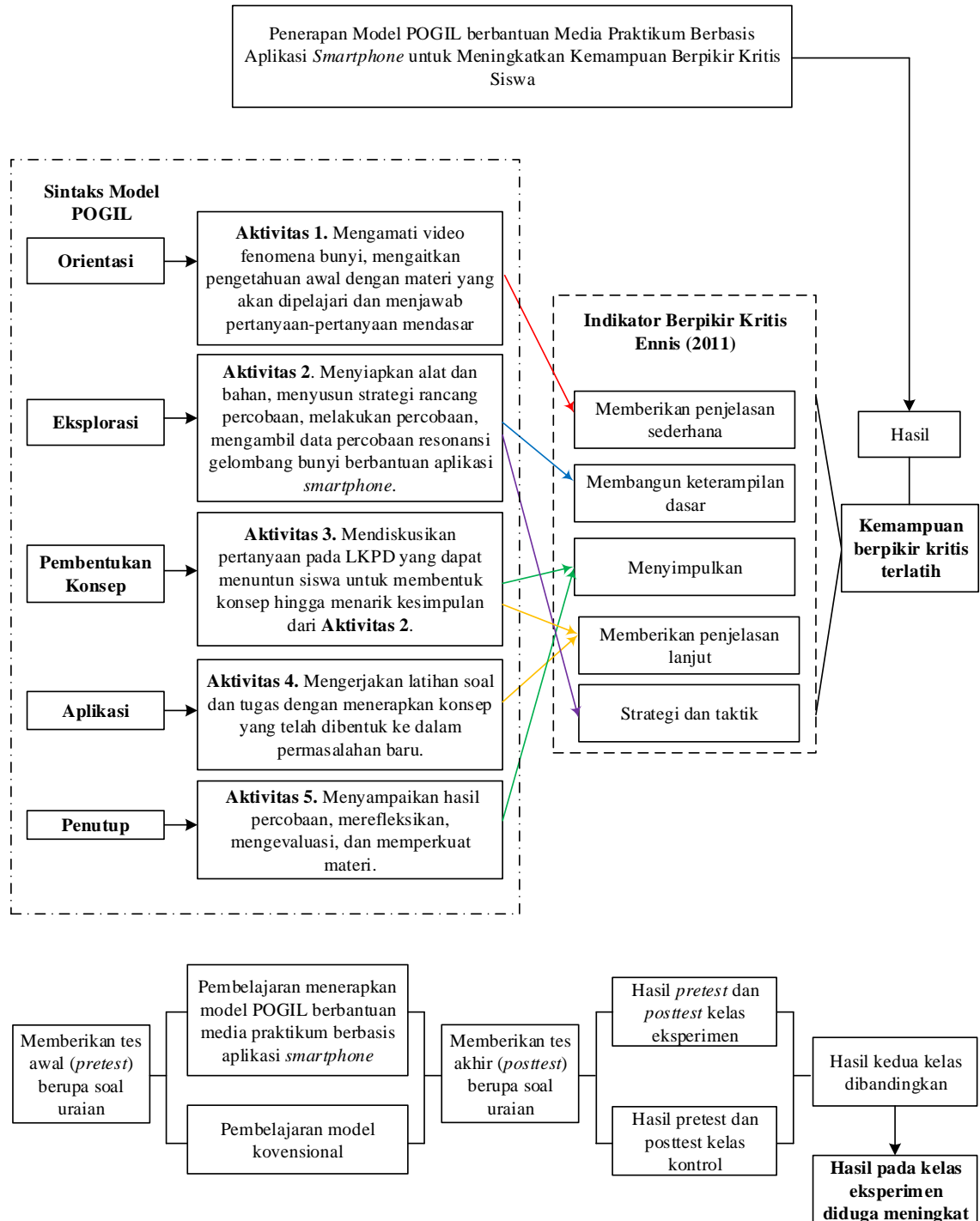
Selain model pembelajaran, media pembelajaran juga mempunyai peranan penting untuk menciptakan pembelajaran yang efektif dan esensial. Model POGIL dapat dikombinasikan dengan memanfaatkan teknologi sebagai media praktikum untuk menuntun siswa dalam melakukan kegiatan penyelidikan. Kemampuan dalam menerapkan teknologi dalam pendidikan abad ini sangat diperlukan baik bagi guru maupun siswa. Guru dituntut untuk dapat mengembangkan pengetahuan dalam mengintegrasikan teknologi dalam pembelajaran di sekolah yang disebut dengan TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*). Sedangkan siswa dituntut untuk dapat beradaptasi dengan teknologi. *Smartphone* sebagai salah satu teknologi dapat menjadi media pembelajaran yang dapat menunjang aktivitas siswa di kelas. Dengan dikombinasikannya model POGIL dan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* diharapkan dapat melatih maupun meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa.

Indikator kemampuan berpikir kritis siswa yang diukur pada penelitian ini merujuk pada Ennis (2011) dengan indikator memberikan penjelasan sederhana, membangun keterampilan dasar, menarik kesimpulan,

memberikan penjelasan lanjut, serta mengatur strategi dan taktik.

Pengukuran kemampuan berpikir kritis siswa dapat dilakukan berdasarkan perbandingan nilai *pretest* dan *posttest* yang diberikan kepada siswa setelah diberikan perlakuan dengan menerapkan model POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone*.

Melalui aktivitas pada tahap orientasi diharapkan mampu melatih kemampuan memberikan penjelasan sederhana siswa. Aktivitas pada tahap eksplorasi diharapkan mampu melatih kemampuan membangun keterampilan dasar dan kemampuan mengatur strategi/taktik. Aktivitas pada tahap pembentukan konsep diharapkan mampu melatih kemampuan memberikan penjelasan lanjut dan menarik kesimpulan. Aktivitas pada tahap aplikasi diharapkan mampu melatih kemampuan siswa dalam memberikan penjelasan lanjut. Serta aktivitas pada tahap penutup diharapkan mampu melatih kemampuan siswa dalam menarik kesimpulan. Bagan yang menggambarkan mengenai kerangka pemikiran dapat dilihat pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Kerangka Pemikiran.

## 2.4 Anggapan Dasar

Anggapan dasar penelitian berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir, yaitu.

1. Kelas kontrol dan kelas eksperimen memiliki kemampuan awal yang sama.
2. Pembelajaran materi Gelombang Bunyi menggunakan model POGIL berbantuan media praktikum berbasis *smartphone* belum pernah diterapkan sebelumnya.
3. Faktor-faktor di luar penelitian diabaikan.

## 2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran di atas maka diajukan hipotesis sebagai berikut.

$H_0$  : Penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* dinilai tidak efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

$H_1$  : Penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* dinilai efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

### **III. METODE PENELITIAN**

#### **3.1 Pelaksanaan Penelitian**

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 di SMA Negeri 14 Bandar Lampung, yang beralamat di Jalan Perum Bukit Kemiling Permai (BKP), Kemiling Permai, Kemiling, Kota Bandar Lampung, Lampung, 35152.

#### **3.2 Populasi dan Sampel Penelitian**

Populasi dalam penelitian ini adalah 198 siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 14 Bandar Lampung pada semester genap tahun ajaran 2022/2023. Sampel dalam penelitian ini menggunakan dua kelas sebagai sampel, yaitu kelas XI MIPA 2 sebagai kelas eksperimen dan XI MIPA 4 sebagai kelas kontrol. Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik *purposive sampling*.

#### **3.3 Variabel Penelitian**

Variabel pada penelitian ini terdiri atas dua variabel, yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone*, sedangkan variabel terikatnya adalah kemampuan berpikir kritis siswa.

### 3.4 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *quasi eksperiment design* dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*, yakni satu kelas eksperimen diberi perlakuan tertentu dan satu kelas lain dijadikan sebagai kelas kontrol. Kedua kelas melakukan pengujian soal *pretest* sebelum diberikan perlakuan dan *posttest* setelah diberi perlakuan kemudian untuk mengukur perubahan kemampuan berpikir kritis. Desain penelitian secara umum merujuk pada Arikunto (2013) yang dapat dilihat pada Tabel berikut.

**Tabel 5.** Desain Penelitian Kelas Eksperimen

<i>Pretest</i> ( $O_1$ )	<i>Treatment</i> ( $X_1$ )	<i>Posttest</i> ( $O_2$ )
Mengerjakan soal <i>pretest</i> kemampuan berpikir kritis	Memberikan instrumen tes berupa soal uraian kemampuan berpikir kritis	Mengerjakan soal <i>posttest</i> kemampuan berpikir kritis
	<p><b>Orientasi (<i>Orientation</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menyajikan video berupa <i>slide</i> PPT terkait seorang yang bermain seruling</li> <li>• Guru memberikan pertanyaan-pertanyaan mendasar dari video yang telah disajikan</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam memberikan umpan balik pertanyaan dan jawaban siswa antar kelompok</li> <li>• Guru membimbing siswa dalam merumuskan masalah dan menyusun hipotesis</li> </ul> <p>Tahap ini melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa untuk memberikan penjelasan sederhana.</p>	
	<p><b>Eksplorasi (<i>Exploration</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru mengarahkan siswa untuk merancang percobaan resonansi gelombang bunyi dengan berbantuan media praktikum berbasis aplikasi <i>smartphone</i></li> <li>• Siswa dibimbing dalam menyiapkan alat dan bahan,</li> </ul>	

---

menyusun rancangan percobaan,  
dan melakukan percobaan  
resonansi gelombang bunyi

- Guru memonitoring aktivitas eksplorasi siswa dalam kelompok
- Siswa dibimbing untuk menganalisis data hasil percobaan

Tahap ini melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa untuk membangun keterampilan dasar dan mengatur strategi/taktik.

---

### **Pembentukan Konsep (*Concept Formation*)**

- Guru mengarahkan siswa dalam diskusi kelompok untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan pada LKPD yang dapat membentuk konsep siswa
- Siswa dibimbing untuk membuat grafik berdasarkan tabel hasil percobaan
- Siswa bersama kelompok berdiskusi dan mencari sumber literatur lain terkait pola gelombang bunyi saat terjadi resonansi
- Guru bersama siswa menyamakan persepsi mengenai konsep resonansi gelombang bunyi

Tahap ini melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa untuk memberikan penjelasan lanjut dan menarik kesimpulan.

---

### **Aplikasi (*Application*)**

- Guru menginstruksikan siswa untuk mengerjakan latihan soal pada LKPD
- Siswa dibimbing untuk mengaplikasikan konsep yang telah dibentuk ke dalam persoalan yang baru didukung oleh berbagai sumber literatur
- Siswa diberikan tugas yang harus dikerjakan di luar jam sekolah

Tahap ini melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa untuk memberikan penjelasan lanjut.

---



---

<p><b>Penutup (<i>Closure</i>)</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Guru menginstruksikan kepada perwakilan kelompok untuk menyampaikan hasil percobaan yang sebelumnya telah dilakukan</li> <li>• Siswa bersama kelompok saling menanggapi hasil presentasi kelompok lain</li> <li>• Siswa menarik kesimpulan hasil percobaan</li> <li>• Siswa bersama guru merefleksikan, mengevaluasi, dan menguatkan materi yang telah dipelajari</li> </ul> <p>Tahap ini melatih Kemampuan Berpikir Kritis (KBK) siswa untuk memberikan penjelasan sederhana.</p>
--

---

**Tabel 6.** Desain Penelitian Kelas Kontrol

<i>Pretest</i> ( $O_3$ )	<i>Treatment</i> ( $X_2$ )	<i>Posttest</i> ( $O_4$ )
Mengerjakan soal <i>pretest</i> kemampuan berpikir kritis	Memberikan instrumen tes berupa soal uraian kemampuan berpikir kritis Guru membuka pembelajaran dan menyampaikan tujuan pembelajaran Guru menyajikan materi Gelombang Bunyi menggunakan PPT Guru melakukan tanya jawab dengan siswa Guru memberikan latihan soal terkait Gelombang Bunyi Guru menutup pembelajaran dan memberikan tugas	Mengerjakan soal <i>posttest</i> kemampuan berpikir kritis

Keterangan:

$O_1$  = Nilai *Pretest* Kemampuan Berpikir Kritis pada kelas eksperimen.

$O_2$  = Nilai *Posttest* Kemampuan Berpikir Kritis pada kelas eksperimen.

$O_3$  = Nilai *Pretest* Kemampuan Berpikir Kritis pada kelas kontrol.

$O_4$  = Nilai *Posttest* Kemampuan Berpikir Kritis pada kelas kontrol.

$X_1$  = Pembelajaran dengan model pembelajaran POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone*.

$X_2$  = Pembelajaran dengan model pembelajaran konvensional.

### 3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian yang telah dilakukan dalam penelitian, yaitu:

#### 1. Tahap Persiapan

Adapun kegiatan yang telah dilakukan pada tahap persiapan adalah sebagai berikut.

- a) Peneliti mengurus perizinan penelitian pendahuluan di SMA Negeri 14 Bandar Lampung.
- b) Peneliti melakukan penelitian pendahuluan berupa wawancara dengan guru mata pelajaran Fisika SMA Negeri 14 Bandar Lampung untuk mengetahui keadaan awal siswa.
- c) Peneliti menentukan sampel penelitian bersama dengan guru mata pelajaran Fisika SMA Negeri 14 Bandar Lampung.
- d) Peneliti mengkaji teori yang relevan dengan judul penelitian
- e) Peneliti mempersiapkan RPP, LKPD, dan instrumen penelitian yang digunakan saat pelaksanaan penelitian.

#### 2. Tahap Pelaksanaan

Adapun kegiatan yang telah dilakukan pada tahap pelaksanaan adalah sebagai berikut.

**Tabel 7.** Tahap Pelaksanaan Penelitian

<b>Kelas Eksperimen</b>	<b>Kelas Kontrol</b>
Peneliti mengukur kemampuan berpikir kritis awal siswa dengan memberikan <i>pretest</i>	Peneliti mengukur kemampuan berpikir kritis awal siswa dengan memberikan <i>pretest</i>
Siswa diberikan perlakuan menggunakan model POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi <i>smartphone</i>	Siswa diberikan perlakuan menggunakan model pembelajaran konvensional

Peneliti memberikan <i>posttest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis akhir siswa	Peneliti memberikan <i>posttest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis akhir siswa
--	--

### 3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang telah dilakukan pada tahap akhir adalah sebagai berikut.

- a) Peneliti mengolah data *pretest* dan *posttest* siswa yang telah diperoleh selama penelitian.
- b) Peneliti membandingkan hasil analisis data tes sebelum dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa.
- c) Peneliti menarik kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data.
- d) Peneliti menyusun laporan akhir penelitian.

## 3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat bantu yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data penelitian dan informasi tentang variabel obyektif untuk menjawab permasalahan yang terdapat dalam penelitian. Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu instrumen pengukuran kemampuan berpikir kritis siswa yang berupa lembar tes soal. Instrumen ini digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* yang berbentuk soal uraian.

## 3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen diberikan kepada sampel, instrumen harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas yang dapat diuji menggunakan program *IBM SPSS Statistics 24.0*.

### 3.7.1 Uji Validitas

Uji validitas suatu instrumen digunakan untuk mengukur valid atau tidaknya suatu instrumen. Sebuah instrumen dikatakan valid apabila instrumen tersebut dapat mengukur apa yang hendak diukur. Untuk mencari validitas instrument dapat menggunakan rumus berikut.

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

Keterangan:

- $r_{XY}$  = Koefisien korelasi  
 $n$  = Jumlah responden uji coba  
 $X$  = skor tiap item  
 $Y$  = skor seluruh item responden uji coba

Adapun tabel interpretasi mengenai besarnya validitas instrumen, yaitu sebagai berikut.

**Tabel 8.** Interpretasi Koefisien Korelasi

Koefisien	Interpretasi
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Cukup
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013)

Uji validitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 24.0. Berikut merupakan hasil uji validitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang dapat dilihat pada Tabel 9.

**Tabel 9.** Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis

<b>Butir Soal</b>	<b><i>Pearson Correlation</i></b>	<b>Keterangan</b>
1	0.654	Valid
2	0.445	Valid
3	0.635	Valid
4	0.539	Valid
5	0.513	Valid
6	0.889	Valid

Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai  $r_{\text{tabel}}$ , yaitu sebesar 0.4438.

Berdasarkan hasil uji validitas instrumen kemampuan berpikir kritis siswa pada materi Gelombang Bunyi diketahui bahwa 6 butir soal semuanya valid dengan nilai *Pearson Correlation*  $> 0.4438$ .

### 3.7.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas tidak sama dengan validitas, tinggi rendahnya reliabilitas ditunjukkan oleh suatu angka yang disebut nilai koefisien reliabilitas. Untuk mencari reliabilitas instrumen dapat menggunakan rumus alpha, yaitu:

$$r_i = \left( \frac{n}{n-1} \right) \left( 1 - \frac{\sum \delta_i^2}{\delta_t^2} \right)$$

(Arikunto, 2013)

Keterangan:

$r_i$  = Koefisien reliabilitas *Alfa Cronbach*

$n$  = Jumlah item soal

$\sum \delta_i^2$  = Jumlah varian skor tiap item

$\delta_t^2$  = Varians total

Rumus varians item dan varians total,

$$\delta_i^2 = \frac{JKi}{n} - \frac{JKs}{n^2}$$

$$\delta_i^2 = \frac{\sum X_t^2}{n} - \frac{(\sum X_t)^2}{n^2}$$

Keterangan:

$\delta_t^2$	= Varians total
$JKi$	= jumlah kuadrat seluruh skor item
$JKs$	= Jumlah kuadrat subjek
$n$	= Jumlah responden
$\delta_i^2$	= Varians tiap item
$X_t$	= Skor total

Suatu instrumen dapat dikatakan reliabel jika mempunyai nilai koefisien *alpha cronbach* yang diinterpretasikan, seperti pada Tabel 10 berikut.

**Tabel 10.** Ukuran Kemampuan *Alpha*

Nilai <i>Alpha Cronbach's</i>	Kualifikasi nilai
$0,00 \leq r_{11} \leq 0,20$	Sangat Rendah
$0,21 \leq r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,41 \leq r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,61 \leq r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,81 \leq r_{11} \leq 1,00$	Sangat Tinggi

(Arikunto, 2013)

Uji reliabilitas soal dalam penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 24.0. Berikut merupakan hasil uji reliabilitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis yang dapat dilihat pada Tabel 11.

**Tabel 11.** Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis

<i>Cronbach's Alpha</i>	<i>N of Items</i>
0.666	6

Berdasarkan Tabel 11, diketahui bahwa nilai *Cronbach's Alpha* yang diperoleh pada instrumen tes sebesar 0.666 (kategori tinggi merujuk pada Tabel 10) sehingga nilai tersebut menyatakan bahwa instrumen penelitian reliabel untuk digunakan.

Instrumen tes yang telah valid dan reliabel selanjutnya digunakan untuk *pretest* dan *posttest* pada penelitian efektivitas model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

### 3.8 Teknik Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan teknik pengumpulan data berupa hasil tes dengan menggunakan soal *pretest* dan *posttest*. Langkah-langkah pengumpulan data adalah sebagai berikut:

- a) *Pretest* dilakukan sebelum kegiatan pembelajaran dilaksanakan
- b) *Posttest* dilakukan sesudah kegiatan pembelajaran dilaksanakan

Rata-rata *N-Gain* diperoleh berdasarkan nilai *pretest* dan *posttest*. Tes yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa dari penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone*.

Penilaian ini menggunakan rumus:

$$\text{Nilai siswa} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{Skor Maksimum}} \times 100\%$$

Nilai siswa dilihat dari kriteria berikut:

$\geq 80$  = Baik Sekali

66 – 79 = Baik

56 – 65 = Cukup

40 – 55 = Kurang

< 40 = Kurang Sekali

### 3.9 Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

#### 3.9.1 Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini merupakan hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir kritis siswa. Data kemudian dianalisis menggunakan *N-Gain* untuk mengidentifikasi perbedaan nilai *pretest* dan *posttest* setelah diberikan perlakuan.

Untuk menentukan nilai *N-Gain* pada suatu penelitian maka diperlukan rumus sebagai berikut.

$$(g) = \frac{Posttest - Pretest}{Skor Maks - Pretest}$$

Keterangan:

*g* = Gain Score Ternormalisasi  
*pretest* = Skor *Pretest* (Tes Awal) Siswa  
*posttest* = Skor *Posttest* (Tes Akhir) Siswa  
*skor maks* = Skor Maksimum

**Tabel 12.** Klasifikasi Gain

Rata-rata gain ternormalisasi	Klasifikasi
$g > 0,70$	Tinggi
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Sedang
$g < 0,3$	Rendah

(Meltzer, 2002)



### 3.9.2 Pengujian Hipotesis

Syarat melakukan pengujian lebih lanjut data tersebut terdistribusi normal atau tidak kemudian diuji homogenitas. Data yang diperoleh dalam penelitian adalah data kognitif sebelum dan sesudah pembelajaran.

#### 1. Uji Normalitas

Uji normalitas digunakan untuk mengetahui apakah data dari hasil pembelajaran dengan menerapkan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* tersebut telah berdistribusi normal atau tidak. Pengumpulan data ini menggunakan metode *Kolmogorov-Smirnov* pada SPSS 24.0 yang dapat dihitung berdasarkan nilai signifikansi dan probabilitas.

##### a) Rumusan Hipotesis

$H_0$  : Data terdistribusi normal

$H_1$  : Data tidak terdistribusi normal

##### b) Kriteria uji

Tolak  $H_0$  jika nilai Sig. atau nilai probabilitas  $p < 0,05$

Terima  $H_0$  jika nilai Sig. Atau nilai probabilitas  $p > 0,05$

#### 2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menentukan sama tidaknya variansi dua buah distribusi data atau lebih. Uji homogenitas ini menggunakan rumus sebagai berikut.

$$F = \frac{S_1^2}{S_2^2}$$

Keterangan:

$S_1^2$  = Varians Terbesar

$S_2^2$  = Varians Terkecil

Jika  $F_{hitung} < F_{tabel}$  maka data dapat disebut homogen. Namun, jika  $F_{hitung} > F_{tabel}$  maka data disebut tidak homogen. Data yang homogen selanjutnya dilakukan uji hipotesis parametrik, namun jika data tidak homogen maka dilakukan uji hipotesis non-parametrik.

### 3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis menggunakan *Independent Sample T-Test* (Statistik Parametrik) karena data terdistribusi normal. *Independent Sample T-Test* merupakan uji yang digunakan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidak antara kedua sampel data. Uji ini dianalisis menggunakan *software SPSS 24.0*.

#### a) Hipotesis

$H_0$  : Penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* dinilai tidak efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

$H_1$  : Penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* dinilai efektif terhadap kemampuan berpikir kritis siswa SMA.

#### b) Kriteria Uji

Tolak  $H_0$  jika nilai Sig. atau nilai probabilitas  $p < 0,05$

Terima  $H_0$  jika nilai Sig. atau nilai probabilitas  $p > 0,05$

### 4. *Effect Size*

Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas terhadap variabel terikat dalam sebuah penelitian. Dalam penelitian ini, besarnya nilai *effect size* diasumsikan sebagai besarnya efektifitas model POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* terhadap kemampuan berpikir kritis siswa.

Berikut ini adalah rumus *effect size* menurut Cohen (2007):

$$d = \frac{Y_e - Y_c}{S_c}$$

Keterangan:

$d$  = *Effect size*

$Y_e$  = Nilai rata-rata perlakuan kelas eksperimen

$Y_c$  = Nilai rata-rata perlakuan kelas kontrol

$S_c$  = Simpangan baku kelompok pembanding

Interpretasi nilai *Effect Size* dapat dilihat pada Tabel 13 sebagai berikut.

**Tabel 13.** Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Tinggi
$0,5 \leq d \leq 0,8$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,5$	Rendah

(Cohen, 2007)

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Simpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan di SMA Negeri 14 Bandar Lampung pada Semester Genap Tahun Ajaran 2022/2023 dengan dua kelas sampel dapat ditarik kesimpulan bahwa penerapan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* dinilai efektif terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis siswa. Hal ini dibuktikan dengan nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,71 lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,58. Hasil lain dari data uji hipotesis *Independent Sample T-Test* diperoleh nilai Sig. (*2-tailed*) sebesar 0,000 dan besarnya efektivitas penerapan model pembelajaran POGIL berbantuan media praktikum berbasis aplikasi *smartphone* ditunjukkan dari nilai *Cohen's d* yakni 1,85 dengan kategori tinggi.

### 5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, disarankan hal-hal sebagai berikut.

1. Peneliti yang akan menggunakan model POGIL (*Process Oriented Guided Inquiry Learning*) disarankan untuk menjelaskan model tersebut secara rinci sebelum diterapkan kepada siswa sehingga

siswa mengetahui peran yang harus dilakukan pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung. Selain itu, perlu memperhatikan pengelolaan waktu, pengkondisian kelas, dan keterlaksanaan tahapan model POGIL sehingga dapat memperoleh hasil yang maksimal.

2. Percobaan yang dilakukan menggunakan aplikasi *smartphone* disarankan dilakukan dengan pendampingan guru secara langsung.
3. Penggunaan aplikasi *smartphone* seperti *Phyphox* dapat digunakan untuk materi Fisika lainnya.

## DAFTAR PUSTAKA

- Aiman, U., Hasyda, S., Uslan. (2018). The Influence of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) Model Assisted by Realia Media to Improve Scientific Literacy and Critical Thinking Skill of Primary School Students. *European J Ed Res.* 2020;9(4):1635-1647.
- Aminudin, A. (2007). *Praktikum Fisika Dasar 1: Resonansi*. Bandung: Laboratorium Fisika Dasar FMIPA UPI.
- Andriani, S., Nurlaelah, E., & Yulianti, K. (2019). The Effect of Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) Model Toward Students' Logical Thinking Ability in Mathematics. In *Journal of Physics: Conference Series*, Vol. 1157, No. 4.
- Aprilia, N., N. (2022). *Pengaruh Praktikum Menggunakan Sensor Smartphone dengan Media Physics Toolbox Sensor Suite Berbasis Inkuiri Terbimbing Pada Pembelajaran Hukum Newton Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Siswa* (Skripsi). Universitas Lampung.
- Aunurrahman. (2009). *Belajar dan Pembelajaran*. Bandung: Alfabeta.
- Ardiyanti, F., & Nuroso, H. (2021). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI MIPA dalam Pembelajaran Fisika. *Karst: Jurnal Pendidikan Fisika dan Terapannya*, 4(1), 21-26.
- Arikunto, S. (2013). *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Artuz, J. K. A., & Roble, D. B. (2021). Developing Students' Critical Thinking Skills In Mathematics Using Online-Process Oriented Guided Inquiry Learning (O-POGIL). *American Journal of Educational Research*, 9(7), 404-409.
- Barem, N. (2015). Sound Meter. Diakses pada Oktober 2022, dari <https://sound-meter.id.uptodown.com/android>.

- Barthlow, M. J. (2011). *The Effectiveness of Process Guided Inquiry Learning to Reduce Alternate Conception in Secondary Chemistry* (Disertasi). Lynchburg: Liberty University.
- Bloom, B. S. (1956). *Taxonomy Of Education Objectives Handbook I: cognitive Domain*. New York: David MsKay.
- Caleon, I. S., & Subramaniam, R. (2010). Three Tier Diagnostic Instrument For Investigating Alternative Conceptions. *Asian Pacific Education Research Association Conference*.
- Carroll, R., & Lincoln, J. (2020). Phyphox App in the Physics Classroom. *The Physics Teacher*, 58(8), 606-607.
- Chase, A., Pakhira, D., & Stains, M. (2013). Implementing Process-Oriented, Guided-Inquiry Learning for the First Time: Adaptations and Short-Term Impacts on Students' Attitude and Performance. *Journal of Chemical Education*, 90, 409-416.
- Curto, K., & Bayer, T. (2005). An Intersection of Critical Thinking and Communication Skills. *Journal of Biological Science*, 3(2), 12.
- Devi, E. K., Sulistri, E., & Rosdianto, H. (2019). Pengaruh Model Pembelajaran *Process Oriented Guided Inquiry Learning* (POGIL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Pada Materi Hukum Archimedes. *Konstan - Jurnal Fisika dan Pendidikan Fisika* 4, no. 2: 78–88.
- Diniyyah, M., Susilo, H., Balqis, B., & Sudrajat, A. K. (2022). Improving Critical Thinking and Problem-Solving Skills Through POGIL Combined with Digital Mind Map. *JPBI (Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia)*, 8(3), 275-286.
- De Gale, S., & Boisselle, L. N. (2015). The Effect of POGIL on Academic Performance and Academic Confidence. *Science Education International*, 26(1), 56-79.
- Ennis, R., H. (2011). The Nature of Critical Thinking: An Outline of Critical Thinking Dispositions and Abilities. *University of Illinois*, 2(4).
- Facione P. A. (2013). *Critical Thinking: What it is and why it counts*. Measured Reasons and the California Academic Press, Millbrae, CA.
- Fatmala, F. D., Suyanto, E., Wahyudi, I., & Herlina, K. (2020). The Effect of GIL Assisted Phyphox in Physics Learning towards Creative Thinking. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 8(2), 148.
- Flara, R. L., Pitriana, P., & Nuryantini, A. Y. (2021). Pemanfaatan Sensor (In)Elastic Collision Pada Aplikasi *Phyphox* dalam Pengembangan LKPD Untuk Meningkatkan Kemampuan Kognitif Peserta Didik Pada Materi

- Momentum dan Impuls. *Prosiding Seminar Nasional Fisika 7.0* (2021) 78-92.
- Gaffar, A. A. (2016). Pembelajaran Berbasis Praktikum Virtual untuk Meningkatkan Sikap Ilmiah Siswa Kelas X pada Materi Invertebrata. *Jurnal Bio Educatio*, 1(1), 18-25.
- Gibbs, H., Viau, J., & Ferreira, A. T. (2019). Proposal of Experimental Activities in Physics Class through the use of Smartphones. *Journal of Physics Teaching*, Vol. 31, 359-367.
- Guswantoro, T., Philipus, P., Faradiba, F., Malau, N. D., Nugroho, A. R., & Murniarti, E. (2021). Praktikum Pengukuran Tingkat Kebisingan Dengan Menggunakan *Smartphone* Android Pada Mata Kuliah Fisika Gelombang. *Jurnal Dinamika Pendidikan*, 14(1), 35-38.
- Hanson, M. D. (2006). *Instructor's Guide to Process-Oriented Guided-Inquiry Learning*. Lisle, IL: Pacific Crest.
- Hidayah, L. P. N., Rahmawati, D., Suhendra, D., Iskandar, F. (2017). Penggunaan Sensor Magnet pada *Smartphone* untuk Mengamati Pergerakan Bandul Ganda dalam Eksperimen Fisika. *Prosiding SNIPS 2017*, 387–391.
- Hidayat, A., Salam, A., Purba, M., Surya, M., Suparno., & Toweula. (2014). *Kurikulum 2013 Pedoman Guru Mata Pelajaran Fisika Untuk : Sekolah Menengah Atas (SMA)/Madrasah Aliyah (MA)*, Badan Penelitian Dan Pengembangan Pusat Kurikulum Dan Perbukuan, vol. 53, hlm. 10.
- Huang, R., Liu, D., Tlili, A., Knyazeva, S., Chang, T. W., Zhang, X., Burgos, D., Jemni, M., Zhang, M., & Zhuang, R. (2020). *Guidance on Open Educational Practices during School Closures: Utilizing OER under COVID-19 Pandemic in line with UNESCO OER Recommendation*. Beijing: Smart Learning Institute of Beijing Normal University.
- Jordan, A., Carlile, O., & Stack, A. (2008). *Approaches to learning: A guide for teachers*. Berkshire: Open University Press.
- Kahar, A. R., Kim Gaik, T., Hashim, R., Idris, M. N., & Abdullah, N. (2016). Process Oriented Guided Inquiry Learning (POGIL) in Discrete Mathematics. In *7th International Conference on University Learning and Teaching (InCULT 2014) Proceedings: Educate to Innovate* (pp. 675-683). Springer Singapore.
- Kapucu, S. (2017). Finding the Acceleration and Speed of a Light-emitting Object on an Inclined Plane with a Smartphone Light Sensor. *Physics Education*, 52(5).
- Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. (2017). *Modul Penyusunan Soal Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi (Higher Order Thinking Skills)*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA.



- Kuhn, J., & Vogt, P. (2013). Applications and Examples of Experiments with Mobile Phones and Smartphones in Physics Lessons. *Frontiers in Sensors*, 1(4), 67-73.
- Kustijono, R. (2011). Implementasi *Student Centered Learning* dalam Praktikum Fisika Dasar. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*, 1(2), 19-32.
- Lestari, S., Mursali, S., & Royani, I. (2018). Pengaruh Model Pembelajaran Langsung Berbasis Praktikum Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 6(1), 67-79.
- Lipman, M. (1988). Critical thinking: What can it be?. *Educational Leadership*, 38-43.
- Maknun, J. (2020). Implementation of Guided Inquiry Learning Model to Improve Understanding Physics Concepts and Critical Thinking Skill of Vocational High School Students. *International Education Studies*, 13(6), 117-130.
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49-57.
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gains in Physics: A Possible "Hodden Variable" Diagnostic Pretest Scores. *American Association of Physics Teachers*. Vol. 70.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. In *annual meeting of the American Educational Research Association* (Vol. 1, p. 16).
- Moog, R. Process Oriented Guided Inquiry Learning. In McDaniel, M. A., Frey, R. F., Fitzpatrick, S. M., & Roediger III, H. L. (2014). *Integrating Cognitive Science with Innovative Teaching in STEM Disciplines*. Washington University: St. Louis.
- Moog, R. S., Spencer, J. N., & Straumanis, A. R. (2006). Process-oriented guided inquiry learning: POGIL and the POGIL project. *Metropolitan Universities*, 17(4), 41-52.
- Nugraheni, F., Mastur, Z., & Wijayanti, K. (2014). Keefektifan Model Process Oriented Guided Inquiry Learning terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah. *Unnes Journal of Mathematics Education*, 3(1).
- Nurhayati, E. (2018). *Psikologi Pendidikan Inovatif* (Vol. 2). Pustaka Pelajar.

- Phyphox.org (n.d). Phyphox: Physical Phone Experiment. Diakses Oktober 2022, dari <http://www.phyphox.org>.
- Puspitasari, R. D., Herlina, K., & Suyatna, A. (2020). A Need Analysis of STEM-integrated Flipped Classroom E-module to Improve Critical Thinking Skills. *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education*, 3(2), 178-184.
- Putranta, H., & Dwandaru, W. S. B. (2021). The Effect of Smartphone Usage Intensity on High School Students' Higher Order Thinking Skills in Physics Learning. *Journal of Turkish Science Education*, 18(3), 421-438.
- Putri, W. A., & Astalini, A. (2022). Analisis Kegiatan Praktikum untuk Dapat Meningkatkan Keterampilan Proses Sains dan Kemampuan Berpikir Kritis. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(3), 3361-3368.
- Rahmadi, I. F. (2019). Technological Pedagogical Content Knowlegde (TPACK). Kerangka Pengetahuan Guru Abad 21. *Jurnal Pendidikan Kewarganegaraan*, 6(1), 65.
- Ratnasari, R., Haris, A., & Azis, A. (2021). Studi Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Fisika di SMA. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*. Jilid 17, No.1 (2021) 57-68.
- Ruder, S., Brown, P. J. P., & Stanford, C. (2020). Developing POGIL Materials: Writing and Refining Activities for a Spectrum of Content Areas. *Journal on Excellence in College Teaching*, 31(1), 195-228.
- Sanggara, P. W., Doyan, A., & Verawati. (2018). The Effect of Process Oriented Guided Inquiry Learning Model Based on Virtual Laboratory toward Problem Solving Abilities of Physics Students. *Jurnal penelitian pendidikan IPA*, 5(1):64.
- Saputro, A. D., Rohaeti, E., & Prodjosantoso, A. K. (2018). Promoting Critical Thinking and Problem Solving Skills of Preservice Elementary Teachers Through Process-Oriented Guided-Inquiry Learning (POGIL). *International Journal of Instruction*, 11(4), 777-794.
- Sen, S., Yılmaz, A., & Geban, Ö. (2015). The Effects of Process Oriented Guided Inquiry Learning Environment on Students' Self-Regulated Learning Skills. *Problems of Education in the 21st Century*, 66, 54-66.
- Simonson, S. R. (2019). *POGIL: An Introduction To Process Oriented Guided Inquiry Learning For Those Who Wish To Empower Learners*. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003446330>.
- Slavin, R. E. (2014). Cooperative Learning and Academic Achievement: Why Does Groupwork Work?. *Anales de psicología/annals of psychology*, 30(3), 785-791.

- Sukariasih, E. L., Sahara, L., Hariroh, L., & Fayanto, S. (2019). Studies the use of Smartphone Sensor for Physics Learning. *Int. J. Sci. Technol. Res*, 8, 862-870.
- Suliyannah & Anidhea, N. O. (2022). The Effect of POGIL Model With PAVES-PEPS Strategy to Improve Students' Self-Efficacy and Learning Outcomes in Physics Learning. *Prisma Sains: Jurnal Pengkajian Ilmu dan Pembelajaran Matematika dan IPA IKIP Mataram*, 10(2), 399-408.
- Susilawati, E., Agustinasari, A., Samsudin, A., & Siahaan, P. (2020). Analisis Tingkat Keterampilan Berpikir Kritis Siswa SMA. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi*, 6(1), 11-16.
- Suparno, P. (1997). *Filsafat Konstruktivisme dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Suryaningsih, Y., Gaffar, A. A., & Sugandi, M. K. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Praktikum Virtual Berbasis Android Untuk Meningkatkan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Bio Educatio*, Vol 5, No.1 (2020) 74-82.
- The POGIL Project. (2013). *Basic POGIL Classroom Implementation*. Diakses pada <http://www.pogil.org/resources/writing-submitting-pogil-activities>.
- Tipler, P. A. (1991). Fisika untuk Sains dan Teknik, Edisi Ketiga, Jilid 1 (Terjemahan Dra. Lea P M.Sc. & Rahmat W. A., Ph.D). Jakarta: Erlangga.
- Tongchai, A., Sharma, M.D., Johnston, I.D., Arayathanitkul, K. & Soankwan, C. (2011). Consistency of Students' Conceptions of Wave Propagation: Findings From A Conceptual Survey in Mechanical Waves. *Physical Review Special Topics-Physics Education Research* 7, 020101.
- Toyo, E., Aji, S. D., & Sundaygara, C. (2019). The Effect of POGIL Model toward Science Process Skills and Physics Acquisition of Student. *Berkala Ilmiah Pendidikan Fisika*, 7(3), 157-163.
- Trnova, E. (2015). Hands-on Experiments and Creativity. *Hands-on Science: Brightening our future*, 103-109.
- Usmeldi, U., Amini, R., & Trisna, S. (2017). The Development of Research-Based Learning Model With Science, Environment, Technology, and Society Approaches to Improve Critical Thinking of Students. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 6(2), 318-325.
- Villagonzalo, E. C. (2014). Process Oriented Guided Inquiry Learning: An Effective Approach In Enhancing Students' Academic Performance. In *DLSU Research congress*. Vol. 2, No. 1, pp. 1-6.
- Wenno, I. H., Esomar, K., & Sopacua, V. (2016). Analisis Kesulitan Belajar dan Pencapaian Hasil Belajar Siswa Melalui Strategi Pembelajaran Inkuiri. *Jurnal Cakrawala Pendidikan*, 35(3).

- Wijaya, E. Y., Sudjimat, D. A., Nyoto, A., & Malan, U. N. (2016). *Transformasi Pendidikan Abad 21 Sebagai Tuntutan Pengembangan Sumber Daya Manusia di Era Globalisasi*, ISSN 2528-259X, Vol. 1, 2016, h. 263.
- Wittmann, M.C., Steinberg, R.N. dan Redish, E.F. (2003). Understanding and Affecting Student Reasoning About Sound Wave. *International Journal Of Science Education*.
- Yaumi, Muhammad. (2018). *Media dan Teknologi Pembelajaran*. Jakarta: Prenamedia.