

**PENGARUH *PROJECT-BASED BLENDED LEARNING* (PjBBL)
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK PADA MATERI
GELOMBANG CAHAYA**

(Skripsi)

**Oleh
FITRA RINJANI YUSMAN
1913022043**



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

ABSTRAK

PENGARUH *PROJECT-BASED BLENDED LEARNING* (PjBBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI GELOMBANG CAHAYA

Oleh

FITRA RINJANI YUSMAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang cahaya. Sampel yang digunakan yaitu, peserta didik kelas XI MIPA 5 dan XI MIPA 6 SMA Negeri 16 Bandar Lampung tahun ajaran 2022/2023. Desain penelitian ini menggunakan *Non-Equivalent Control Group*. Instrumen penelitian yang digunakan yaitu, lembar soal tes uraian. Pembelajaran dengan menerapkan PjBBL mampu meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang dibuktikan melalui perolehan rata-rata nilai *N-Gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,63 lebih besar dibandingkan kelas kontrol dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,53 dengan kategori sedang. Hal tersebut membuktikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan kelas kontrol. Serta didukung dari data yang dianalisis menggunakan uji *Mann-Whitney*, diperoleh nilai *Asymp Sig. (2-tailed)* sebesar 0,004 artinya bahwa pembelajaran dengan *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang cahaya.

Kata Kunci: *Project-Based Blended Learning*, kemampuan berpikir kritis

**PENGARUH *PROJECT-BASED BLENDED LEARNING (PjBBL)*
TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS
PESERTA DIDIK PADA MATERI
GELOMBANG CAHAYA**

Oleh

FITRA RINJANI YUSMAN

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**



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

Judul Skripsi : **PENGARUH *PROJECT-BASED BLENDED LEARNING* (PjBBL) TERHADAP KEMAMPUAN BERPIKIR KRITIS PESERTA DIDIK PADA MATERI GELOMBANG CAHAYA**

Nama Mahasiswa : **Fitra Rinjani Yusman**

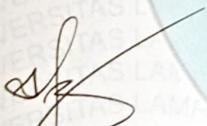
Nomor Pokok Mahasiswa : **1913022043**

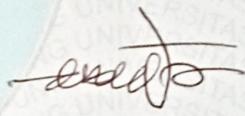
Program Studi : **Pendidikan Fisika**

Jurusan : **Pendidikan MIPA**

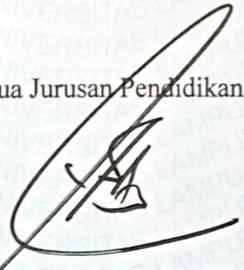
Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**




Wayan Suana, S.Pd., M.Si.
NIP. 19851231 200812 1 001


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

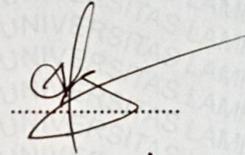
2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA


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

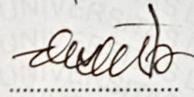
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

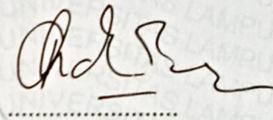
Ketua : Wayan Suana, S.Pd., M.Si.



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



Penguji : Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 26 Juni 2023

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Fitra Rinjani Yusman
NPM : 1913022043
Program Studi : Pendidikan Fisika
Pembimbing I (Ketua) : Wayan Suana, S.Pd., M.Si.
Pembimbing II (Sekretaris) : Dr. I Wayan Distrik, M.Si
Pembahas : Dr. Chandra Ertikanto, M.Pd.
Judul Skripsi : Pengaruh *Project-Based Blended Learning*
(PjBBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis
Peserta Didik pada Materi Gelombang Cahaya

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

Bandar Lampung, 26 Juni 2023

Yang Menyatakan,



Fitra Rinjani Yusman

1913022043

RIWAYAT HIDUP

Nama lengkap Fitra Rinjani Yusman peneliti dilahirkan di Jakarta pada tanggal 09 Januari 2001, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara, putri dari pasangan Ayah Yusman dan Ibu Sukaesih TZ. Peneliti mengawali pendidikan formal di SD Negeri 4 Anyar pada tahun 2006 dan selesai pada tahun 2013. Kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Anyer dan lulus pada tahun 2016. Selanjutnya peneliti melanjutkan pendidikan formal di SMA Negeri 1 Anyer dan lulus pada tahun 2019. Pada tahun yang sama peneliti diterima sebagai mahasiswi Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (PMIPA), Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN.

Selama menempuh pendidikan di Universitas Lampung penulis pernah menjadi Asisten Praktikum Mata Kuliah Mekanika dan Termodinamika Dasar tahun 2022, Anggota Aliansi Mahasiswa Pendidikan Fisika (Almafika), Anggota Divisi Tari UKM Bidang Seni Unila, dan Anggota Divisi *News Casting* Eso Unila, dan Bendahara Gelaran Lomba Sains dan Silaturahmi Pendidikan Fisika (Gloraska) tahun 2021.

Pengalaman pengabdian yang pernah dilakukan yaitu, Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kampung Bojong, Desa Cikoneng, Kecamatan Anyar, Kabupaten Serang, Banten dan Kegiatan Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMA Negeri 1 Anyer.

MOTTO

*“It is not for the sun to catch up with the moon, nor does the night outrun the day.
Each is traveling in an orbit of their own.”*

[36:40]

*“It’s gonna be okay, like the hand of a clock, they’ll go in circles back
to their places”.*

[Circles – Seventeen]

“Without you the world would not be complete. So, live your best life”.

[Fitra Rinjani Yusman]

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat serta kasih sayang-Nya. Berkat karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bukti kasih sayang tulus kepada:

1. Dua orang paling berharga, Ayah Yusman dan Ibu Sukaesih TZ yang telah sepenuh hati merawat, membesarkan, mendidik, mendoakan, dan senantiasa memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya. Terima kasih atas segala kasih sayang yang tiada henti tuncurahkan dan pengorbanan yang begitu besar. Terima kasih telah menjadi sosok terhebat dan alasan untuk bertahan sampai detik ini. Semoga kelak penulis dapat membahagiakan ayah dan ibu tersayang di dunia dan akhirat.
2. Adik-adikku, Muamar Khadafi Yusman dan Muhammad Gibran Yusman yang senantiasa memberikan semangat, dan juga doa. Semoga kelak kita menjadi anak-anak yang sukses dan membuat ayah dan ibu bangga.

SANWACANA

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan ridho-Nya peneliti dapat menyelesaikan skripsi berjudul “Pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Gelombang Cahaya” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di Universitas Lampung. Shalawat serta salam semoga tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang dinantikan syafaatnya di yaumul akhir kelak.

Penulis menyadari bahwa banyak bantuan dari berbagai pihak dalam penyelesaian skripsi ini. Oleh karena itu, pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung.
4. Ibu Dr. Viyanti, S.Pd., M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
5. Bapak Wayan Suana, S.Pd., M.Si., selaku Pembimbing I, atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan dan motivasi, serta kritik dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.
6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si selaku Pembimbing II, atas kesediaan, kesabaran, dan keikhlasan dalam memberikan bimbingan dan motivasi, serta kritik dan saran dalam proses penyusunan skripsi ini.

7. Bapak Dr. Chandra Ertikanto, M. Pd., selaku Pembahas dan Penguji skripsi atas kesediaannya untuk memberikan masukan dan saran-saran kepada penulis.
8. Bapak Alm. Dr. Doni Andra, M. Sc., selaku Pembimbing Akademik atas kesediaannya untuk memberikan saran dan masukan selama perkuliahan.
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Program studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung.
10. Bapak Drs. Apriyanto selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 16 Bandar Lampung beserta jajaran yang telah memberikan izin bagi peneliti untuk melaksanakan penelitian di sekolah.
11. Ibu Rusminah, S.Pd., selaku Guru Mitra SMA Negeri 16 Bandar Lampung yang telah membimbing dan mengarahkan penulis selama kegiatan penelitian.
12. Siswa/i kelas XI MIPA 5 dan XI MIPA 6 atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
13. Annica dan Khodijah yang begitu tulus mendampingi dari mahasiswa baru hingga selesainya perskripsian ini, terima kasih telah mendukung dan memberikan semangat.
14. Kepada SEVENTEEN (Seungcheol, Jeonghan, Jisoo, Junhui, Soonyoung, Wonwoo, Jihoon, Myeongho, Mingyu, Seokmin, Seungkwon, Hansol, dan Chan), atas karya-karya indah dan energi positif yang memotivasi selama penyelesaian skripsi.
15. Teman-teman KKN Kampung Bojong (Lusi, Wawa, Disa, Meli, Fajar, Kiki, Tegar, Gerry, Bilal), kenangan indah selama KKN akan tetap terkenang.
16. Keluarga besar SIGMA F19, Almafika FKIP Unila, dan Almamater tercinta Universitas Lampung.

Semoga semua amal dan bantuan mendapat pahala serta balasan dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat bagi semua yang membacanya. Aamiin.

Bandar Lampung, 26 Juni 2023

Fitra Rinjani Yusman

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR.....	vii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	6
1.3 Tujuan Penelitian	7
1.4 Manfaat Penelitian	7
1.5 Ruang Lingkup	7
II. TINJAUAN PUSTAKA	9
2.1 Kerangka Teoritis	9
2.1.1 Teori Belajar.....	9
2.1.2 <i>Project-Based Blended Learning (PjBBL)</i>	12
2.1.3 Kemampuan Berpikir Kritis	20
2.2 Penelitian yang Relevan.....	22
2.3 Kerangka Pemikiran	24
2.4 Anggapan Dasar	27
2.5 Hipotesis Penelitian	27
III. METODE PENELITIAN	28
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.2 Populasi dan Sampel Penelitian.....	28
3.3 Variabel Penelitian.....	28
3.4 Desain Penelitian	29
3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian	30

3.6 Instrumen Penelitian	32
3.7 Analisis Instrumen Penelitian.....	32
3.7.1 Uji Validitas	33
3.7.2 Uji Reliabilitas	34
3.8 Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	36
3.9.1 Teknik Analisis Data	36
3.9.2 Pengujian Hipotesis.....	37
IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	40
4.1 Hasil Penelitian.....	40
4.1.1 Pelaksanaan Penelitian	40
4.1.2 Data Kuantitatif Hasil Berpikir Kritis Peserta Didik	41
4.1.3 Hasil Analisis Data Berpikir Kritis Peserta Didik	43
4.2 Pembahasan	46
V. KESIMPULAN	57
5.1 Kesimpulan	57
5.2 Saran	57

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Karakteristik PjBL	13
2. Sintaks Model PjBL	13
3. Perbedaan Proyek dengan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)	15
4. Sintaks Model Pembelajaran PjBBL.....	18
5. Indikator Berpikir Kritis.....	22
6. Penelitian yang Relevan.....	23
7. Desain Eksperimen <i>Non-Equivalent Control Group</i>	29
8. Tahap Pelaksanaan Penelitian	30
9. Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis Materi Gelombang Cahaya	34
10. Kriteria Interpretasi <i>N-Gain</i>	37
11. Interpretasi <i>Effect Size</i>	39
12. Deskriptif Data Kuantitatif Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik	42
13. Data Rata-Rata <i>N-Gain</i>	43
14. Hasil Uji Normalitas Data <i>N-Gain</i>	44
15. Hasil Uji <i>Mann-Whitney N-Gain</i> Kemampuan Berpikir Kritis.....	45
16. Hasil Tes Statistik <i>Mann-Whitney</i>	45
17. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Esensi Kemampuan Berpikir Kritis	21
2. Bagan Kerangka Pemikiran.....	26
3. Pembelajaran <i>Daring</i> dengan <i>Google Classroom</i>	41
4. Analisis N-Gain per Indikator	42
5. Grafik Hasil Rata-rata <i>N-gain</i> Kemampuan Berpikir Kritis	47
6. Desain Alat Peserta Didik	49
7. Implementasi Rencana Proyek dan Eksplorasi	51
8. Pemberian Umpan Balik	53

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus	66
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	69
3. Instrumen Berpikir Kritis	97
4. Rubrik Penilaian Instrumen Berpikir Kritis	101
5. LKPD	114
6. Hasil Uji Validitas Instrumen Berpikir Kritis	132
7. Hasil Uji Reliabilitas Instrumen Berpikir Kritis	134
8. Data Uji Validitas Soal	135
9. Hasil Pretest dan Posttest serta <i>N-Gain</i>	137
10. Uji Statistik	139
11. Surat Izin Penelitian	141
12. Dokumentasi Kegiatan	142

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Hakikat pembelajaran fisika adalah bahwa fisika sebagai produk, fisika sebagai proses, dan fisika sebagai sikap. Pertama fisika sebagai produk, untuk memenuhi kebutuhan manusia, perlu adanya interaksi antara manusia dengan lingkungan alam. Interaksi ini membekali manusia dengan pembelajaran untuk mencari pengalaman yang menambah wawasan, pengetahuan, dan kemampuan yang ditandai dengan perubahan perilaku. Kedua, fisika sebagai proses. Memahami fisika sebagai suatu proses erat kaitannya dengan fenomena, dugaan, pengamatan, pengukuran, penyelidikan, dan publikasi. Tugas guru yang termasuk mempublikasikan yaitu pembelajaran yang berlangsung di kelas. Oleh karena itu, fisika sebagai suatu proses hendaknya berhasil dalam mengembangkan keterampilan proses sains termasuk di dalamnya adalah keterampilan berpikir pada diri peserta didik (Murdani, 2020). Pembelajaran sains (IPA) sangat membutuhkan kemampuan memahami konsep untuk membantu peserta didik mengembangkan keterampilannya dalam berpikir (Mirnawati dkk., 2021).

Pendidikan pada abad 21 menuntut peserta didik memiliki kecakapan hidup, karena peserta didik bersaing tidak hanya di negaranya sendiri, tetapi dengan bersaing secara global. Keterampilan abad 21 memungkinkan dunia pendidikan mempersiapkan generasi masa depan untuk hidup di era yang kompetitif ini. Aktivitas pembelajaran abad 21, harus mampu menghasilkan

peserta didik yang berkualitas dan berdaya saing di dunia global (Khasanah dan Herina, 2019). *Assessment and Teaching for 21st Century Skills* (ATC21S) menyimpulkan bahwa ada empat hal yang berkaitan dengan keterampilan abad 21: berpikir, bekerja, penggunaan alat kerja, dan kecakapan hidup (*life skills*) (Abidin dan Sofyan, 2022). Sistem pembelajaran revolusioner 4.0 menerapkan komponen pembelajaran dengan beberapa aspek dan komponen kreativitas, berpikir kritis, kerjasama, keterampilan komunikasi, kemasyarakatan, dan kemampuan karakter. Menghadapi pembelajaran di era revolusi industri 4.0, setiap orang perlu memiliki kemampuan berpikir kritis, pengetahuan dan keterampilan terkait penguasaan literasi digital, literasi informasi, literasi media, dan teknologi informasi dan komunikasi (Putriani dan Hudaidah, 2021). Kreatif, kritis, dan pemecahan masalah merupakan kemampuan utama dalam keterampilan abad 21 (Rahman, 2019).

Pembelajaran abad 21 harus menekankan peserta didik pengetahuan dan kemampuan berpikir kritis (*critical thinking*) (Yulandari dan Kustijono, 2017). Keterampilan berpikir kritis memungkinkan peserta didik untuk memproses informasi secara logis dan mempersiapkan mereka untuk belajar mandiri. Peserta didik yang mampu berpikir kritis dapat menentukan informasi yang penting, relevan, dan berguna (Amin *et al.*, 2020). Berpikir kritis memainkan peran penting dalam keberhasilan akademik karena peserta didik dapat menemukan tujuan dan perspektif, menilai alasan tertentu dan menjadikannya keputusan berdasarkan penalaran analitis (Fahim and Ahmadi, 2012). Keterampilan abad 21 diperlukan bagi peserta didik dalam rangka merespon perubahan dan perkembangan zaman yang cepat, dan yang paling utama yaitu agar peserta didik memiliki basis pengetahuan dan pemahaman yang mendalam yang akan memungkinkan mereka untuk dapat menjadi pembelajar sepanjang hayat (*long-life learner*) (Pratiwi dkk., 2019). Memiliki keterampilan berpikir kritis sangat penting bagi peserta didik untuk dapat mengatasi tantangan di masa depan. Selain itu, peserta didik dengan

keterampilan ini mampu menghadapi setiap permasalahan yang ada disekitarnya (Nasihah dkk., 2018).

Hasil survey yang dilakukan oleh PISA (*Programme for International Students Assessment*) Indonesia menempati posisi jauh di belakang rata-rata. Indonesia berada di peringkat 3 terbawah dalam pencapaian *science performance* dilihat dari rata-rata nilai yang diperoleh pada divisi laki-laki dan perempuan (OECD, 2016). Selama ini, model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik telah banyak dikembangkan, namun pembelajaran yang berorientasi untuk melatih dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis masih minim dilakukan (Santrock, 2007), hal tersebut sejalan dengan hasil wawancara dengan guru fisika dan kegiatan observasi pembelajaran secara langsung di salah satu kelas di SMA Negeri 16 Bandar Lampung pada tanggal 26 Agustus 2022, diperoleh informasi bahwa aktivitas yang dilakukan di kelas belum mengoptimalkan pembelajaran untuk mengembangkan dan melatih kemampuan tingkat tinggi (*higher order thinking skill*) peserta didik, dalam hal ini keterampilan berpikir kritis.

Diperoleh pula informasi bahwa model pembelajaran yang diterapkan oleh guru yaitu model *Problem Based Learning* dan metode demonstrasi dengan latihan soal dan diskusi jika ada yang belum dipahami oleh peserta didik, sedangkan aktivitas pembelajaran dengan metode praktik atau percobaan seperti *Project-based Learning* (PjBL) masih sangat jarang dilakukan, hal ini disebabkan karena terbatasnya jam pelajaran di sekolah. Selama pandemi Covid-19, pembelajaran dilakukan secara *blended learning*, sehingga *blended learning* bukanlah suatu hal yang asing bagi peserta didik. Lembar kerja peserta didik yang digunakan oleh guru hanya bersumber dari buku sekolah dan belum berorientasi pada tujuan pengembangan keterampilan tingkat tinggi peserta didik. Kurangnya inovasi aktivitas belajar yang dikembangkan guru membuat peserta didik merasa kurang tertarik ketika belajar fisika, sehingga membuat mereka kesulitan memahami konsep dan mengembangkan keterampilan tingkat tinggi mereka khususnya berpikir kritis. Penilaian

peserta didik hanya diukur dari aspek pengetahuan, keterampilan, dan sikap. Di akhir pembelajaran, peserta didik hanya mampu melakukan perhitungan fisik tanpa mampu menafsirkan jawaban yang diperolehnya.

Salah satu alternatif pembelajaran untuk melatih keterampilan tingkat tinggi peserta didik, yaitu dengan PjBL (Wilujeng dkk., 2022). Model PjBL mengadopsi metode pembelajaran praktis yang menuntut peserta didik untuk lebih meningkatkan keterampilan agar dapat memahami konsep dan prinsip dengan investigasi masalah otentik dan menemukan solusi yang sesuai dan diimplementasikan dalam bentuk produk nyata sehari-hari, sehingga peserta didik mengalami proses pembelajaran yang bermakna dengan mengembangkan pengetahuannya sendiri (Alam, 2019). Selama proses pembelajaran berlangsung, peserta didik juga dilatihkan prinsip-prinsip organisasi, kolaborasi, dan manajemen waktu. Keterampilan tersebut akan digunakan jangka panjang dalam jenjang akademik maupun karir (Pratidhina, 2020). Berdasarkan paparan di atas, dalam pembelajaran berbasis proyek peserta didik tidak hanya diajarkan teori dan latihan soal saja, tetapi peserta didik diarahkan untuk membuat proyek yang berkaitan dengan materi yang dipelajari sehingga dapat bermanfaat bagi kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, peneliti berpendapat bahwa model PjBL cocok untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan berpikir peserta didik, khususnya kemampuan berpikir kritis.

Model pembelajaran yang dapat dikombinasikan pada era revolusi industri 4.0 adalah model *blended learning* (Helle *et al.*, 2006). Pembelajaran dengan *blended learning* menggabungkan karakteristik pembelajaran tradisional dan elektronik atau *e-learning* (Afifah dkk., 2022). Pembelajaran dengan *blended learning* dapat dilakukan dimana saja dan kapan saja selama terhubung dengan akses internet. Melalui *blended learning*, peserta didik dapat dengan mudah berkomunikasi dan berdiskusi dengan guru. Setelah kegiatan belajar berakhir, seluruh peserta didik tetap dapat berdiskusi dengan guru melalui *platform online* yang telah disediakan guru kepada peserta didik (Izzati dkk., 2021). Artinya, pembelajaran dengan *blended learning* menggunakan dua

proses, yaitu melalui tatap muka dan daring. Hal ini dinilai efektif dan efisien dalam mencapai tujuan pembelajaran yang ditetapkan. Sehingga, *blended learning* sangat cocok diterapkan di era revolusi 4.0 (Eliyasni *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, alternatif dan inovasi pembelajaran pada penelitian ini yaitu, menerapkan model *Project-based Blended Learning* (PjBBL) yang berpusat pada peserta didik.

Banyak penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh peneliti lain dengan model PjBL maupun *blended learning* yang membuktikan bahwa kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dikembangkan melalui model pembelajaran yang menuntut keaktifan peserta didik. Salah satunya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Permata dkk. (2018) membuktikan bahwa model PjBL berpengaruh secara signifikan terhadap minat belajar dan berpikir kritis peserta didik pada pembelajaran fisika, namun pada penelitian tersebut, terdapat kurangnya perhatian pada manajemen waktu, biaya serta peralatan yang disediakan dalam proses pembelajaran yang menerapkan PjBL. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan dengan strategi *blended learning* untuk memmanajemen waktu secara efisien dan efektif. Selain itu, bahan yang digunakan untuk proyek pembuatan alat yang ditugaskan pada peserta didik dapat diperoleh dari lingkungan sekitar maupun bahan bekas sehingga tidak membutuhkan biaya yang besar. Penelitian yang dilakukan oleh Permana *and* Chamisijatin (2019), yang mendesain pembelajaran dengan PjBBL menggunakan 2 siklus. Hasil penelitian menunjukkan bahwa, pada siklus pertama hanya 23% peserta didik yang tuntas. Oleh karena itu, penelitian ini dilaksanakan selama 4 pertemuan dengan menugaskan 2 proyek yang berbeda pada peserta didik, yaitu alat percobaan interferensi cahaya dan alat percobaan difraksi cahaya. Sejalan dengan pendapat Anders *et al.* (2019), pengembangan berpikir kritis pada peserta didik tidak dapat dilakukan secara singkat, diperlukan pembiasaan agar peserta didik dapat mudah membiasakan diri untuk berpikir kritis.

Melihat kondisi proses pembelajaran fisika saat ini yang belum mengoptimalkan partisipasi aktif peserta didik sehingga menyebabkan kurangnya pemahaman terhadap pembelajaran fisika. Sintaks pembelajaran model PjBBL yang bersumber dari Dai *et al.*, (2021), Hugerat (2016), dan Larmer *et al.*, (2015), terdiri dari pertanyaan pendorong, persiapan proyek, perencanaan proyek, implementasi rencana proyek dan monitoring kemajuan, presentasi dan diskusi, serta evaluasi dan refleksi. Sintaks tersebut sangat mengoptimalkan keaktifan peserta didik selama proses pembelajaran, sehingga diharapkan kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dilatihkan secara optimal pula untuk dapat membangun pengetahuan secara mandiri melalui pembuatan proyek kolaboratif dengan pengaturan jadwal yang fleksibel.

Penelitian ini penting dilakukan karena fisika merupakan dasar bagi perkembangan ilmu-ilmu lain. Fisika memainkan peran besar dalam penemuan teknologi global. Melalui penerapan model PjBBL dalam pembelajaran, diharapkan dapat meningkatkan kemampuan tingkat tinggi peserta didik. Penelitian ini penting untuk mengetahui kemampuan berpikir kritis peserta didik melalui model pembelajaran yang diujicobakan, karena peserta didik yang memiliki keterampilan berpikir kritis mampu memproses informasi secara logis dan mempersiapkan mereka untuk belajar mandiri (Amin *et al.*, 2020). Berdasarkan uraian permasalahan di atas, peneliti tertarik melakukan penelitian dengan judul “Pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Peserta Didik pada Materi Gelombang Cahaya”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan di atas, rumusan masalah dalam penelitian adalah bagaimana pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi Gelombang Cahaya?

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada Materi Gelombang Cahaya.

1.4 Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai berikut.

1. Bagi Guru

Guru dapat mengadaptasi model dan perangkat pembelajaran dengan model PjBBL di kelas dalam rangka melatih kemampuan abad 21 peserta didik, khususnya kemampuan berpikir kritis.

2. Bagi Peserta Didik

Dapat digunakan peserta didik untuk melatih meningkatkan kemampuan berpikir kritis melalui kerja proyek kolaboratif untuk menciptakan suatu produk melalui model PjBBL.

1.5 Ruang Lingkup

Ruang lingkup penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Model pembelajaran yang akan digunakan sebagai *treatment* dalam penelitian ini adalah *Project-based Blended Learning* (PjBBL) dengan sintaks yang bersumber dari Dai *et al.* (2021), Hugerat (2016), dan Larmer *et al.* (2015).
2. Kompetensi dasar yang digunakan dalam penelitian ini mengacu pada Kurikulum 2013 revisi KD 3.10 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dan cahaya dalam teknologi; dan 4.10 Melakukan

- percobaan tentang gelombang bunyi dan/atau cahaya, berikut presentasi hasil percobaan dan makna fisisnya misalnya sonometer, dan kisi difraksi.
3. Subjek penelitian pada penelitian ini adalah peserta didik kelas XI MIPA SMA Negeri 16 Bandar Lampung Tahun Ajaran 2022/2023.
 4. Indikator kemampuan berpikir kritis peserta didik yang digunakan adalah 5 indikator kemampuan berpikir kritis menurut Ennis (2018), yaitu menanyakan dan menjawab pertanyaan, menilai hasil pengamatan, melakukan deduksi; mendeduksi secara logis, mendefinisikan istilah; mendefinisikan isi, dan memutuskan suatu tindakan; menentukan jalan keluar.
 5. Penelitian ini mengadopsi instrumen soal berpikir kritis materi gelombang cahaya dari Suwarna *et al.* (2022).
 6. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) yang digunakan adalah LKPD Materi Gelombang Cahaya dengan sintaks PjBBL yang dibuat penulis.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kerangka Teoritis

2.1.1 Teori Belajar

2.1.1.1 Teori Belajar Konstruktivisme

Konstruktivisme, studi tentang pembelajaran tentang bagaimana cara kita semua memahami dunia (Singh *and* Yaduvanshi, 2015). Konstruktivisme pada dasarnya adalah sebuah teori, berdasarkan pengamatan dan studi ilmiah, tentang bagaimana manusia dalam belajar. Pada konstruktivisme, pengetahuan sebelumnya berperan penting dalam konstruksi pengetahuan secara aktif (Liu, 2010). Hal ini sesuai dengan yang dijelaskan oleh (Paradesa, 2015) menegaskan bahwa konstruktivisme adalah pendekatan yang percaya bahwa manusia secara aktif membangun atau menciptakan pengetahuan dan realitas seseorang ditentukan oleh pengalamannya sendiri.

Salah satu tokoh utama dalam konstruktivisme, John Dewey (Surahman dan Fauziati, 2021) dalam teorinya memelopori pembelajaran peserta didik dengan prinsip "*learning by doing*", yaitu bahwa peserta didik perlu secara spontan terlibat dalam proses pembelajaran. Berakar pada rasa ingin tahu peserta didik akan hal-hal yang belum diketahuinya, yang mendorong partisipasi aktif peserta didik dalam proses pembelajaran. Gagasan Dewey tentang konsep "*learning by doing*" yaitu proses pencapaian hasil belajar dengan melakukan tindakan tertentu yang konsisten dengan tujuan yang ingin dicapai, terutama proses membantu peserta didik menguasai cara

melakukan suatu pekerjaan yang melibatkan serangkaian tingkah laku untuk mencapai tujuan (Shodiqoh dan Mansyur, 2022).

“*Learning by doing*” dapat dilakukan dengan memberikan pengalaman belajar peserta didik, dimana mereka dihadapkan dengan masalah sehari-hari yang perlu dipecahkan secara kelompok. Hal ini sejalan dengan model pembelajaran *Project-based Learning* (PjBL). Dewey berpendapat bahwa, pentingnya melibatkan peserta didik dalam kegiatan proyek yang bertujuan untuk memberikan beberapa tingkat suara dan pilihan peserta didik, tetapi keterlibatan peserta didik dan pengambilan keputusan tidak mutlak atau cukup untuk belajar (Larmer *et al.*, 2015).

Dewey merangkum praktek-praktek PjBL dengan peran guru sebagai perancang dan merencanakan proyek, memastikan proyek tersebut mengarahkan peserta didik untuk menemukan pengetahuannya, pembelajaran dan materi perancah agar peserta didik berhasil, menilai kemajuan peserta didik dan terlibat dalam melatih peserta didik menuju tujuan pembelajaran, hingga mengelola proses proyek dan selanjutnya menyerahkan tanggung jawab atas proyek kepada peserta didik (Larmer *et al.*, 2015).

Teori belajar konstruktivisme yang akan dianut oleh peneliti berdasarkan beberapa kutipan di atas, yaitu pengetahuan yang telah dimiliki peserta didik sebelumnya memainkan peran penting dalam pemahaman materi, “*learning by doing*” dapat secara optimal dilakukan melalui pembelajaran berbasis proyek, dalam hal ini PjBL. Melalui PjBL keterlibatan aktif peserta didik sangat dibutuhkan dalam mencapai tujuan pembelajaran, dengan peran bimbingan secara penuh oleh guru.

2.1.1.2 Teori Belajar Sosial-Konstruktivisme

Pengetahuan merupakan hasil konstruksi sosial. Suatu konteks sosial akan menyebabkan terbentuknya pengetahuan. Oleh karena itu, pengetahuan dipengaruhi oleh kekuatan sosial dimana pengetahuan itu dibentuk.

Konsekuensinya, dalam konteks sosial tertentu, proses pengonstruksian pengetahuan terjadi. Sosial berperan penting dalam proses pembelajaran karena individu tidak terpisah dari individu lainnya, bahkan jika proses pengonstruksian pengetahuan berlangsung dalam otak masing-masing individu (Widodo, 2004).

Applefield *et al.* (2001) membuktikan bahwa peran peserta didik dalam konstruktivisme dipahami sebagai konstruksi dan transformasi pengetahuan. Selanjutnya mereka memperkenalkan pentingnya interaksi sosial dan konteks kolaboratif dalam konstruktivisme sosial atau dialektika. Konstruktivisme sosial adalah perspektif konstruktivisme paling umum yang menekankan pada pertukaran sosial untuk perkembangan kognitif peserta didik dan peran budaya dan sejarah dalam pembelajaran mereka. Konstruktivisme memandang pembelajaran sebagai proses dinamis dan sosial dimana peserta didik secara aktif membangun makna dari pengalaman mereka dalam kaitannya dengan pemahaman mereka sebelumnya dan pengaturan sosial (So, 2002). Vygotsky meyakini bahwa pembentukan ide baru dan memperkaya perkembangan intelektual peserta didik dapat dipacu dengan interaksi sosial dengan teman lain (Maharani, 2014).

Berdasarkan pendapat ahli di atas, teori belajar sosial-konstruktivisme yang dianut oleh peneliti, yaitu lingkungan sosial peserta didik berpengaruh pada pengetahuan peserta didik serta pertukaran sosial untuk perkembangan kognitif peserta didik dalam pembelajaran mereka. Kemampuan berpikir kritis dapat diasah dengan cara pembelajaran melalui proyek kolaboratif yang didorong oleh interaksi antara peserta didik dan

guru. Hal ini bersesuaian dengan model pembelajaran *blended learning* yang memungkinkan berinteraksi dan belajar dimana saja secara fleksibel.

2.1.2 *Project-Based Blended Learning (PjBBL)*

2.1.2.1 *Project-Based Learning (PjBL)*

Model pembelajaran PjBL sebagai model pembelajaran yang komprehensif melibatkan peserta didik dalam kegiatan penelitian kolaboratif dan berkelanjutan. Peserta didik melakukan sendiri penyelidikannya bersama kelompoknya, sehingga memungkinkan peserta didik dalam kelompok untuk mengembangkan keterampilan dalam melakukan penelitian yang akan bermanfaat bagi pengembangan akademik. Peserta didik merancang, memecahkan masalah, melakukan pengambilan keputusan, dan melakukan aktivitas penyelidikan dengan cara membuat proyek (Chandra dkk., 2019).

PjBL merupakan model pembelajaran yang membantu peserta didik mengeksplorasi, mengevaluasi, menafsirkan, mensintesis, dan mengumpulkan informasi dari beragam sumber untuk menghasilkan produk yang kreatif. Pembelajaran ini menggunakan pendekatan dunia nyata terhadap masalah sebagai bahan untuk belajar tentang kreativitas dan pemecahan masalah (Dwikoranto *et al.*, 2018). PjBL dapat berpengaruh positif terhadap kemampuan yang dibutuhkan untuk kehidupan abad 21, salah satunya yaitu kemampuan berpikir kritis (Bell, 2010). Karakteristik PjBL menurut Global SchoolNet (2000) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik PjBL

No	Karakteristik
(1)	(2)
1	Peserta didik membuat keputusan tentang suatu kerangka kerja
2	Peserta didik dihadapkan pada permasalahan atau tantangan
3	Peserta didik merancang proses untuk mengidentifikasi solusi dari masalah atau tantangan yang diajukan
4	Peserta didik memiliki tanggung jawab untuk berkolaborasi dalam mengakses dan mengelola informasi untuk memecahkan masalah
5	Proses evaluasi dilakukan secara kontinyu
6	Peserta didik secara berkala merefleksikan kegiatan yang telah dilakukan
7	Produk akhir dari kegiatan pembelajaran akan dievaluasi secara kualitatif
8	Situasi pembelajaran sangat toleran terhadap kesalahan dan perubahan

Model pembelajaran berbasis proyek dinilai sebagai salah satu model pembelajaran yang sangat baik dalam mengembangkan berbagai keterampilan dasar yang harus dimiliki peserta didik, seperti keterampilan mengambil keputusan, kemampuan kreativitas, dan kemampuan memecahkan masalah (Abidin, 2014).

Menurut Hugerat (2016) sintaks untuk pembelajaran PjBL terdiri dari 6 fase dalam Tabel 2:

Tabel 2. Sintaks Model PjBL

No	Fase	Kegiatan
(1)	(2)	(3)
1	Pra-persiapan (<i>Pre-preparation stage</i>)	Guru menayangkan video atau eksperimen atau membacakan cerita terkait, yang dapat memotivasi peserta didik dan mengarahkan mereka pada subjek.
2	Persiapan Tahap Proyek (<i>Preparation for the</i>	Guru menjelaskan proyek, menetapkan tujuan untuk peserta didik, dan

(1)	(2)	(3)
	<i>project stage)</i>	menginformasikan tugas-tugas peserta didik, dengan penekanan pada pentingnya tanggung jawab.
3	Perencanaan Proyek (<i>Planning for the project</i>)	Guru membagi peserta didik menjadi beberapa kelompok kerja. Di bawah pengawasan guru setiap kelompok menyusun rencana tindakan, dan membahas tujuan proyek, sumber daya yang tersedia, keterampilan yang dibutuhkan dan potensi kesulitan.
4	Implementasi Proyek (<i>Project implementation</i>)	Guru bersama setiap anggota kelompok kerja mengidentifikasi dan menuliskan tujuan proyek.
5	Pasca Proyek (<i>Post-project stage</i>)	Setiap kelompok mempresentasikan hasil temuannya kepada teman sekelasnya. Guru mengajukan pertanyaan untuk memastikan bahwa peserta didik memahami prinsip ilmiah yang peserta didik gunakan.
6	Penilaian dan Evaluasi (<i>Assessment and evaluation</i>)	Guru berdiskusi dengan peserta didik mengenai topik penelitian dan mengevaluasi kesimpulan yang dicapai selama pelaksanaan proyek.

Melalui pembelajaran berbasis proyek, peserta didik melakukan penyelidikan ilmiah menggunakan berbagai metode ilmiah. Hal tersebut dapat meningkatkan sikap dan motivasi peserta didik untuk belajar. Pembelajaran berbasis proyek akan membuat peserta didik merasa bahwa guru lebih membantu dan menunjukkan kepedulian terhadap semua peserta didik (Hugerat, 2016).

PjBL memiliki perbedaan dengan proyek, karena PjBL berperan sebagai bagian utama dari suatu pembelajaran sedangkan proyek hanyalah pelengkap pembelajaran bahkan terpisah dari materi pembelajaran yang dipelajari. Perbedaan antara proyek dengan Pembelajaran berbasis proyek (PjBL) (Larmer *et al.*, 2015) dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbedaan Proyek dengan Pembelajaran Berbasis Proyek (PjBL)

Proyek (1)	Pembelajaran Berbasis Proyek (2)
Tambahan untuk pembelajaran	Proyek adalah pembelajaran, atau kendaraan utama untuk mengajarkan standar isi dalam suatu pembelajaran.
Tugas didasarkan pada petunjuk dari guru dan diulang tiap tahunnya	Tugas bersifat terbuka dan melibatkan suara dan pilihan peserta didik; seiring berbeda dari tahun ke tahun.
Biasanya dilakukan secara individu	Dilakukan bekerjasama dengan tim.
Dilakukan secara mandiri, cenderung dilakukan di rumah Berkokus pada produk; produk bahkan dapat disebut “proyek”	Dilakukan dengan bimbingan guru, sebagian besar pada jam sekolah. Proyek ini mencakup proses penyelidikan berkelanjutan dan penciptaan produk.
Tidak otentik dengan dunia nyata atau kehidupan peserta didik	Otentik dengan dunia nyata atau kehidupan peserta didik, atau keduanya.

Kelebihan model pembelajaran PjBL yaitu (1) meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk belajar; (2) meningkatkan kemampuan peserta didik dalam memecahkan masalah; (3) menjadikan peserta didik aktif dan dapat memecahkan permasalahan yang kompleks; (4) meningkatkan kolaborasi antar peserta didik; (5) mendorong peserta didik untuk meningkatkan keterampilan berkomunikasi; (6) memberikan pengalaman kepada peserta didik agar dapat membagi tugas dan mengelola bahan serta waktu dalam menyelesaikan proyek; (7) membuat suasana pembelajaran menjadi menyenangkan (Nurfitriyanti, 2016).

Model pembelajaran PjBL juga memiliki kekurangan, antara lain: (1) membutuhkan waktu yang cukup lama untuk menghasilkan produk; (2) membutuhkan lebih banyak biaya; dan (3) membutuhkan fasilitas yang memadai. Kelemahan tersebut dapat diatasi dengan manajemen waktu yang tepat pada tahap perencanaan dan monitoring kemajuan proyek.

Selain itu, bahan yang diperlukan disiapkan terlebih dahulu sesuai dengan kondisi sekolah dan peserta didik (Sani, 2014).

Jenis proyek yang akan dilakukan pada kegiatan pembelajaran ini yaitu melakukan investigasi. Proyek semacam ini melibatkan peserta didik dalam menjawab pertanyaan yang membutuhkan penelitian, pengumpulan data, dan analisis. Laporan atau dalam bentuk tulisan lain dan presentasi adalah produk umum dalam pembelajaran berbasis proyek ini. Pertanyaan yang diajukan kepada peserta didik bisa tentang topik yang menarik, serta jawaban yang diharapkan kompleks dan tidak mudah didapat melalui pencarian di internet (Larmer *et al.*, 2015).

Berdasarkan paparan diatas, melalui model PjBL peserta didik merancang, memecahkan masalah, melakukan pengambilan keputusan, dan melakukan aktivitas penyelidikan dengan cara membuat proyek. Langkah-langkah pembelajaran PjBL diantaranya yaitu: pra-persiapan, persiapan tahap proyek, perencanaan proyek, implementasi proyek, pasca proyek, serta penilaian dan evaluasi. Langkah-langkah PjBL dalam penelitian ini akan dipadukan dengan model *blended learning* yang dapat dilakukan secara daring dan luring. PjBL dalam penerapannya memiliki kelebihan dan kekurangan yang berkaitan dengan waktu dan biaya, melalui penerapan pembelajaran proyek dengan kombinasi *blended learning*, manajemen waktu pembelajaran dioptimalkan dengan model *blended learning* agar lebih efisien dan penugasan proyek peserta didik menggunakan bahan dasar yang mudah ditemui dalam kehidupan sehari-hari peserta didik dengan biaya seminimal mungkin.

2.1.2.2 Blended Learning

Model pembelajaran *blended learning* adalah model pembelajaran yang merupakan kombinasi antara pembelajaran tatap muka (konvensional) dan

pembelajaran secara daring (*online*). Penerapan *blended learning* menggabungkan berbagai teknologi, strategi pembelajaran dan metode penyampaian untuk mencapai tujuan meningkatkan hasil belajar dan pengalaman peserta didik (Marlina, 2020). *Blended learning* mendukung guru untuk memberikan pengalaman belajar yang lebih komprehensif kepada peserta didik. Model pembelajaran tatap muka dapat digabungkan dengan pembelajaran daring (Handoko dan Waskito, 2018).

Blended learning dapat mengakomodasi perkembangan teknologi yang semakin pesat di era 21 tanpa meninggalkan pembelajaran tatap muka, penerapan model *blended learning* dapat digunakan sebagai strategi organisasi pembelajaran, penyampaian pembelajaran dan kualitas pembelajaran (Maryam, 2018). Pertemuan tatap muka dan online dapat meningkatkan kemandirian belajar peserta didik, hal ini sejalan dengan kelebihan model *blended learning* yang memungkinkan peserta didik untuk belajar dimana saja dan kapan saja. Melalui pembelajaran berbasis internet membuat yang pembelajaran menjadi efisien, peserta didik dapat belajar sesuai dengan karakteristik dan langkahnya sendiri (Haka dkk., 2020).

Berdasarkan beberapa hasil penelitian di atas dapat disimpulkan bahwa pembelajaran dengan *blended learning* dapat menjadikan pembelajaran di kelas lebih efisien dan dapat meningkatkan kemandirian belajar peserta didik. Pada penelitian ini, pembelajaran secara daring dilakukan melalui *Google Classroom* dan *WhatsApp*. *Google Classroom* adalah media pembelajaran yang dapat dipahami peserta didik dengan mudah karena sudah familiar digunakan peserta didik selama pembelajaran di masa pandemi *Covid-19*. Melalui *Google Classroom* dan *WhatsApp*, guru dapat mengajar secara efektif dan mudah diakses oleh peserta didik.

2.1.2.3 Project-Based Blended Learning (PjBBL)

Proses pembelajaran dengan PjBBL dilakukan dengan PjBL yang dikombinasikan dengan metode *blended learning* yaitu pembelajaran yang memadukan dan memanfaatkan internet sebagai sarana dan media pembelajaran, sehingga peserta didik dapat mencari informasi melalui internet dan sumber belajar lainnya secara aktif (Chandra dkk., 2019). Kombinasi model pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dengan *blended learning* dapat membantu peserta didik meningkatkan fleksibilitas jadwal dengan menggabungkan aspek terbaik dari pembelajaran tatap muka dan *online* dan membantu peserta didik berkembang lebih baik dalam proses pembelajaran menurut preferensi gaya belajar dalam belajar (Husamah, 2014). Pembelajaran dengan *blended learning* yang dikombinasikan dengan PjBL yang dilakukan baik secara tatap muka maupun *online*, akan memfasilitasi kemudahan dalam berkomunikasi (Sumarni *et al.*, 2021).

Bersumber dari Dai *et al.* (2021), Hugerat (2016), dan Larmer *et al.* (2015) sintaks untuk pembelajaran PjBBL terdiri dari 6 fase yang disajikan dalam Tabel 4:

Tabel 4. Sintaks Model Pembelajaran PjBBL

No.	Fase	Kegiatan
(1)	(2)	(3)
1	Pertanyaan Pendorong (<i>Driving Question</i>)	Menggali pengetahuan awal dan mengarahkan proses penyelidikan berbasis proyek sesuai dengan pertanyaan pendorong (<i>Daring Asinkronus</i>)
2	Persiapan Proyek	Membentuk kelompok, membaca literatur dan diskusi tim (Tatap Muka dan <i>Daring Asinkronus</i>)
3	Perencanaan Proyek	Mencari literatur, studi independen, dan menyepakati serta menyusun jadwal kerja tim (Tatap Muka dan <i>Daring Asinkronus</i>)
4	Implementasi Rencana	Menjawab pertanyaan pendorong

(1)	(2)	(3)
	Proyek dan Monitoring Kemajuan	proyek, serta menyusun laporan hasil proyek (Kerja Mandiri dan <i>Daring Asinkronus</i>)
5	Presentasi dan Diskusi	Mempresentasikan hasil proyek dan tanya jawab (Tatap Muka)
6	Evaluasi dan Refleksi	Menarik kesimpulan, refleksi diri dan evaluasi kerja tim (Tatap Muka)

Kemampuan lainnya yang dapat dikembangkan melalui penerapan PjBBL dalam pembelajaran antara lain: kemampuan berpikir kreatif, kemampuan berpikir luwes (fleksibel), kemampuan merinci yang baik, kemampuan berpikir lancar, serta kemampuan berpikir orisinil (Chandra dkk., 2019).

Beberapa pendapat terkait implementasi model PjBBL, yaitu: (1) melatih peserta didik untuk melatih keterampilan vokasional melalui pengaplikasian simulasi, (2) meningkatkan aktivitas peserta didik, (3) sebagai solusi pembelajaran efektif atau pembelajaran profesional secara *real time* selama masa pandemi, (4) mengurangi kejenuhan peserta didik saat belajar, (5) sebagai sarana untuk mengoptimalkan teknologi dalam pembelajaran, (6) menjadikan proses pembelajaran lebih inovatif dan melatih kemampuan berpikir kritis (Basori dan Efendi, 2022).

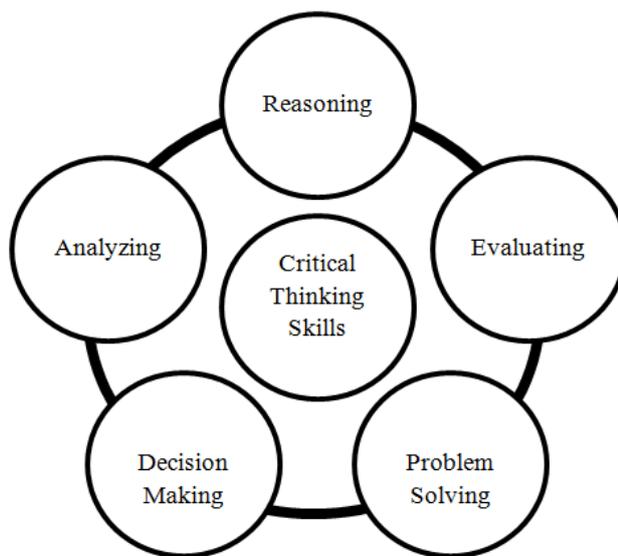
Kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa pembelajaran yang dilakukan di kelas belum secara optimal mengarahkan peserta didik untuk berperan aktif dalam pembelajaran untuk membangun pengetahuannya sendiri. Berdasarkan beberapa pernyataan di atas, PjBBL adalah suatu inovasi model pembelajaran yang mengaplikasikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk proyek inovatif dengan pengaturan jadwal belajar yang fleksibel sehingga dapat melatih peserta didik keterampilan abad 21. Peserta didik dapat termotivasi untuk memecahkan masalah sampai mengambil keputusan melalui aktivitas proyek kolaboratif. Sintaks pembelajaran dengan PjBBL yaitu: pertanyaan

pendorong (*driving question*), persiapan proyek, perencanaan proyek, implementasi rencana proyek dan monitoring kemajuan, presentasi dan diskusi, serta evaluasi dan refleksi, PjBBL dengan sintaksnya yang menuntut penuh keaktifan peserta didik dalam pembelajaran diharapkan dapat meningkatkan kemampuan abad 21 peserta didik, khususnya kemampuan berpikir kritis.

2.1.3 Kemampuan Berpikir Kritis

Pembelajaran sains menuntut peserta didik memiliki kemampuan abad 21 (Hadisaputra *et al.*, 2019). Kemampuan berpikir kritis merupakan salah satu yang perlu dilatihkan pada peserta didik, sehingga kemampuan berpikir kritis peserta didik sangat penting untuk menjamin keberhasilan pembelajaran (Sulistiyowarni *et al.*, 2019). Kemampuan berpikir kritis peserta didik dalam pembelajaran sains sangat penting untuk menghubungkan dan memahami konten materi IPA yang bersifat mikroskopis dan abstrak, yang memerlukan kemampuan menganalisis, mengevaluasi, dan menginterpretasi pikiran peserta didik dengan baik (Hadisaputra *et al.*, 2019).

Robert Ennis mendefinisikan berpikir kritis sebagai pemikiran reflektif dan kemampuan untuk membuat keputusan. Sikap kritis tidak terbatas pada kemampuan menyimpulkan atau berpendapat, tetapi juga pada kemampuan mengevaluasi pernyataan. Inti dari berpikir kritis adalah melakukan refleksi terus menerus, refleksi aktif berdasarkan kajian mendalam dengan menerapkan metode berpikir untuk menarik kesimpulan yang relevan, benar, dan kuat (Sihotang, 2019). Esensi berpikir kritis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Esensi Kemampuan Berpikir Kritis

Berpikir kritis merupakan seperangkat kemampuan yang berperan dalam pemecahan masalah yang logis dan reflektif, dan keduanya saling bergantung dalam proses pemecahan masalah secara metakognitif (Sularmi dkk., 2018). Kemampuan berpikir kritis melibatkan menghubungkan semua konsep atau pengetahuan yang dimiliki untuk membuat keputusan yang rasional sehingga dapat dipercaya (Miele and Wigfield, 2014). Seseorang yang memiliki kemampuan berpikir kritis mampu menganalisis data atau informasi secara sistematis berdasarkan logika dalam menyelidiki sebuah data atau fakta, sejauh ini pemikir kritis tidak begitu saja menerima pernyataan sebagai benar karena orang menganggap pernyataan itu benar (Hendra, 2013).

Menurut Ennis (2018) Indikator Berpikir Kritis disajikan dalam Tabel 5, sebagai berikut.

Tabel 5. Indikator Berpikir Kritis

No	Indikator	Sub Indikator
(1)	(2)	(3)
1	Memberikan penjelasan sederhana	Menanyakan dan menjawab pertanyaan
2	Membangun keterampilan dasar	Menilai hasil pengamatan
3	Membuat kesimpulan	Melakukan deduksi; mendeduksi secara logis
4	Membuat penjelasan lebih lanjut	Mendefinisikan istilah; mendefinisikan isi
5	Mengatur strategi dan taktik	Memutuskan suatu tindakan; menentukan jalan keluar

Berdasarkan beberapa penjelasan ahli tentang berpikir kritis di atas, berpikir kritis membuat hubungan konsep konsep atau pengetahuan untuk menghasilkan keputusan yang logis dan reflektif sehingga pernyataan yang diajukan dapat dipercaya. Fisika kaya akan konsep yang saling terkait dan terhubung dengan fakta dalam fenomena sehari-hari, salah satunya yaitu pada materi gelombang cahaya. Indikator berpikir kritis yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Memberikan penjelasan sederhana; Membangun keterampilan dasar; Membuat kesimpulan; Membuat penjelasan lebih lanjut; dan Mengatur strategi dan taktik.

2.2 Penelitian yang Relevan

Dalam penelitian ini, peneliti mengambil referensi dari penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh:

Tabel 6. Penelitian yang Relevan

No.	Nama Peneliti/Tahun	Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)
1	Nurhayati, Riyan Rizaldi, & Fatimah. 2021	<i>The Effectiveness of Project-based Learning with The Blended Learning System to Improve 21st Century Skills During The Covid-19 Pandemic</i>	Model pembelajaran berbasis proyek dengan sistem <i>blended learning</i> dapat diterapkan dalam proses pembelajaran untuk meningkatkan keterampilan abad 21 di masa pandemi Covid-19.
2	Aliftika, O., Astra, I. M., & Supriyati, Y. 2021	<i>Project Based Blended Learning and Independent Learning on Critical Thinking Skill</i>	Ada perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang belajar dengan menggunakan model <i>blended learning</i> berbasis proyek dengan peserta didik yang belajar melalui <i>blended learning</i> .
3	Rahra, S. M., Arbie, A., & Buhungo. 2021	Pengaruh <i>Google Classroom</i> Berbasis Web dengan Implementasi Model <i>Project Based Learning</i> Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik	Terdapat pengaruh yang cukup signifikan terhadap perkembangan hasil belajar fisika pada materi Termodinamika peserta didik yang belajar menggunakan sarana <i>google classroom</i> berbasis <i>web</i> dengan menggunakan model pembelajaran PjBL.

Berdasarkan beberapa penelitian yang relevan di atas, umumnya penelitian mengenai pengaruh model PjBBL masih sangat jarang dilakukan, terlebih pada sekolah menengah atas pada materi fisika. Melalui penelitian ini,

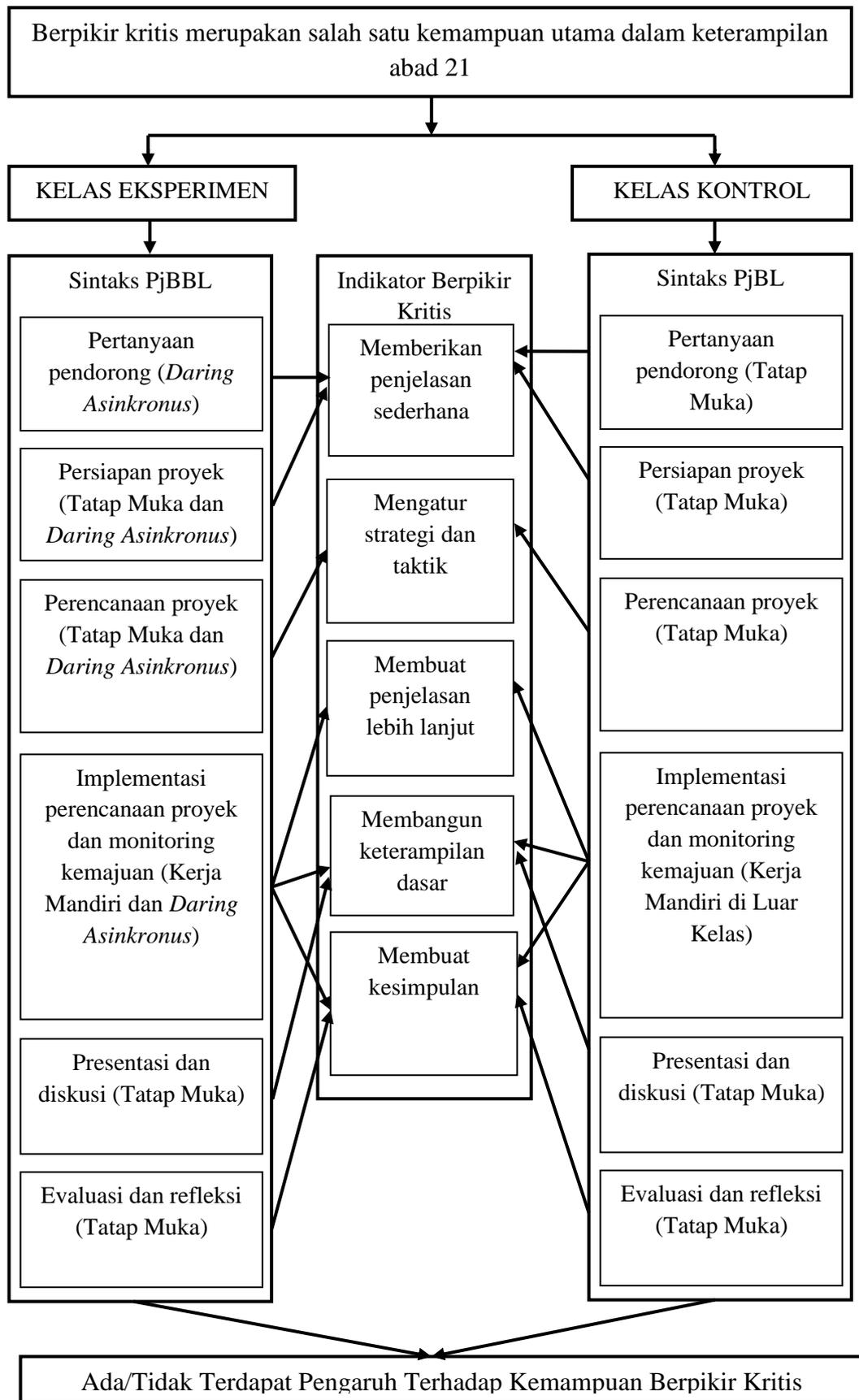
peneliti berusaha menemukan pola dalam hasil PjBBL untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis.

2.3 Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang masalah dan kerangka teoritis yang telah dipaparkan, pendidikan abad 21 harus mampu melatih peserta didik pengetahuan dan kemampuan berpikir kritis. Keterampilan abad 21 memungkinkan dunia pendidikan mempersiapkan generasi masa depan untuk hidup di era yang kompetitif ini. Menurut Ennis (2018), kategori berpikir kritis yang terdiri dari 5 indikator secara efektif dapat meningkatkan hasil belajar peserta didik melalui kemampuan berpikir kritisnya, namun pada kenyataan di kelas, hal tersebut belum diterapkan sepenuhnya dalam pembelajaran fisika, khususnya pada materi Gelombang Cahaya. Begitupun dengan aktivitas pembelajaran yang dilaksanakan di kelas belum mengoptimalkan pembelajaran untuk mengembangkan dan melatih kemampuan tingkat tinggi (*higher order thinking skill*) peserta didik, dalam hal ini keterampilan berpikir kritis. Kendala tersebut dapat diatasi dengan melakukan pembelajaran yang mengaplikasikan permasalahan dalam kehidupan sehari-hari dalam bentuk proyek inovatif dengan pengaturan jadwal belajar yang fleksibel, yaitu menggunakan model PjBBL.

Alternatif dan inovasi pembelajaran yang akan dilakukan peneliti yaitu dengan menerapkan model pembelajaran *Project-Based Blended Learning* (PjBBL). Model PjBBL merupakan model pembelajaran yang mengkombinasikan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) dengan *blended learning* dapat membantu peserta didik meningkatkan fleksibilitas jadwal dengan menggabungkan aspek terbaik dari pembelajaran tatap muka dan *online*. Penerapan model PjBBL melibatkan peserta didik untuk merancang, memecahkan masalah, melakukan pengambilan keputusan, dan

melakukan aktivitas penyelidikan dengan cara membuat proyek kolaboratif. Implementasi pada materi Gelombang Cahaya yaitu, pembuatan alat peraga interferensi dan difraksi cahaya. Berikut bagan kerangka pemikiran peneliti yang akan dilakukan dalam penelitian disajikan pada melalui Gambar 2.



Gambar 2. Bagan Kerangka Pemikiran

2.4 Anggapan Dasar

Berdasarkan kajian teori dan kerangka pikir, anggapan dasar penelitian ini yaitu.

1. Jika terdapat perbedaan kemampuan berpikir peserta didik, hal tersebut disebabkan karena perbedaan perlakuan yang diberikan kepada kedua kelompok.
2. Hal-hal lain diluar perlakuan dan fokus penelitian, dianggap sama antara kelas eksperimen dan kelas kontrol.

2.5 Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran di atas, maka hipotesis penelitian ini yaitu:

H_0 : “tidak terdapat pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi Gelombang Cahaya”.

H_1 : “terdapat pengaruh *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) terhadap kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi Gelombang Cahaya”.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 di SMA Negeri 16 Bandar Lampung yang beralamat di Jl. Darussalam, Susunan Baru, Kecamatan Tanjung Karang Barat, Kota Bandar Lampung, Lampung 35111.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 16 Bandar Lampung pada semester genap tahun ajaran 2022/2023 sebanyak 6 kelas dengan jumlah 180 orang. Teknik pengambilan sampel yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik *purposive sampling*, dengan mengambil dua kelas XI IPA. Kelas Eksperimen yaitu kelas XI IPA 6 dengan jumlah 29 peserta didik dan kelas kontrol yaitu kelas XI IPA 5 dengan jumlah 29 peserta didik di SMA Negeri 16 Bandar Lampung.

3.3 Variabel Penelitian

Variabel dalam penelitian yang digunakan yaitu variabel bebas dan variabel terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini yaitu model PjBBL dan variabel terikat dalam penelitian ini yaitu berpikir kritis.

3.4 Desain Penelitian

Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu penelitian kualitatif eksperimen. Penelitian kuantitatif eksperimen merupakan penelitian ilmiah untuk mengetahui pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendali secara signifikan. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode *Quasi Eksperiment Design*, pada metode ini pemilihan kelas eksperimen dan kelas kontrol tidak ditentukan secara acak dengan menggunakan desain penelitian *Non-Equivalent Control Group Design*. Pada desain ini terdapat dua kelompok subjek, dimana satu kelompok diberi perlakuan (kelas eksperimen) dan satu kelompok lainnya sebagai kelompok kontrol (kelas kontrol). Tabel 7 merupakan gambaran desain penelitian yang akan digunakan (Sugiyono, 2018).

Tabel 7. Desain Eksperimen *Non-Equivalent Control Group*

Kelas	<i>Pretest</i>	Perlakuan	<i>Posttest</i>
Eksperimen	O ₁	X ₁	O ₂
Kontrol	O ₃	X ₂	O ₄

Keterangan:

O₁: *Pretest* kelas eksperimen

O₂: *Posttest* kelas eksperimen

O₃: *Pretest* kelas kontrol

O₄: *Posttest* kelas kontrol

X₁: Perlakuan pembelajaran menggunakan model PjBBL

X₂: Perlakuan pembelajaran menggunakan model PjBL

3.5 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian yang dilakukan yaitu melalui beberapa tahap sebagai berikut.

1. Tahap pendahuluan

Kegiatan yang dilakukan pada tahap ini yaitu sebagai berikut.

- a. Peneliti mengurus perizinan untuk melaksanakan penelitian di SMA Negeri 16 Bandar Lampung.
- b. Peneliti melakukan wawancara dengan Ibu Rusminah, S. Pd. selaku guru fisika SMA Negeri 16 Bandar Lampung dan melakukan observasi pembelajaran di kelas.
- c. Peneliti melakukan penentuan sampel yang akan digunakan dalam penelitian.
- d. Peneliti melakukan pengkajian terhadap teori dan penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan.
- e. Peneliti menyusun perangkat pembelajaran seperti RPP dan LKPD serta instrumen yang akan digunakan.

2. Tahap pelaksanaan

Aktivitas yang dilakukan selama tahap pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Tahap Pelaksanaan Penelitian

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
(1)	(2)
a. Pemberian <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis awal peserta didik	a. Pemberian <i>pretest</i> untuk mengukur kemampuan berpikir kritis awal peserta didik
b. Pemberian perlakuan menggunakan model PjBBL pada pembelajaran materi	b. Pemberian perlakuan menggunakan model PjBL pada pembelajaran materi

(1)	(2)
<p>Gelombang Cahaya, dengan indikator pencapaian kompetensi kognitif sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan tentang spektrum gelombang cahaya 2. Mendeskripsikan peristiwa polarisasi cahaya 3. Memahami proses terjadinya interferensi cahaya 4. Menganalisis pola interferensi celah banyak yang terbentuk dan mengetahui pengaruh jarak celah ke layar melalui percobaan 5. Membandingkan polainterferensi celah tunggal dan pola interferensi celah ganda 6. Memahami proses terjadinya difraksi cahaya 7. Menganalisis pola difraksi yang terbentuk dan mengetahui pengaruh jarak celah ke layar melalui percobaan 8. Menyimpulkan peristiwa difraksi cahaya pada celah tunggal dan celah ganda 9. Mengaitkan prinsip/cara kerja teknologi yang menerapkan konsep gelombang cahaya 	<p>Gelombang Cahaya, dengan indikator pencapaian kompetensi kognitif sebagai berikut:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Menjelaskan tentang spektrum gelombang cahaya 2. Mendeskripsikan peristiwa polarisasi cahaya 3. Memahami proses terjadinya interferensi cahaya 4. Menganalisis pola interferensi celah banyak yang terbentuk dan mengetahui pengaruh jarak celah ke layar melalui percobaan 5. Membandingkan polainterferensi celah tunggal dan pola interferensi celah ganda 6. Memahami proses terjadinya difraksi cahaya 7. Menganalisis pola difraksi yang terbentuk dan mengetahui pengaruh jarak celah ke layar melalui percobaan 8. Menyimpulkan peristiwa difraksi cahaya pada celah tunggal dan celah ganda 9. Mengaitkan prinsip/cara kerja teknologi yang menerapkan konsep gelombang cahaya
<p>c. Pemberian <i>posttest</i> untuk mengukur kemampuan akhir berpikir kritis peserta didik</p>	<p>c. Pemberian <i>posttest</i> untuk mengukur kemampuan akhir berpikir kritis peserta didik</p>

3. Tahap akhir

Pada tahap akhir ini, peneliti melakukan kegiatan sebagai berikut.

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik serta mengolah data instrumen lainnya.
- b. Melakukan perbandingan hasil analisis data sebelum dan sesudah perlakuan dengan tujuan untuk menentukan apakah ada perbedaan kemampuan berpikir kritis peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Menarik kesimpulan berdasarkan hasil analisis data yang telah dilakukan, kemudian menulis laporan penelitian.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah instrumen berbentuk soal tes untuk mengukur kemampuan berpikir kritis peserta didik. Instrumen tes yang digunakan berupa soal uraian berjumlah 10 butir soal yang dibuat berdasarkan indikator berpikir kritis menurut Ennis (2018) yaitu Memberikan penjelasan sederhana; Membangun keterampilan dasar; Membuat kesimpulan; Membuat penjelasan lebih lanjut; dan Mengatur strategi dan taktik. Instrumen ini akan digunakan dalam *pretest* dan *posttest* untuk mengukur hasil belajar dan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

3.7 Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen digunakan dalam kelas eksperimen dan kelas kontrol, pengujian instrumen harus dilakukan terlebih dahulu dengan uji validitas dan uji reliabilitas dengan menggunakan program IBM SPSS *Statistics* 25.0.

3.7.1 Uji Validitas

Validitas mengacu pada suatu peubah mengukur apa yang harusnya diukur. Validitas dalam penelitian menunjukkan tingkat akurasi instrumen penelitian terhadap konten sebenarnya yang diukur. Tergantung pada tujuan dilakukannya tes, jika fungsi pengukuran dapat terpenuhi atau diperoleh hasil pengukuran yang tepat dan akurat, instrumen tersebut dapat dikatakan valid. Rumus korelasi *product moment* oleh Pearson dapat digunakan untuk menguji validitas instrumen penelitian disajikan sebagai 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:

- N : Jumlah peserta didik yang dites
- $\sum XY$: Jumlah (skor item nomor \times skor total)
- $\sum X$: Jumlah skor item nomor
- $\sum Y$: Jumlah skor total
- $\sum X^2$: Jumlah kuadrat skor item nomor
- $\sum Y^2$: Jumlah kuadrat skor total

Instrumen yang valid memiliki nilai validitas yang tinggi. Sebaliknya, instrumen yang kurang valid memiliki nilai validitas yang rendah. Angka korelasi yang diperoleh harus dibandingkan dengan angka tabel korelasi r, jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ maka butir instrumen valid. Sebaliknya, jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka butir instrumen tidak valid, dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$). Rentang koefisien (Arikunto, 2013) yang digunakan untuk menganalisis validitas seperti dibawah ini.

- Antara 0,00 sampai 0,20 : sangat rendah
- Antara 0,21 sampai 0,40 : rendah

Antara 0,41 sampai 0,60 : cukup
 Antara 0,61 sampai 0,80 : tinggi
 Antara 0,80 sampai 1,00 : sangat tinggi

Uji validitas soal pada penelitian ini diolah menggunakan SPSS versi 25.0. Berikut Tabel 9 merupakan hasil uji validitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis materi gelombang cahaya, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 6.

Tabel 9. Hasil Uji Validitas Instrumen Kemampuan Berpikir Kritis Materi Gelombang Cahaya

No Soal	<i>Pearson Correlation</i>	Keterangan
1	0,565	Valid
2	0,441	Valid
3	0,464	Valid
4	0,764	Valid
5	0,566	Valid
6	0,636	Valid
7	0,709	Valid
8	0,849	Valid
9	0,891	Valid
10	0,458	Valid

Kriteria pengujian validitas instrumen mengacu pada nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai r_{tabel} , yaitu sebesar 0,4132. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen tes kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang cahaya yang telah dilakukan, diketahui bahwa 10 butir soal seluruhnya dikategorikan valid dengan nilai *Pearson Correlation* > 0,4132.

3.7.2 Uji Reliabilitas

Instrumen dikatakan reliabel ialah instrumen yang jika digunakan dalam kegiatan penelitian dengan subjek yang sama akan memberikan hasil yang

sama, walaupun pelaksanaannya dilakukan pada waktu dan kondisi yang berbeda. Rumus alpha dapat digunakan untuk mengukur nilai reliabilitas instrumen penelitian disajikan sebagai berikut.

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1} \right) \left(1 - \frac{\Sigma \delta^2}{\delta_t^2} \right)$$

Keterangan:

- r_{11} : Reliabilitas instrumen
 n : Banyaknya item pertanyaan
 $\Sigma \delta^2$: Jumlah varians item
 δ_t^2 : Varians total

Tingkat reliabilitas dengan metode alpha diukur berdasarkan skala alpha 0–1. Jika skala dikelompokkan menjadi lima belas untuk rentang yang sama, maka kemantapan alpha dapat diinterpretasikan sebagai berikut (Sugiyono, 2018).

- Antara 0,00 sampai 0,20 : Kurang reliabel
 Antara 0,21 sampai 0,40 : Agak reliabel
 Antara 0,41 sampai 0,60 : Cukup reliabel
 Antara 0,61 sampai 0,80 : Reliabel
 Antara 0,81 sampai 1,00 : Sangat reliabel

Reliabilitas instrumen soal kemampuan berpikir kritis pada penelitian ini mengacu pada nilai *Cronbach's Alpha*. Berdasarkan uji reliabilitas instrumen tes, menunjukkan bahwa instrumen soal kemampuan berpikir kritis pada materi gelombang cahaya diperoleh nilai *alpha* sebesar 0,827. Nilai *alpha* yang didapatkan berada di atas 0,81 sehingga dapat disimpulkan bahwa instrumen soal yang akan digunakan bersifat sangat reliabel, secara lengkap dapat dilihat pada Lampiran 7.

3.8 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu menggunakan teknik tes, yang bertujuan untuk mengumpulkan data hasil belajar peserta didik. Sebelum pembelajaran, *pretest* diberikan kepada dua kelas sampel, yaitu kelas eksperimen dan kelas kontrol. Pada akhir pembelajaran, peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol sama-sama diberikan *posttest*. Soal tes yang diberikan pada kelas eksperimen dan kelas kontrol merupakan soal yang sama. Pemberian tes bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik dengan model PjBBL pada kelas eksperimen dan pembelajaran dengan model PjBL pada kelas kontrol. Rumus yang digunakan untuk menilai hasil belajar yaitu:

$$\text{Nilai hasil belajar} = \frac{\text{Skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100$$

Kriteria hasil belajar peserta didik:

81–100 = Baik sekali

61–80 = Baik

41–60 = Cukup

21–40 = Kurang

0–20 = Kurang sekali

3.9 Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

3.9.1 Analisis Data

Peningkatan hasil berpikir kritis peserta didik dapat dilihat melalui indeks gain (*N-Gain*). *N-Gain* dapat ditentukan dengan rumus menurut Meltzer (2002) adalah sebagai berikut.

$$(N - Gain) = \frac{\text{skor posttest} - \text{skor pretest}}{\text{skor maksimum ideal} - \text{skor pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* menurut Meltzer (2002) dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Kriteria Interpretasi *N-Gain*

Nilai <i>N-Gain</i>	Interpretasi
$(N - Gain) \geq 0,71$	Tinggi
$0,31 \leq (N - Gain) \leq 0,70$	Sedang
$(N - Gain) < 0,30$	Rendah

3.9.2 Pengujian Hipotesis

Untuk melakukan uji data lanjutan, syaratnya yaitu data harus diketahui berdistribusi normal atau tidak, kemudian dilakukan uji homogenitas. Data yang diperoleh dalam penelitian ini yaitu data nilai kognitif peserta didik sebelum dan sesudah perlakuan dalam pembelajaran.

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk menilai sebaran data pada suatu sampel penelitian berdistribusi normal atau tidak. Membandingkan serangkaian data dalam sampel terhadap distribusi normal, dilakukan dengan menggunakan alat uji statistik *Kolmogorov-Smirnov* dengan ketentuan:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Menurut Ghozali (2018), dasar pengambilan keputusan uji normalitas yaitu:

- a. Apabila probabilitas signifikansi $> 0,05$, maka H_0 diterima, data yang sedang diuji berdistribusi secara normal.

- b. Apabila probabilitas signifikansi $\leq 0,05$, maka H_0 ditolak, data yang sedang diuji tidak berdistribusi secara normal.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui bahwa dua kelompok sampel yang diambil berasal dari populasi yang memiliki variansi yang sama. Rumus untuk menguji homogenitas sampel yaitu sebagai berikut.

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

Keterangan:

S_1^2 = Varians terbesar

S_2^2 = Varians terkecil

Jika $F_{hitung} \leq F_{tabel}$ maka dapat dikatakan bahwa varian dua kelompok sampel data homogen, namun jika $F_{hitung} > F_{tabel}$ maka varian dua kelompok sampel data tidak homogen. Selanjutnya, uji hipotesis statistik parametrik dapat digunakan jika data termasuk kategori homogen, namun apabila data dikategorikan tidak homogen maka dapat dilakukan uji hipotesis statistik non-parametrik.

3. Uji Hipotesis

Uji hipotesis bertujuan untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan *mean* atau tidak pada kelompok sampel. Uji lanjutan yang akan digunakan yaitu Uji *Mann-Whitney*. Uji *Mann-Whitney* merupakan uji alternatif pilihan uji non parametrik apabila uji t-independen tidak dapat dilakukan oleh karena asumsi normalitas dan homogenitas tidak terpenuhi.

Hipotesis yang akan diujikan yaitu:

H_0 : tidak terdapat perbedaan mean kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan model PjBBL.

H_1 : terdapat perbedaan mean kemampuan berpikir kritis peserta didik menggunakan model PjBBL.

Pengambilan keputusan didasarkan dengan menggunakan perbandingan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$, dimana jika $\text{sig} < \alpha$ maka H_0 ditolak dan akan diterima jika $\text{sig} \geq \alpha$.

4. *Effect Size*

Nilai *effect size* menunjukkan ukuran bagaimana satu variabel mempengaruhi variabel lain, besarnya perbedaan dan hubungan keduanya tidak terpengaruh oleh ukuran sampel. Menghitung *effect size*, dilakukan menggunakan rumus menurut Cohen *et al.* (2007).

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

Keterangan:

d : *Effect Size*

Y_e : nilai rata-rata kelas eksperimen

Y_c : nilai rata-rata kelas kontrol

S_c : standar deviasi kelompok pembanding

Hasil perhitungan *effect size* selanjutnya diinterpretasikan berdasarkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect Size</i>	Interpretasi
$0,81 \leq d \leq 1,00$	Besar
$0,51 \leq d \leq 0,80$	Rata-rata
$0,20 \leq d \leq 0,50$	Kecil

V. KESIMPULAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa PjBBL berpengaruh terhadap peningkatan kemampuan berpikir kritis peserta didik yang ditunjukkan dengan perbedaan yang signifikan *N-Gain* antara kelas eksperimen dan kontrol. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir kritis kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan kelas kontrol. Didukung dari data hasil uji hipotesis *Mann-Whitney U Test* diperoleh nilai *Asymp Sig. (2-tailed)* sebesar 0,004 artinya bahwa pembelajaran dengan *Project-Based Blended Learning* (PjBBL) dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik pada materi gelombang cahaya.

5.2 Saran

Guru dapat menerapkan model PjBBL pada materi lain untuk meningkatkan efek pengajaran khususnya berpikir kritis juga dapat dijadikan referensi bagi guru yang ingin menggunakan PjBBL untuk pembelajaran yang lebih aplikatif.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Y. 2014. *Desain Sistem Pembelajaran Dalam Konteks Kurikulum 2013*. Bandung: PT. Refika Aditama. 338 hlm.
- Abidin, Y., & Sofyan, I. 2022. Penerapan Pendidikan Karakter Dengan Model Pembelajaran Berbasis Keterampilan Abad 21. *Basicedu*, 6(1):1046–1054.
- Afifah, S. N., Komalasari, K., Disman, & Elly, M. 2022. Pembelajaran IPS Berbasis Blended Learning Sebagai Upaya Memenuhi Tantangan Abad 21. *Jurnal Basicedu*, 6(3):4289–4298.
- Alam, S. 2019. Higher Order Thinking Skills (HOTS): Kemampuan Memecahkan Masalah, Berpikir Kritis Dan Kreatif Dalam Pendidikan Seni Untuk Menghadapi Revolusi Industri 4.0 Pada Era Society 5.0. In *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana (PROSNAMPAS)*, 2(1):790–797.
- Aliftika, O., I. M. Astra, & Y. Supriyati. 2021. Project Based Blended Learning and Independent Learning on Critical Thinking Skill. *Journal of Physics: Conference Series*, 1: 1-5.
- Amahorseya, M. Z. F. A., & Mardiyah, S. 2023. Implikasi Teori Konstruktivisme Vygotsky dalam Penerapan Model Pembelajaran Kelompok dengan Sudut Pengaman di TK Anak Mandiri Surabaya. *Journal Buah Hati*, 10(1): 16-28.
- Amin, A. M., Corebima, A. D., Zubaidah, S., & Mahanal, S. 2020. The Correlation between Metacognitive Skills and Critical Thinking Skills at the Implementation of Four Different Learning Strategies in Animal Physiology Lectures. *European Journal of Educational Research*, 9(1):143–163.
- Anders, P. L., Stellrecht, E. M., Davis, E. L., & McCall, W. D. 2019. A Systematic Review of Critical Thinking Instruments for Use in Dental Education. *Journal of Dental Education*, 83(4): 381-397.

- Applefield, J., Huber, R., & Moallem, M. 2001. Constructivism in Theory and Practice: Toward a Better Understanding. *The High School Journal*, 84(2): 35-53.
- Arikunto, S. 2013. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara. 344 hlm.
- Azizah, I. N., & Widjajanti, D. B. 2019. Keefektifan Pembelajaran Berbasis Proyek Ditinjau dari Prestasi Belajar, Kemampuan Berpikir Kritis, dan Kepercayaan Diri Siswa. *Jurnal Riset Pendidikan Matematika*, 6(2): 233-243.
- Basori, & Efendi, A. 2022. Persepsi Guru Terhadap Implementasi Project-Based Blended Learning Di Masa Pandemi Covid-19: Studi Kasus Di Smk Negeri 1 Sawit. *Journal of Informatics and Vocational Education*, 5(1):8–11.
- Bell, S. 2010. Project-Based Learning for the 21st Century: Skills for the Future. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas*, 83(2):39–43.
- Chandra, A. R., Prasetya, A. T., & Hartati, R. 2019. Analisis Kemampuan Berpikir Kreatif Peserta Didik Melalui Penerapan *Blended Project-Based Learning*. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(2): 2437–2446.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. 2007. *Research Methods in Education (6thed)*. New York: Routledge Falmer. 657 hlm.
- Dai, N. V., Trung, V. Q., Tiem, C. V., Hao, K. P., & Anh, D. T. V. 2021. Project-Based Teaching in Organic Chemistry through Blended Learning Model to Develop Self-Study Capacity of High School Students in Vietnam. *Education Sciences*, 11(7): 1-17.
- Dwikoranto, D., Setiani, R., Madlazim, & Erman. 2018. Validity of Project Based Laboratory Learning: An Innovative Physics Laboratory Learning to Prepare Sciences Process Skills and Creativity of Physics Teacher Candidate. *International Conference on Science and Technology (ICST 2018)*, 1:912–917.
- Eliyasni, R., Kenedi, A. K., & Sayer, I. M. 2019. Blended Learning and Project Based Learning: The Method to Improve Students' Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Jurnal Iqra' : Kajian Ilmu Pendidikan*, 4(2):231–248.
- Ennis, R. H. 2018. Critical Thinking Across the Curriculum: A Vision. *Topoi*, 37(1):165–184.
- Fahim, M., & Ahmadi, H. 2012. Critical Thinking, Content Schemata, and EFL Readers' Comprehension and Recall. *Journal of Comparative Literature & Culture*, 1(1): 23-28.
- Fitriyah, A., & Ramadani, S. D. 2021. Pengaruh Pembelajaran STEAM Berbasis PJBL (Project Based Learning) Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif dan

- Kritis. *Jurnal Inspiratif Pendidikan*, 10(1): 209-226.
- Ghozali, I. 2018. *Aplikasi Analisis Multivariate Dengan Program IBM SPSS 25*. Semarang: Badan Penerbit Universitas Diponegoro. 490 hlm.
- Global SchoolNet. 2000. "Introduction to Networked Project-Based Learning." Retrieved (<http://www.gsn.org/we/pbl/whatis.htm>). Diakses pada tanggal 10 Oktober 2022.
- Hadisaputra, S., Ihsan, M. S., Gunawan, & Ramdani, A. 2020. The Development of Chemistry Learning Devices Based Blended Learning Model to Promote Students' Critical Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1521(4): 1-5.
- Hadisaputra, S., Gunawan, & Yustiqvar, M. 2019. Effects of Green Chemistry Based Interactive Multimedia on the Students' Learning Outcomes and Scientific Literacy. *Journal of Advanced Research in Dynamical and Control Systems*, 11(7):664–674.
- Haka, N.N., Elliyandhani, L. A., Anggoro, B. S., & Hamid, A. 2020. Pengaruh Blended Learning Berbantuan Google Classroom Terhadap Keterampilan Berpikir Kreatif Dan Kemandirian Belajar Peserta Didik. *Edu Sains Jurnal Pendidikan Sains & Matematika*, 8(1):1–12.
- Handoko & Waskito. 2018. *Blended Learning: Teori dan Penerapannya*. Padang: LPTIK Universitas Andalas. 220 hlm.
- Hasanuddin, M. I. 2020. Pengetahuan Awal (*Prior Knowledge*): Konsep dan Implikasi dalam Pembelajaran. *EDISI: Jurnal Edukasi dan Sains*, 2(2): 217-232.
- Helle, L., Tynjälä, P., & Olkinuora, E. 2006. Project-Based Learning in Post-Secondary Education - Theory, Practice and Rubber Sling Shots. *Higher Education*, 51(2):287–314.
- Hendra, Surya. 2013. *Cara Belajar Orang Jenius*. Jakarta: Gramedia. 320 hlm.
- Hikmah, N., Budiasih, E., & Santosi, A. 2016. Pengaruh Strategi Project Based Learning (PjBL) terhadap Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Kelas XI IPA pada Materi Koloid. *Jurnal Pendidikan*, 1(11): 248-253.
- Hikmah, N. 2018. Pengaruh Kompetensi Guru dan Pengetahuan Awal Siswa terhadap Motivasi Belajar dan Implikasinya terhadap Hasil Belajar Ekonomi Siswa. *Indonesian Journal Of Economics Education*, 1(1): 9–16.
- Hugerat, M. 2016. How Teaching Science Using Project-Based Learning Strategies Affects the Classroom Learning Environment. *Learning Environments Research*, 19(3):383–395.
- Husamah. 2014. *Pembelajaran Bauran (Blended Learning)*. Jakarta: Prestasi Pusaka Jaya. 297 hlm.

- Izzati, A. A., Salsabila U. H., Anggraeni, S., Azizah, N., & Rohmah, D. F. N.. 2021. Pengaruh Blended Learning Dalam Meningkatkan Efektivitas Pembelajaran. *Jurnal Edusciense*, 8(2):14–22.
- Khasanah, U., & Herina. 2019. Membangun Karakter Siswa Melalui Literasi Digital Dalam Menghadapi Pendidikan Abad 21 (Revolusi Industri 4.0). *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Program Pascasarjana Universitas PGRI Palembang*, 999–1015.
- Lai, E. R. 2011. Critical thinking: A literature review. *Pearson's Research Reports*, 6(1), 40-41.
- Larmer, J., Mergendoller, J., & Boss, S. 2015. *Setting The Standard for Project Based Learning*. United States of America: ASCD Alexandria. 240 hlm.
- Liu, Y. 2010. A Case Study of Online Project-Based Learning: The Beer King Project. *International Journal of Technology in Teaching and Learning*, 6(1):43-57.
- Maharani, A. 2014. Psikologi Pembelajaran Matematika Di Smk Untuk Mendukung Implementasi Kurikulum 2013. *Euclid*, 1(2):70–81.
- Marlina, E. 2020. Pengembangan Model Pembelajaran Blended Learning Berbantuan Aplikasi Sevima Edlink. *Jurnal Pedagogik*, 3(2):104–110.
- Maryam, I. 2018. Pengaruh Blended Learning Berbantuan Microsoft Mathematic Terhadap Kemampuan Berpikir Kreatif. *Jurnal Pendidikan Surya Edukasi (JPSE)*, 4(2):23–34.
- Medeiros, A., Junior, P., Bender, M., Menegussi, L., & Curcer, M. 2017. A Blended Learning Experience Applying Project-Based Learning in An Interdisciplinary Classroom. *ICERI2017 Proceedings*, 8665-8672.
- Meltzer, D.E. 2002. The Realtionship Between Mathematics Preparation and Conceptual Learning Gain in Physics: A Possible Inhidden Variabel in Diagnostic Pretest Scores. *American Association of Physics Teachers*, 70(12):1259-1268.
- Miele, D. B., & Wigfield, A. 2014. Quantitative and Qualitative Relations Between Motivation and Critical-Analytic Thinking. *Educational Psychology Review*, 26(4):519–541.
- Mirawati, M., Harjono, A., & Makhrus, M. 2021. Pengembangan Media Pembelajaran Buku Saku Berbasis Konflik Kognitif Untuk Meningkatkan Pemahaman Konsep Dan Keterampilan Berpikir Kritis IPA (Fisika) Peserta Didik. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 6(3):447–454.
- Murdani, E. 2020. Hakikat Fisika Dan Keterampilan Proses Sains. *Jurnal Filsafat Indonesia*, 3(3):72–80.
- Nasihah, E. D., Supeno, & Lesmono, A. D. 2018. Model Problem Based Learning (PBL) Disertai Tutor Sebaya Untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir

- Kritis Siswa SMA. *Seminar Nasional Pendidikan Fisika 2018*, 3(2):178–183.
- Nuraida, D. 2019. Peran Guru dalam Mengembangkan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa dalam Prose Pembelajaran. *Jurnal Teladan, Jurnal Ilmu Pendidikan dan Pembelajaran*, 4(1): 51-60.
- Nurfitriyanti, M. 2016. Model Pembelajaran Project Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Matematika. *Jurnal Formatif*, 6(2):149–160.
- Nurhayati, E., Rizaldi, D. R., & Fatimah, Z. 2021. The Effectiveness of Project-Based Learning With the Blended Learning System To Improve 21St Century Skills During the Covid-19 Pandemic. *Jurnal Scientia*, 9(2):46–52.
- Organisation for Economic Cooperation and Development (OECD). 2016. OECD Database.
- Paradesa, R. 2015. Kemampuan Berpikir Kritis Matematis Mahasiswa Melalui Pendekatan Konstruktivisme Pada Mata Kuliah Matematika Keuangan. *Jurnal Pendidikan Matematika JPM RAFA*, 1(2):306–325.
- Permana, F. H., & Chamisijatin, L. 2019. Project-based Learning Through Edmodo: Improving Critical Thinking and Histology Concepts. *Biosfer: Jurnal Pendidikan Biologi*, 12(1): 58-69.
- Permata, M. D., Koto, I., & Sakti, I. 2018. Pengaruh Model Project Based Learning Terhadap Minat Belajar Fisika Dan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa SMA Negeri 1 Kota Bengkulu. *Jurnal Kumparan Fisika*, 1(1):30–39.
- Pratama, H., & Prastyaningrum, I. 2016. Pengaruh Model Pembelajaran *Project Based Learning* Berbantuan Media Pembelajaran Pembangkit Listrik Tenaga Mikrohidro terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya*, 6(2): 44-50.
- Pratidhina, E. 2020. Education 4.0: Pergeseran Pendidikan Sebagai Konsekuensi Revolusi Industri 4.0. *Humanika*, 20(1):1–12.
- Pratiwi, S. N., Cari, C., & Aminah, N. S. 2019. Pembelajaran IPA Abad 21 Dengan Literasi Sains Siswa. *Jurnal Materi Dan Pembelajaran Fisika*, 9(1):34–42.
- Purwanti, A., Hujjatusnaini, N., Septiana, N., Jasiah, & Amin, A. M. 2022. Analisis Keterampilan Berpikir Kritis Mahasiswa melalui Model *Blended-Project Based Learning* Terintegrasi Keterampilan Abad 21 Berdasarkan Students Level Skill. *Jurnal IPA dan Pembelajaran IPA*, 6(3): 235-245.
- Putriani, J. D. & Hudaidah. 2021. Penerapan Pendidikan Indonesia Di Era Revolusi Industri 4.0. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3):830–838.
- Rahman, M. M. 2019. 21st Century Skill ‘Problem Solving’: Defining the Concept. *Asian Journal of Interdisciplinary Research*, 2(1):71–81.

- Rahra, S. M., Arbie, A., & Buhungo, T. J. 2021. Pengaruh Google Classroom Berbasis Web dengan Implementasi Model Project Based Learning Terhadap Hasil Belajar Peserta Didik. *Jurnal Pendidikan Fisika UNDISKHA*, 11(2):40-46.
- Salma, W. A., Basori, & Hatta, P. 2021. The Effectiveness and Effect of Project-Based Blended Learning on Student Achievement in Online Learning. *Indonesian Journal of Informatic Education*, 5(1): 1-8.
- Sani, R. A. 2014. *Pembelajaran Saintifik untuk Implementasi Kurikulum 2013*. Jakarta: Bumi Aksara. 306 hlm.
- Santrock, J. W. 2007. *Perkembangan Anak*. Jakarta: Erlangga. 305 hlm.
- Santrock, J. W. 2011. *Educational Psychology*. New York: The McGraw-Hill Companies, Inc.
- Schunk, D. H. 2012. *Teori-teori Pembelajaran: Perspektif Pendidikan* (6th ed.). Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Shodiqoh, M., & Mansyur, M. 2022. Reaktualisasi Project Based Learning Model Dalam Pembelajaran Bahasa Arab. *Tanfidziya: Journal of Arabic Education*, 1(3):144–155.
- Sihotang, K. 2019. *Berpikir Kritis: Kecakapan Hidup di Era Digital*. Yogyakarta: PT. Kanisius. 264 hlm.
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. 2015. Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3):1–5.
- So, W. W. M. 2002. Constructivist Teaching in Primary Science. *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 3(1):1-32.
- Sofyatiningrum, E., Sisidiana, E., Ulumudin, I., Nur'Aini, F., & Sugilar, H. 2020. *Bunga Rampai: Umpan Balik Guru terhadap Proses dan Hasil Pembelajaran Siswa*. Jakarta: Pusat Penelitian Kebijakan, Badan Penelitian dan Pengembangan dan Perbukuan, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan. 128 hlm.
- Sugiyono. 2018. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta. 334 hlm.
- Sularmi, S., Utomo D. H., & Ruja I. N. 2018. Pengaruh Project-Based Learning Terhadap Kemampuan Berpikir Kritis. *Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian, Dan Pengembangan*, 3(4):475–479.
- Sulistyowarni, P. A. D., Prahani, B. K., Supardi, Z.A. I., & Jatmiko, B. 2019. The Effectiveness of OR-IPA Teaching Model to Improve Students' Critical Thinking Skills on Senior High School Physics Subject. *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(3):032011.

- Sumarni, W., Sudarmin, S., & Kadarwati, S. 2021. Creative Skill Improvement of the Teacher Candidates in Designing Learning Programs through a Project-Based Blended Learning. *Journal of Physics: Conference Series*, 1918(3):1-5.
- Supanti, Y. T. 2022. Loading Diadeo pada Bimbingan TIK Kelas IX Semester Gasal di SMP Negeri 19 Purworejo Tahun Pelajaran 2020/2021. *Dewantara Seminar Nasional Pendidikan*, (2)(1): 1-8.
- Surahman, Y. T., & Fauziati, E. 2021. Maksimalisasi Kualitas Belajar Peserta Didik Menggunakan Metode Learning By Doing Pragmatisme By John Dewey. *Jurnal Papeda: Jurnal Publikasi Pendidikan Dasar*, 3(2):137–144.
- Susilo, S. V. 2016. Metode Pembelajaran Pengetahuan Awal terhadap Kemampuan Membaca Pemahaman Siswa. *Jurnal Pendidikan Dasar*, 7(1): 150–167.
- Sutrio, Rokhmat, J., & Rahayu, S. 2021. Pengembangan Bahan Ajar Kajian Fisika Sekolah Menengah Berbasis Proyek untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Fisika Calon Guru. *Jurnal Penelitian dan Pembelajaran Fisika Indonesia*, 3(1); 28-34.
- Suwarna, I. P., Aditya, R., Chaeruman, U. A., & Sukardjo, M. 2022. Improving High School Student's Critical Thinking Ability Through Digital Media Assisted by Lectora Inspire on Lightwave Material. *Jurnal Kajian Pendidikan Sains*, 8(1): 1-9.
- Taufik M., Wjayanti, A., & Yanitama, A. 2019. Implementation of Blended Project-Based Learning Model on Astronomy Learning to Increase Critical Thinking Skills. *Journal of Physics: Conference Series*, 1576 042049: 1-4.
- Thompson, C. (2011). Critical Thinking Across the Curriculum: Process over Output. *International Journal of Humanities and Social Science*, 1(9): 1-7.
- Widodo, A. 2004. *Constructivist Oriented Lessons: The Learning Environments and the Teaching Sequences*. Frankfurt am Main: Peter Lang. 202 hlm.
- Wilujeng, E., Sari, N. E., & Berlianantiya, M. 2022. Penerapan Pembelajaran Berbasis Proyek (Project Based Learning) Untuk Peningkatan High Order Thinking Skills Siswa Kelas X Otomatisasi Perkantoran Pada Pembelajaran Ekonomi Dan Bisnis Di SMK Negeri 5 Kota Madiun. *Seminar Nasional Sains, Pendidikan, Humaniora (SENASSDRA)*, 1:420–428.
- Yulandari, S. N., & Kustijono, R. 2017. Efektivitas Penggunaan Novel Visual untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Kritis. *Seminar Nasional Fisika (SNF)*, 1:70-74.