

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
(PjBL) DENGAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN *FLIPPED*
CLASSROOM UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KOMPUTASI DAN NUMERASI
PESERTA DIDIK**

Oleh

SINKA APRILIA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) DENGAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN *FLIPPED CLASSROOM* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KOMPUTASI DAN NUMERASI PESERTA DIDIK

Oleh

SINKA APRILIA

Penelitian ini bertujuan untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi siswa kelas X SMA Negeri 1 Seputih Surabaya menggunakan e-LKPD berbasis *Project Based Learning* (PjBL) pada materi usaha dan energi dengan desain penelitian *static-group pretest-posttest design*. Teknik pengumpulan data kuantitatif menggunakan instrument tes *pretest-posttest* dalam bentuk 5 butir soal uraian diukur menggunakan indikator berpikir komputasi dan numerasi. Metode penelitian ini adalah ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji kevalidan dinyatakan layak dengan persentase sebesar rata-rata *n-gain* pada kelas kontrol untuk indikator *abstraction, decomposition, algorithm, dan debugging* dalam kategori rendah dan untuk indikator *generalization* berkategori sedang. Rata-rata *n-gain* pada kelas eksperimen untuk indikator *abstraction* dan *algorithm* dalam kategori sedang dan indikator *decomposition* dan *generalization* dalam kategori tinggi sementara indikator *debugging* masih dalam kategori rendah. Hasil uji hipotesis menggunakan *independent sample t-test* diperoleh nilai sig. sebesar $0,000 < 0,050$ menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan rata-rata *n-gain* kelas yang diajar menggunakan model ceramah dengan kelas yang diajar menggunakan model PjBL, dimana kelas yang diajar menggunakan model PjBL memperoleh rata-rata *n-gain* yang lebih besar. Hasil uji *effect size* diperoleh nilai sebesar 0,61 yang mengindikasikan bahwa penggunaan e-LKPD model pembelajaran PjBL pada materi usaha dan energi berpengaruh sedang terhadap kemampuan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.

Kata Kunci: E-LKPD, STEM, *Project Based Learning*, Berpikir Komputasi, Numerasi

ABSTRACT

DEVELOPMENT E-LKPD BASED ON PROJECT BASED LEARNING (PjBL) USING THE FLIPPED CLASSROOM ASSISTED STEM APPROACH TO TRAIN SKILLS OF COMPUTATIONAL THINKING AND NUMERATION

By

SINKA APRILIA

This study aims to train computational and numeracy thinking skills for class X students of SMA Negeri 1 Seputih Surabaya using Project Based Learning (PjBL) e-LKPD on business and energy material with a static-group pretest-posttest design. Quantitative data collection techniques used pretest-posttest test instruments in the form of 5 item description questions measured using computational thinking and numeracy indicators. This research method is ADDIE (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The research results show that in the validity test, it was stated that it was feasible with an average percentage of n-gain in the control class for indicators of abstraction, decomposition, algorithm, and debugging in the low category and for generalization indicators in the medium category. The average n-gain in the experimental class for the abstraction and algorithm indicators is in the medium category and the decomposition and generalization indicators are in the high category while the debugging indicators are still in the low category. The results of hypothesis testing using the independent sample t-test obtained sig. of 0.000 <0.050 indicates that there is a significant difference in the average n-gain of the class taught using the lecture model and the class taught using the PjBL model, where the class taught using the PjBL model obtains a larger average n-gain. The results of the effect size test obtained a value of 0.61 which indicated that the use of the e-LKPD PjBL learning model on business and energy material had a moderate effect on students' computational thinking and numeracy abilities.

Keyword: E-LKPD, STEM, Project Based Learning, Computational Thinking, Numeration

**PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING*
(PjBL) DENGAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN *FLIPPED*
CLASSROOM UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR KOMPUTASI DAN NUMERASI
PESERTA DIDIK**

Oleh

SINKA APRILIA

Tesis

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
MAGISTER PENDIDIKAN**

Pada

**Jurusan Pendidikan Fisika
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**PROGRAM STUDI MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2023**

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN E-LKPD BERBASIS *PROJECT BASED LEARNING* (PjBL) DENGAN PENDEKATAN STEM BERBANTUAN *FLIPPED CLASSROOM* UNTUK MELATIHKAN KETERAMPILAN BERPIKIR KOMPUTASI DAN NUMERASI PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa : **Sinka Aprilia**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1923022022**

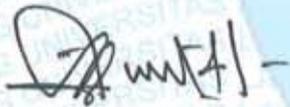
Program Studi : **Magister Pendidikan Fisika**

Fakultas : **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP 19650616 199102 2 001

Pembimbing II



Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si
NIP 19681210 199303 1 002

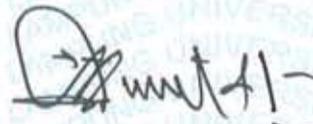
2. Mengetahui

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA



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

**Ketua Program Studi
Magister Pendidikan Fisika**



Dr. Kartini Herlina, M.Si.
NIP. 19650616 199102 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Kartini Herlina, M.Si..

Sekretaris : Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Dr. Viyanti, M.Pd.**

: Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.



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

3. Direktur Program Pascasarjana



Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

4. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 20 Juni 2023

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Sinka Aprilia
NPM : 1923022022
Fakultas/Jurusan : KIP/Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Fisika
Alamat : Jl. Pulau Singkep Gg. Asem, Sukabumi, Bandar Lampung

Dengan ini menyatakan bahwa dalam tesis ini tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di 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, 2 Juni 2023



Sinka Aprilia
1923022022

RIWAYAT HIDUP

Penulis bernama lengkap Sinka Aprilia dilahirkan di Bandar Lampung 8 April 1990, sebagai anak pertama dari tiga bersaudara oleh pasangan Djoko Kiswanto dan Asnah. Penulis mengawali pendidikan TK A dan TK B di TK Pertiwi Bandar Lampung pada 1994-1996, kemudian melanjutkan pendidikan SD di SDN 2 Rawa Laut Bandar Lampung dan lulus tahun 2002. Pendidikan sekolah menengah pertama dijalani penulis pada tahun 2002-2005 di SMP Negeri 1 Bandar Lampung dilanjutkan dengan pendidikan sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Bandar Lampung dan lulus pada tahun 2008. Kemudian penulis diterima di Program Studi Pendidikan Fisika Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung dan berhasil selesai pada Maret 2013. Penulis melanjutkan studi Magisternya pada tahun 2019 di Program Studi Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung hingga saat ini.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan salat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar.” (*Q.S Al-Baqarah: 153*)

“Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah nasib suatu kaum sehingga mereka mengubah keadaan yang ada pada diri mereka sendiri.” (*Q.S Ar-Ra'd: 11*)

“Kehidupan itu cuma dua hari. Satu hari berpihak kepadamu dan satu hari melawanmu. Maka pada saat ia berpihak kepadamu, jangan bangga dan gegabah dan pada saat ia melawanmu bersabarlah. Karena keduanya adalah ujian bagimu.”
(Ali bin Abi Thalib)

“Mewarisi ilmu lebih baik daripada mewarisi harta, karena ilmu yang akan menjagamu sedangkan harta harus kau jaga”
(Sinka Aprilia)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah *Subhanahu wa ta'ala* atas limpahan rahmat dan ridhonya, serta shalawat dan salam selalu tercurah kepada Rasulullah Muhammad *Solallahu'alaihi wa salam*. Penulis mempersembahkan karya ini sebagai bukti cinta dan kasih yang tulus dari hati kepada:

1. Kedua orangtua tercinta, Papa Djoko Kiswanto dan Mama Asnah yang telah membesarkan, mendidik, dan yang selalu dengan ikhlas mendo'akan di setiap langkah perjalanan kehidupanku.
2. Suami tercinta, Dian Purnomo yang selalu sabar dan tulus membersamai hatihariku.
3. Anakku tercinta, Alesha Dianka Zahra yang dengan kehadiranmu menjadi motivasiku untuk selalu semangat menjadi seseorang yang lebih baik setiap harinya.
4. Adik-adik tersayang, Winda Yunika dan M. Dandi Kurniawan atas dukungan, suntikan semangat dan do'anya selama ini.
5. Guruku tercinta yang telah mendidik dan mengajarkan berbagai ilmu.
6. Keluarga besar magister pendidikan fisika 2019.
7. Almamater tercinta.

SANWACANA

Puji syukur atas rahmat dan kasih sayang Allah *Subhanahu wa ta'ala* sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis ini dengan baik.

Tesis yang berjudul “Pengembangan E-LKPD Berbasis *Project Based Learning* (Pjbl) Dengan Pendekatan Stem Berbantuan *Flipped Classroom* Untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Komputasi dan Numerasi Peserta Didik” sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terimakasih 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 FKIP Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Murhadi, M. Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M. Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika sekaligus Pembimbing I atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberikan saran, dan kritik dalam proses penyusunan tesis ini.
6. Bapak Prof. Abdurrahman, M. Si., selaku pembimbing II atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membantu, membimbing, memotivasi, memberikan saran dan kritik yang membangun dalam proses penyusunan tesis ini.

7. Ibu Dr. Viyanti, M. Pd., selaku penguji I atas kesediaan untuk memberikan bimbingan, motivasi, saran, dan kritik dalam memperbaiki penulisan tesis ini.
8. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M. Pd., selaku penguji II atas kesediaan waktu yang diberikan untuk membimbing, memotivasi, memberikan saran, dan kritik dalam proses penyusunan tesis ini.
9. Bapak I Gede M. Pd., selaku kepala sekolah SMA Negeri 1 Seputih Surabaya Lampung Tengah atas izin, bantuan, kerjasama, dan motivasinya.
10. Bapak Dian Purnomo, M. Pd., selaku guru fisika di SMA Negeri 1 Seputih Surabaya yang menjadi mitra selama penelitian berlangsung.
11. Teman-teman angkatan 2019 Magister Pendidikan Fisika, Mba Aas, Retno, Putri, Meisita, Siti, Ara, Reni, Rika, Sestika, Indah, Abdi, Adelia, Ayu, Meira, Haza, dan Ani atas kebersamaan, bantuan, dan motivasi semangatnya.
12. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam penyelesaian tesis ini.

Bandar Lampung, 2 Juni 2023

Penulis,

Sinka Aprili

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Batasan Penelitian	5
1.5 Manfaat Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Teori Belajar	6
2.2 <i>Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (e-LKPD)</i>	17
2.3 Project Based Learning (PjBL).....	18
2.4 STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics).....	22
2.5. Model Flipped-Classroom.....	24
2.6 Keterampilan Berpikir Komputasi (Computational Thinking).....	25
2.7 Numerasi.....	27
2.8 Penelitian Relevan.....	29
2.9 Kerangka Pemikiran.....	30
III. METODE PENELITIAN	
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian.....	34
3.2 Metode Penelitian	34

3.3	Prosedur Pengembangan.....	34
3.4	Teknik Pengambilan Data	37
3.5	Teknik Analisis Data	38

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1	Waktu Penelitian	58
4.2	Tahap Pelaksanaan	58
4.3	Cuplikan Pekerjaan Siswa.....	58
4.4	Rekapitulasi Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i>	59
4.5	Tahap Analisis Data	61
4.6	Pembahasan.....	64
4.7	Temuan.....	69

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1	Kesimpulan.....	71
5.2	Saran.....	71

DAFTAR PUSTAKA	73
-----------------------------	----

LAMPIRAN	79
-----------------------	----

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Indikator Kemampuan Berpikir komputasi.....	26
2. Indikator Numerasi.....	29
3. Penelitian Relevan.....	29
4. Skor penilaian.....	40
5. Tafsiran Skor Presentase Lember Validitas	40
6. Klasifikasi Koefisien Korelasi Uji Validitas	41
7. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas.....	42
8. Konversi Skor Penilaian Pernyataan	43
9. Kriteria Interpretasi g	44
10. Aktivitas Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kontrol.....	47
11. Skor Penilaian	51
12. Tafsiran Skor Presentase Lember Validitas	52
13. Klasifikasi Koefisien Korelasi Uji Validitas	53
14. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas Koefisien	54
15. Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan	55
16. Kriteria Interpretasi N-gain	56
17. Interpretasi Effect Size	57
18. Rata-Rata Hasil Pretest, Posttest, dan N-gain	59
19. Peningkatan Rata-rata Kemampuan Berpikir Komputasi Siswa	60

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Tiga proses dasar memori	6
2. Tahapan dalam Pelaksanaan Project Based Learning	22
3. Kerangka Pemikiran.....	33
4. Squential Embedded Design	34
5. Salah satu jawaban pretest (a) dan posttest (b)	59
6. Bagan hasil uji normalitas data	62
7. Bagan hasil uji normalitas data	63
8. Cuplikan lembar kerja siswa dalam menemukan masalah.....	67
9. Salah satu jawaban siswa dalam mengerjakan Pretests	67
10. (a) Jawaban siswa saat pretest (b) jawaban siswa saat post test.....	70

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Silabus Mata Pelajaran Fisika.....	80
2. RPP berbasis STEM.....	84
3. RPP berbasis saintifik.....	99
4. Instrumen pengukuran kemampuan problem solving.....	105
5. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Isi.....	113
6. Rekapitulasi Hasil Uji Validasi Konstruk.....	114
7. Rekapitulasi Hasil Uji Keterbacaan	115
8. Rekapitulasi Hasil Uji Keterlaksanaan	116
9. Rekapitulasi Hasil Uji Respon Siswa	117
10. Hasil Uji Reliabilitas Soal.....	118
11. Hasil Uji Normalitas	119
12. Hasil Uji <i>Paired T-test</i>	120
13. Data Hasil <i>Pretest</i> dan <i>Posttest</i> Keterampilan Berpikir Komputasi dan Numerasi.....	135

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pada abad ke-21 sekarang ini, seluruh aspek kehidupan mengalami perkembangan yang sangat pesat terutama dalam bidang sains dan teknologi. Sains dan teknologi yang berkembang saat ini tentu tidak terlepas dari peran bidang pendidikan.

Peserta didik dituntut untuk menguasai keterampilan abad ke-21 yaitu berpikir komputasi, pemecahan masalah, kreativitas, inovasi, komunikasi dan kolaborasi (Sagala *et al.*, 2019). Keterampilan abad ke-21 diperlukan untuk mencetak generasi mandiri yang mampu bersaing secara global mengikuti perkembangan zaman, terutama dalam zaman yang serba digital ini.

Menurut Wing (2006), berpikir komputasi menjadi keterampilan dasar yang digunakan oleh semua orang di dunia pada pertengahan abad ke-21 seperti halnya membaca, menulis, dan aritmatika. Berpikir komputasi adalah suatu pendekatan untuk memecahkan masalah, merancang sistem dan memahami perilaku manusia yang mengacu pada konsep-konsep dasar komputasi.

Berpikir komputasi merupakan teknik pemecahan masalah yang sangat luas wilayah penerapannya, bukan hanya untuk menyelesaikan masalah seputar ilmu komputer saja, melainkan juga untuk menyelesaikan berbagai masalah dalam kehidupan sehari-hari. Melalui teknik ini, para peserta didik belajar bagaimana berpikir secara terstruktur, seperti halnya ketika para *software engineer* menganalisa kebutuhan dan merencanakan pengembangan *software*. Teknik berpikir komputasi sebagai sebuah pendekatan sangat penting dikuasai para peserta didik untuk membantu mereka menstrukturisasi penyelesaian masalah yang rumit. Kecakapan ini membuat peserta didik lebih siap dalam bertahan dan bersaing di

masa mendatang, dimana banyak bermunculan profesi baru menggantikan profesi yang ada.

Cara mengimplementasikan berpikir komputasi adalah dengan memahami masalah, mengumpulkan semua data, serta mulai mencari solusi sesuai dengan masalah. Pada kemampuan berpikir komputasi, ada yang disebut dengan dekomposisi yaitu kemampuan pemecahan suatu masalah yang kompleks menjadi masalah-masalah yang kecil untuk diselesaikan. STEM sebagai pendekatan pembelajaran dapat disandingkan dengan *Project Based Learning* (PjBL) dalam pembelajaran sains.

Berpikir komputasi perlu diimbangi juga dengan keterampilan numerasi agar sesuai dengan pembelajaran berbasis digital abad-21. Numerasi merupakan pengetahuan dan kecakapan untuk menggunakan berbagai macam angka dan simbol yang berkaitan dengan matematika dasar guna memecahkan masalah praktis dalam kehidupan sehari-hari lalu menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk serta menginterpretasi hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil keputusan (Kemdikbud, 2017). Begitupula dengan Ekowati, dkk., (2019) yang mengartikan bahwa numerasi sebagai kemampuan seseorang dalam menganalisis dan memahami suatu pernyataan yang dikemas melalui aktivitas dalam memanipulasi simbol atau bahasa yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, serta mengungkapkan pernyataan tersebut melalui tulisan maupun angka.

Kemampuan numerasi menjadi garda terdepan dalam memberikan perlindungan dini terhadap tingkat pengangguran, penghasilan yang rendah dan kesehatan yang buruk. Keterampilan numerasi sangat dibutuhkan pada berbagai aspek kehidupan, baik di rumah, pekerjaan maupun di masyarakat. Seperti halnya dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara, dimana informasi mengenai ekonomi dan politik tidak bisa dihindari sehingga seseorang perlu memahami dan menginterpretasikan informasi yang disajikan dalam bentuk numerik atau grafik. Kemampuan numerasi ditunjukkan dengan adanya kenyamanan terhadap bilangan dan mampu menggunakan keterampilan matematika secara praktis dalam memenuhi tuntutan

kehidupan. Kemampuan ini juga merujuk pada apresiasi dan pemahaman informasi yang dinyatakan secara matematis, misalnya grafik, bagan, dan tabel (Mahmud, dkk., 2019).

Kemampuan tersebut cocok untuk diterapkan menggunakan pendekatan pengajaran dan pembelajaran abad ke-21 yaitu STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*). STEM adalah salah satu kunci untuk pembelajaran yang efektif, pemahaman yang bermakna dan mendalam yang dapat mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika di kalangan peserta didik. Proses mengintegrasikan STEM bisa menantang karena membutuhkan generasi baru yang memiliki keterampilan di bidang STEM. (Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A., 2018). Pendekatan pendidikan STEM harus mencakup unsur pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan pemikiran kreatif pemikiran ilmiah yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir termasuk keterampilan berpikir komputasi peserta didik.

Pentingnya pendidikan yang terintegrasi STEM telah disadari oleh akademisi, pemerintah, masyarakat, dan DIMASA depan STEM dapat menjembatani kesenjangan antara pendidikan dan tempat kerja yang dibutuhkan dari keterampilan abad ke-21 (Avendano *et al.*, 2018; Mutakinati *et al.*, 2018; Stohlmann *et al.*, 2012). Keterkaitan antara sains dan teknologi maupun ilmu lain tidak dapat dipisahkan dalam pembelajaran sains, hal ini karena STEM merupakan disiplin ilmu yang berkaitan erat satu sama lain (Dorph *et al.*, 2018; Jones *et al.*, 2018). Penerapan STEM yang diikuti dengan sebuah media pembelajaran berbentuk digital seperti *e-LKPD* merupakan sinergi yang pas dalam membantu peserta didik memahami pembelajaran fisika.

Berdasarkan hasil studi pendahuluan di Sekolah Menengah Atas di Lampung, didapatkan data bahwa sebagian besar peserta didik sudah akrab dengan teknologi yang digunakan oleh guru dalam proses pembelajaran. Guru sudah banyak menggunakan media belajar interaktif, seperti penggunaan layar proyektor, video pembelajaran, PPT dan lain sebagainya. Namun guru belum menggunakan sebuah

perangkat pembelajaran berbasis digital seperti halnya *e-LKPD*. Melihat kenyataan di lapangan, penulis menilai bahwa perlu adanya suatu terobosan baru berbentuk produk digital untuk mengatasi permasalahan dalam proses pembelajaran tersebut. Oleh sebab itu, peneliti melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan *e-LKPD* berbasis *Project Based Learning (PjBL)* dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Komputasi dan Numerasi Peserta Didik".

1.2 Rumusan Masalah

Kebutuhan pengembangan *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* untuk Melatihkan Keterampilan Berpikir Komputasi dan Numerasi Peserta Didik memunculkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* yang valid untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik?
2. Bagaimana *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* yang praktis untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik?
3. Bagaimana *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* yang efektif untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini antara lain:

1. Mendeskripsikan kevalidan *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* dalam melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* dalam melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.

3. Mendeskripsikan keefektifan *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan Pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* dalam melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.

1.4 Batasan Penelitian

Batasan pada penelitian ini sebagai berikut:

1. *E-LKPD* yang dikembangkan pada penelitian ini berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom*.
2. *E-LKPD* yang dikembangkan khusus untuk materi usaha dan energi.
3. Keterampilan yang dilatihkan adalah keterampilan berpikir komputasi dan numerasi.
4. Kurikulum yang digunakan adalah kurikulum 2013.

1.5 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian ini sebagai berikut:

1. Bagi peneliti, dapat memperoleh wawasan dan menambah pengetahuan mengenai *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.
2. Bagi guru, dapat memberikan informasi mengenai *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* dan membantu dalam proses pembelajaran.
3. Bagi peserta didik, dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda sehingga diharapkan mampu melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.

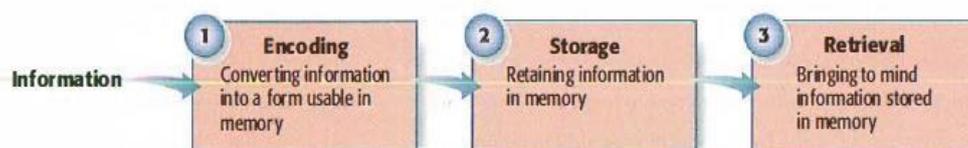
II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Teori Belajar

Pengembangan *e-LKPD* berbasis PjBL dengan pendekatan STEM Berbantuan *Flipped Classroom* secara garis besar didukung oleh teori-teori belajar, seperti; teori pemrosesan informasi, teori belajar bermakna Ausubel, teori belajar konstruktivis, dan teori belajar kognitif. Masing-masing teori tersebut dijelaskan sebagai berikut.

2.1.1. Teori *Cognitive Information Processing*

Teori *Cognitive Information Processing* (CIP) sering disebut hanya sebagai *information processing*. Informasi tersebut diproses dalam memori, yang merupakan sistem yang memungkinkan seseorang untuk menyimpan informasi dan membawanya ke dalam pikiran. Seseorang memproses informasi baru secara bertahap, ada batasan seberapa banyak informasi yang dapat diproses pada setiap tahap, dan bahwa informasi yang dipelajari sebelumnya mempengaruhi bagaimana dan apa yang sedang dipelajari. Memori manusia dapat direpresentasikan sebagai sebuah sistem pengolahan informasi yang terdiri dari tiga proses dasar, yaitu: 1) *encoding*, 2) *storage*, dan 3) *retrieval* informasi. Ketiga proses dasar tersebut dapat dilihat pada gambar berikut ini.



Gambar 1. Tiga proses dasar memori, Nevid (2009)

Encoding mengacu pada bagaimana seseorang mengubah informasi menjadi bentuk yang dapat disimpan dalam memori. Menurut Woolfok (2009) informasi dari lingkungan sekitar di *encode* dalam ingatan sensorik dengan persepsi dan atensi untuk menentukan apa yang disimpan *working memory* untuk digunakan lebih jauh. Informasi dapat dikodekan secara berbeda, seperti secara akustik (pengkodean dengan suara), secara visual (pengkodean dengan membentuk gambaran mental), dan secara semantik (pengkodean dengan makna). *Storage* mengacu pada bagaimana seseorang menyimpan informasi yang telah dikodekan. *Retrieval* mengacu pada bagaimana mendapatkan akses informasi yang tersimpan dalam memori.

Menurut Eggen dan Kauchak (2010), model memori manusia memiliki tiga komponen utama, yaitu: *memory store*, proses kognitif, dan metakognisi. *Memory store* merupakan gudang penyimpanan informasi, terdiri dari; *sensory meory*, *working memory*, dan *long-term memory*. *Sensory memory* merupakan penyimpanan informasi (menyimpan rangsangan dari lingkungan sampai informasi itu dapat diproses). *Sensory memory* menahan informasi mentah cukup lama sehingga manusia dapat menghadirkan, meras, dan memindahkannya ke *working memory*. Menurut psikolog kognitif, semua indera tubuh tersimpan dalam *sensory memory*, hal ini mengindikasikan bahwa *sensory memory* memiliki kapasitas yang sangat besar. Dengan kata lain, informasi yang datang melalui indera dapat disimpan dalam memori sensorik, jika informasi tersebut tidak segera diproses, maka jejak memori cepat hilang. Informasi yang diproses kemudian dideteksi dan dimaknai berdasarkan representasi fisik dari luar dan pengetahuan sudah dimiliki yang dikenal dengan persepsi.

Menurut Slavin (2009) keberadaan *sensory memory* memiliki dua implikasi yang penting dalam pendidikan. Pertama, bila seseorang ingin mengingat suatu informasi maka orang tersebut harus memberikan perhatian (atensi) pada informasi tersebut. Kedua, diperlukan waktu untuk membawa semua informasi yang direkam dalam waktu singkat dalam *sensory memory*. Pembelajaran yang

mengarahkan peserta didik untuk berpikir kognitif dan metakognitif dalam menyelesaikan masalah yaitu dengan mengajarkan suatu langkah-langkah penyelesaian masalah yang efektif, mulai dari memahami masalah, merencanakan solusi, mengeksekusi, dan mengevaluasi. Peserta didik perlu memusatkan perhatian agar terbiasa melakukan hal-hal tersebut dalam menyelesaikan masalah. Kebiasaan ini akhirnya menjadikan peserta didik melakukannya secara otomatis. Menurut Woolfolk (2009), seseorang tidak sepenuhnya melakukan suatu kegiatan secara otomatis dalam mengerjakan sesuatu tetapi bergantung seberapa banyak latihan yang sudah dilakukannya.

Informasi yang sudah dipersepsi dan diatensi selanjutnya masuk ke dalam *working memory* sebagai tempat dimana informasi diproses untuk dipahami. Menurut Santrock (2010) *working memory* merupakan tempat pemikiran "sadar" terjadi dan merupakan tempat seseorang membangun pengetahuan. Menurut Santrock (2011), *working memory* terdiri dari tiga komponen utama, yaitu: *phonological loop*, *visuospatial working memory* (beberapa literatur menulisnya dengan istilah *visuospatial sketchpad*), dan *central executive*. *Phonological loop* dan *visuospatial sketchpad* berfungsi sebagai asisten.

Anderson (2015) menyebutnya dengan istilah *slave system*, membantu *central executive* melakukan tugasnya. *Slave system* bekerja secara independen, yang berarti mereka dapat beroperasi pada waktu yang bersamaan tanpa mengganggu satu dengan yang lainnya. *Central executive* merupakan komponen *working memory* yang bertanggung jawab untuk mengkoordinasikan subsistem lainnya, menerima dan memproses informasi yang tersimpan, dan menyaring pikiran yang mengganggu (mengontrol arus informasi ke dan dari komponen lainnya). *Central executive* ini memfokuskan perhatian pada fakta-fakta yang dibutuhkan, mengambil aturanaturan untuk operasi mana yang dilakukan terlebih dahulu, dan mengingat sesuatu yang pernah dilakukan sebelumnya.

Phonological loop merupakan sistem penyimpanan jangka pendek untuk kata-kata dan suara. Agar informasi dalam *working memory* dapat bertahan lama,

maka peserta didik harus selalu memikirkan, mengat, dan melakukannya secara berulang. Menurut Slavin (2008), pengulangan atau *rehearseal* mempunyai peranan penting dalam suatu pembelajaran, sebab makin lama suatu informasi bertahan dalam *working memory* maka semakin besar kemungkinannya informasi tersebut dipindahkan ke dalam *long term memory*.

Kapasitas *working memory* yang dimiliki seseorang berbeda-beda dalam menyelesaikan suatu permasalahan tertentu. Kapasitas ini dapat ditingkatkan, salah satu faktor utama dalam meningkatkan kapasitas *working memory* adalah latar belg pengetahuan yang dimiliki dan pengalaman dalam menyelesaikan masalah. Makin banyak seseorang mengetahui sesuatu dan makin banyak pengalaman seseorang dalam menyelesaikan masalah maka orang tersebut makin dapat menerima informasi baru.

Seseorang dapat mengkonstruksi pemahaman mereka dengan mengintegrasikan pengetahuan baru ke dalam pengetahuan yang sudah tersimpan dalam *long-term memory*. Menurut Woolfolk (2009), hal yang berperan dalam mengkonstruksi suatu pemahaman adalah elaborasi, organisasi, dan konteks. Proses elaborasi tersebut membuat suatu informasi tetap diaktifkan DI dalam *working memory* untuk waktu yang cukup lama hingga memungkinkan adanya peluang untuk menghubungkan pengetahuan yang baru diperoleh ini ke dalam pengetahuan yang telah dimiliki sebelumnya dalam *long-term memory*.

Apabila peserta didik banyak mengelaborasi ide-ide baru maka semakin banyak pula yang dijadikan sebagai pengetahuannya sendiri, pemahaman peserta didik semakin dalam, dan semakin baik pula ingatan mereka pada pengetahuan tersebut. Oleh karena itu, apabila peserta didik diminta untuk menerjemahkan informasi dengan kata-katanya sendiri, membuat contoh-contoh, menjelaskan kepada teman, menggambarkan berbagai hubungan, dan menerapkan informasi untuk mengatasi masalah-masalah, maka guru telah mengelaborasi pengetahuan peserta didik.

Hal lainnya yang berperan dalam mengkonstruksi pemahaman seseorang menurut Woolfolk (2009) adalah materi yang diorganisasikan dengan baik.

Pengorganisasian materi yang baik ini bertujuan agar materi tersebut mudah dipelajari dan mudah diingat daripada informasi yang terpisah-pisah. Informasi yang disimpan dalam *long-term memory* dianggap relatif permanen. *Long-term memory* adalah sistem penyimpanan yang memungkinkan seseorang untuk menyimpan informasi dalam periode waktu di luar *working memory*. *Long-term Memory* berisi tiga jenis pengetahuan, yaitu: pengetahuan deklaratif, pengetahuan prosedural, dan pengetahuan kondisional.

Pengetahuan deklaratif adalah pengetahuan tentang fakta-fakta, konsep, prosedur, dan aturan yang dibawa ke pikiran dengan usaha sadar sehingga sering disebut dengan pengetahuan eksplisit. Pengetahuan deklaratif ini dibagi lagi menjadi dua memori khusus, yaitu; memori semantik atau pengetahuan umum tentang dunia, dan memori episodik atau pengetahuan tentang pengalaman hidup. Pengetahuan deklaratif melibatkan item informasi yang terkait satu dengan lainnya. Oleh karena itu, guru harus dapat melihat bagaimana struktur pengetahuan peserta didik mereka menjadi lebih kaya dan lebih kohesif jika pembelajaran terjadi.

Pengetahuan deklaratif dapat diperoleh dengan mengintegrasikan informasi baru ke dalam pengetahuan yang ada. Jadi, seseorang belajar lebih efektif ketika mereka memiliki pengetahuan yang dikembangkan dengan baik dimana informasi baru dapat dihubungkan. Pengetahuan prosedural adalah pengetahuan tentang bagaimana melakukan tugas-tugas. Pengetahuan prosedural melibatkan serangkaian tindakan otomatis yang mengarah pada suksesnya kinerja tugas. Oleh karena itu, pengetahuan prosedural disebut pengetahuan implisit. Pengetahuan kondisional adalah pengetahuan tentang kapan dan bagaimana menggunakan pengetahuan deklaratif dan pengetahuan prosedural. Pengetahuan deklaratif dapat diperoleh dengan mengintegrasikan informasi baru dengan pengetahuan yang ada. Jadi, seseorang belajar lebih efektif ketika mereka memiliki pengetahuan yang dikembangkan dengan baik dimana informasi baru dapat dihubungkan.

Berdasarkan uraian di atas, dapat dikat bahwa atensi, *reherseal*, organisasi, dan elaborasi merupakan suatu proses pengontrolan yang memandu arus informasi di seluruh sistem pemrosesan informasi. Teori pemrosesan informasi yang melandasi keterampilan menyelesaikan permasalahan berhubungan erat dengan pembelajaran bermakna. Oleh karena itu, model pembelajaran PjBL, selain didukung oleh teori pemrosesan informasi juga didukung oleh teori pembelajaran bermakna Ausubel.

2.1.2. Teori Belajar Bermakna Ausubel

Berdasarkan uraian di atas, Novak (2011) menyatakan bahwa ada tiga persyaratan yang diperlukan agar berlangsungnya suatu pembelajaran bermakna, yaitu: pertama, materi yang dipelajari harus bermakna secara potensial artinya, materi harus memiliki kebermaknaan logis, konsisten dengan yang telah diketahui peserta didik, dan harus sesuai dengan tingkat perkembangan dalam struktur kognitif peserta didik. Guru perlu menyiapkan ikhtisar materi/informasi yang dipelajari peserta didik dalam bentuk abstraksi atau ringkasan konsep yang dihubungkan dengan pengetahuan yang telah ada dalam struktur kognitif peserta didik. Kedua, harus memiliki konsep dan proposisi yang relevan dalam struktur kognitifnya. Ketiga, peserta didik harus memilih untuk menghubungkan dan mengintegrasikan pengetahuan baru dengan pengetahuan yang telah dimiliki yang relevan dalam struktur kognitifnya. Faktor motivasi berperan penting dalam hal ini karena peserta didik tidak mengintegrasikan pengetahuan baru yang mereka peroleh apabila peserta didik tidak memiliki keinginan dan tidak memiliki pengetahuan tentang bagaimana cara melakukannya.

Menurut Novak (2011) guru harus mengatur agar materi tidak dipelajari secara menghafal. Suatu pembelajaran yang berorientasi pada pencapaian pemahaman merupakan pembelajaran yang mengkondisikan peserta didik untuk membuat koneksi dan membangun pengetahuan dari materi ajar yang telah diberikan sebelumnya. Dengan membangun pengetahuan mereka sendiri melalui cara

menghubungkan isu-isu baru dengan pengalaman belajar masa lalu, dan mencipta hubungan antara ide dan konsep-konsep yang sedang mereka pelajari.

Hal ini dikenal dengan membangun makna, pembelajaran yang mengkondisikan peserta didik untuk membangun makna dengan fokus kepada aktivitas dalam menggunakan pengetahuan berdampak pada pembentukan peserta didik yang kritis dan kreatif. Aktivitas yang dimaksud disini termasuk proses dalam membangun model mental dan proses dalam menyelesaikan masalah.

Pembelajaran dengan menyelesaikan suatu masalah merupakan suatu pembelajaran dengan aktivitas rasional yang membangkitkan kreativitas peserta didik. Sejalan dengan pernyataan tersebut, Novak (2011) menyatakan bahwa suatu pembelajaran yang dapat membangkitkan motivasi intrinsik untuk mengintegrasikan pengetahuan atau informasi baru ke dalam pengetahuan sebelumnya jauh lebih bermanfaat bagi peserta didik. Selain itu, apabila suatu pembelajaran dapat diintegrasikan dengan beberapa aktivitas dan membantu memandu/membimbing serta menjelaskan aktivitas yang dilakukan, maka berdampak pada perolehan pemahaman yang lebih baik.

2.1.3. Teori Belajar Konstruktivis

Teori belajar sangat penting untuk suatu pengajaran yang efektif, karena teori belajar menjelaskan berbagai aspek dalam proses pembelajaran. Belajar didefinisikan sebagai perubahan representasi mental jangka panjang yang dihasilkan dari suatu pengalaman (Ormrod, 2006). Berdasarkan definisi ini, pembelajaran dibagi menjadi tiga bagian, yaitu; pembelajaran adalah perubahan jangka panjang, pembelajaran melibatkan representasi mental, dan pembelajaran adalah perubahan sebagai hasil dari suatu pengalaman. Teori belajar modern beranggapan bahwa belajar terjadi melalui berbagai pengalaman dan menghasilkan perubahan pemahaman yang relatif permanen, dan akhirnya terjadi perubahan tindakan dan perilaku (Gyn and Grove-Withe, 2005).

Walaupun manusia mampu belajar sendiri, para ahli yakin bahwa belajar dapat ditingkatkan, dipercepat, dan secara sengaja diarahkan dengan mengeksploitasi pemahaman tentang proses pembelajaran dengan memperhatikan dua situasi, yaitu; peserta didik dan konteks dimana pembelajaran berlangsung (Gurrie, 2003; Gyn dan Grove-White, 2005). Secara umum, belajar didefinisikan sebagai suatu proses pada makhluk hidup yang mengarah pada perubahan kemampuan permanen yang tidak semata-mata karena maturasi biologis ataupun karena usia (Illeris, 2007). Inti dari semua sistem pendidikan modern adalah bekerja bersama peserta didik untuk meningkatkan kemampuan belajar mereka, tapi bagaimana teori yang diterapkan dan bagaimana mereka berfungsi didasarkan pada banyak keadaan, seperti: sosial, budaya, dan ekonomi, dimana pembelajaran tersebut berlangsung (Gyn dan Grove-Withe, 2005).

Salah satu teori belajar yang diterapkan dalam merancang model pembelajaran dalam penelitian ini adalah teori belajar konstruktivis, yaitu suatu teori belajar yang mengkonseptualisasikan belajar sebagai hasil dari membangun makna berdasarkan pengalaman dan pengetahuan sebelumnya (Lowenthal dan Muth, 2008). Sebagai teori pembelajaran, konstruktivis berfokus pada implikasi konstruksi pengetahuan untuk belajar. Menurut teori ini belajar adalah proses aktif mengkonstruksi mental dalam pikiran peserta didik dan peserta didik adalah konstruktor informasi (Wilson, 2003). Prinsip pembelajaran konstruktif menekankan bahwa belajar adalah proses aktif dimana seseorang secara aktif membangun atau merekonstruksi jaringan pengetahuan.

Belajar adalah proses mencipta makna dan membangun interpretasi berdasarkan interaksi dan pengalaman pribadi. Kemampuan peserta didik dibangun melalui pembelajaran yang menstimulasi suatu jenis kegiatan kognitif tertentu, misalnya elaborasi yang dapat berupa kegiatan diskusi, mencatat, atau menjawab pertanyaan. Elaborasi memainkan peran penting dalam mengaktifkan struktur pengetahuan yang ada atau pengetahuan sebelumnya. Elaborasi membantu peserta didik untuk menghubungkan informasi baru dengan pengetahuan yang ada.

Hal ini mengarah pada struktur pengetahuan yang kaya, karena meningkatkan jumlah hubungan antar konsep dan memfasilitasi aktivasi pengetahuan. Menurut konstruktivis, peserta didik secara aktif terlibat dalam proses membangun pemahaman, pengertian, asimilasi, dan mengintegrasikan informasi baru, berdasarkan pengetahuan sebelumnya, untuk mensintesis model mental atau pemahaman baru tentang apa yang sedang dipelajari.

Peserta didik bekerja dalam tim kolaboratif dan berinteraksi dengan sesama rekan tim serta tutor untuk membangun pengetahuan baru. Selain itu, peserta didik juga terlibat dalam kegiatan belajar mandiri. Lima prinsip yang mendasari pembelajaran konstruktivis adalah bahwa (1) pembelajaran melibatkan konstruksi pengetahuan, (2) dengan cara pembelajaran kolaboratif, (3) menggunakan tugas-tugas otentik, kompleks, dan *ill-struct* yang (4) memotivasi peserta didik untuk (5) terlibat dalam kegiatan mandiri (Savery dan Duffy, 1995). Fokus belajar disini bukan hanya konten; tetapi adalah untuk mengembangkan pemahaman topik yang lebih mendalam agar dapat mentransfer pengetahuan pada situasi yang berbeda dan bervariasi (Mayer, 1996).

Boethel dan Dimock (2000) menggarisbawahi bahwa teori konstruktivis menekankan enam asumsi sebagai berikut:

- (1) Belajar adalah suatu kegiatan adaptif: belajar adalah proses pengembangan pemahaman yang kuat. Kegiatan ini bukan salah satu dari perolehan *body of knowledge* tetapi membangun konsep-konsep dan penjelasan yang memungkinkan seseorang untuk bekerja secara efektif dalam konteks tertentu dan secara memadai dapat menjelaskan situasi yang disajikan.
- (2) Belajar berada dalam konteks dimana peristiwa itu terjadi: teori konstruktivis menggambarkan pengetahuan terkait erat dengan keadaan dimana ia dibangun dan digunakan. Jika pengetahuan didefinisikan sebagai pemahaman yang dapat digunakan, maka pengetahuan dapat dicirikan mirip dengan seperangkat alat, yang hanya dapat dipahami sepenuhnya melalui penggunaannya. Menurut pandangan ini, pengetahuan tidak pernah

benar-benar abstrak atau independen dari konteksnya. Konteks dapat meliputi alasan peserta didik untuk mencari pemahaman baru sekaligus hakikat masalah belajar, kompleksitas, dan keadaan fisik dan sosial dimana ia tertanam (Honebein, Duffy, dan Fishman, 1991).

- (3) Pengetahuan dibangun oleh peserta didik: belajar sebagai *sense-making* adalah proses aktif; peserta didik adalah seorang aktor, bukan penerima pasif suatu informasi. Perkins (1992) menjelaskan bahwa peserta didik tidak hanya mengambil dan menyimpan informasi yang diberikan, mereka membuat interpretasi tentatif dari pengalaman dan melanjutkan untuk menguraikan dan menguji interpretasi mereka. Membangun pengetahuan, tidak hanya proses mekanis pemilahan dan pemrosesan seperti yang dilakukan oleh komputer. Brooks dan Brooks (2010) menyatakan bahwa belajar bukanlah menemukan lebih banyak, tetapi menginterpretasikan melalui skema dan struktur yang berbeda.
- (4) Pengalaman dan pemahaman sebelumnya berperan dalam belajar: proses membangun pemahaman baru berakar pada pengalaman yang dimiliki sebelumnya. Pengalaman baru secara internal dimediasi, dibandingkan, disaring, dan dikaji melalui pengalaman dan pemahaman sebelumnya sebagai upaya untuk menemukan konsistensi.
- (5) Resisten terhadap perubahan: Suatu prinsip kunci teori pembelajaran konstruktivis adalah bahwa peserta didik berpegang pada pemahaman sebelumnya dan cenderung tidak mengubah pemahaman tersebut. Konsep yang berasal dari pengalaman sehari-hari umumnya dipahami mendalam, akibatnya peserta didik cenderung bertahan pada keyakinan mereka terhadap konsep tersebut. Powell (1994) menyatakan bahwa peserta didik cenderung menemukan cara untuk mempertahankan keyakinan mereka saat mencoba memuaskan guru. Untuk mengatasi hal ini peserta didik perlu diberi lebih dari satu masalah atau diberi lebih dari satu percobaan sebagai upaya untuk menyelesaikan masalah, hal ini efektif menantang keyakinan peserta didik.
- (6) Peran interaksi sosial dalam pembelajaran: *Cambridge International Dictionary of English* mendefinisikan kata kerja "*to interact*" (berinteraksi) as "*to communicate with*" (berinteraksi) or *reberpikir komputasi to*

(bereaksi) satu sama lain. *New Oxford Dictionary of English* mendefinisikan kata benda “*interaction*” sebagai timbal balik atau pengaruh. Oleh karena itu, interaksi yang diikuti oleh reaksi, di dalamnya termasuk bertindakan secara timbal balik, dan bertindakan atas satu sama lain. Salah satu bentuk interaksi adalah komunikasi. Komunikasi biasanya dilakukan untuk suatu tujuan, yaitu menyampaikan pesan kepada orang lain. Komunikasi dengan teman di kelas membentuk komunitas belajar. Bagian penting dari komunitas belajar adalah interaksi antar anggotanya untuk berbagi informasi dan membuat suatu kesepakatan dalam pengambilan keputusan. Melalui interaksi dengan teman sebaya, peserta didik dapat mengembangkan ide-ide mereka tentang fenomena sains, merefleksikan kelas konsep, dan akhirnya menegosiasikan makna bersama untuk merumuskan ide-ide mereka.

2.1.4. Teori Belajar Kognitif

Aspek yang dominan dalam teori belajar kognitif adalah melibatkan interaksi antara komponen mental dan informasi yang diolah melalui jaringan yang kompleks (Brook and Brook, 2010). Teori kognitif memandang bahwa pembelajaran melibatkan perolehan atau reorganisasi struktur kognitif melalui pengolahan dan menyimpan informasi. Teori ini menekankan bagaimana informasi diproses. Dua asumsi utama yang mendasari teori ini adalah; (1) bahwa sistem memori adalah prosesor aktif yang mengorganisir informasi dan (2) pengetahuan sebelumnya memainkan peran penting dalam pembelajaran. Teori kognitif melihat perilaku untuk menjelaskan pembelajaran berbasis otak dan meninjau bagaimana memori bekerja untuk mempromosikan pembelajaran.

Teori ini menekankan proses mental yang mendasari pengolahan informasi baru, seperti memperhatikan penjelasan, menafsirkan grafik, atau menghubungkan konsep baru untuk pengetahuan sebelumnya. Karena penekanan ini, teori kognitif mendefinisikan belajar sebagai perubahan yang relatif bertahan dalam struktur mental yang terjadi sebagai akibat dari interaksi individu dengan lingkungan. Teori belajar kognitif juga berpotensi memberikan pembelajaran yang lebih

bermakna bagi peserta didik dan berdampak lebih lama. Merriam and Caffarella (1999) menyimpulkan bahwa pembelajaran bermakna hanya jika dapat menghubungkan konsep-konsep yang sudah ada dalam struktur kognitif seseorang.

2.2. Elektronik Lembar Kerja Peserta Didik (*e*-LKPD)

Menurut Widjajanti (2008:1), LKPD merupakan salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. Tujuannya adalah untuk memudahkan guru dalam melaksan pembelajaran, selain itu bagi peserta didik belajar mandiri, memahami, dan menjalankan suatu tugas secara tertulis. LKPD merupakan perangkat pembelajaran sebagai pelengkap atau sarana pendukung pelaksanaan RPP (Rencana Pelaksanaan Pembelajaran). Penggunaan LKPD lebih efektif dibandingkan dengan proses pembelajaran biasa karena penggunaan LKPD menyebabkan peserta didik berpartisipasi aktif dalam aktivitas pembelajaran (Yildirim *et al.*, 2011). LKPD yang biasa digunakan di sekolah disusun oleh penerbit tanpa persiapan bahan ajar yang disesuaikan dengan pedoman dan dasar-dasar kurikulum sehingga tujuan pembelajaran tidak terpenuhi.

Dalam perkembangan teknologi saat ini, sebagian besar peserta didik lebih tertarik pada pembelajaran yang memanfaatkan media digital seperti komputer/laptop, bahkan *smartphone* dibandingkan dengan yang berbentuk lembar kerja cetak (Haryanto *et al.*, 2019). Oleh sebab itu, bahan dan media belajar dalam bentuk digital seperti *e*-LKPD diharapkan dapat memperbaiki kualitas belajar peserta didik di luar proses pembelajaran di ruang kelas.

Tampilan LKPD juga harus diperhatikan dan dibuat semenarik mungkin seperti menampilkan gambar peristiwa atau fenomena-fenomena yang terjadi pada kehidupan sehari-hari agar peserta didik menjadi tertarik dan tidak merasa jenuh dalam menjalani setiap proses pembelajaran. LKPD yang dikembangkan ini berwujud elektronik dengan berbantuan *Canva*. Diharapkan *e*-LKPD berbantuan

Canva ini dapat menjadi salah satu sarana belajar yang layak, mudah dipahami dan digunakan oleh peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran fisika. *Flipped Classroom* disini fungsinya hanya untuk membantu dalam penugasan siswa seperti mengirim link video dan lain-lain.

Pembelajaran menggunakan PjBL terintegrasi STEM membutuhkan media pembelajaran berupa LKPD. Menurut Kartika (2014) dalam Apertha (2018) mengat bahwa tujuan penggunaan LKPD dalam proses pembelajaran adalah untuk memperkuat dan menunjang pembelajaran dalam tercapainya indikator serta kompetensi yang sesuai dengan kurikulum. Selain itu, dengan adanya LKPD dapat membantu guru mencapai tujuan pembelajaran di kelas. Walaupun dengan adanya LKPD dalam proses pembelajaran, peran guru tetap tak tergantikan. Guru berperan sebagai fasilitator yaitu pendidik bertanggung jawab dalam memantau kerja peserta didik selama proses pembelajaran berlangsung.

2.3. *Project Based Learning (PjBL)*

Goodman dan Stivers (2010) mendefinisikan *Project Based Learning (PjBL)* merupakan pendekatan pengajaran yang dibangun di atas kegiatan pembelajaran dan tugas nyata yang memberikan tantangan bagi peserta didik yang terkait dengan kehidupan sehari-hari untuk dipecahkan secara berkelompok. Menurut Afriana (2015), pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dan memberikan pengalaman belajar yang bermakna bagi peserta didik.

Pengalaman belajar peserta didik maupun konsep dibangun berdasarkan produk yang dihasilkan dalam proses pembelajaran berbasis proyek. Grant (2002) mendefinisikan *Project Based Learning* atau pembelajaran berbasis proyek merupakan model pembelajaran yang berpusat pada peserta didik untuk melakukan suatu investigasi yang mendalam terhadap suatu topik. Peserta didik secara konstruktif melakukan pendalaman pembelajaran dengan pendekatan

berbasis riset terhadap permasalahan dan pertanyaan yang berbobot, nyata, dan relevan.

Sedangkan Made Wena (dalam Lestari, 2015: 14) menyatakan bahwa model *Project Based Learning* adalah model pembelajaran yang memberikan kesempatan kepada pendidik untuk mengelola pembelajaran dikelas dengan melibatkan kerja proyek. Kerja proyek merupakan suatu bentuk kerja yang memuat tugas-tugas kompleks berdasarkan kepada pertanyaan dan permasalahan yang sangat menantang dan menuntun peserta didik untuk merancang, memecahkan masalah, membuat keputusan, melakukan kegiatan investigasi, serta memberikan kesempatan peserta didik untuk bekerja secara mandiri. Pendekatan pembelajaran berbasis proyek (PjBL) mencipta lingkungan belajar "konstruktivis" dimana peserta didik membangun pengetahuan mereka sendiri dan pendidik menjadi fasilitator (Goodman dan Stivers, 2010).

Pada PjBL peserta didik tidak hanya memahami konten, tetapi juga menumbuhkan keterampilan pada peserta didik bagaimana berperan di masyarakat. Keterampilan yang ditumbuhkan dalam PjBL diantaranya keterampilan komunikasi dan presentasi, keterampilan manajemen organisasi dan waktu, keterampilan penelitian dan penyelidikan, keterampilan penilaian diri dan refleksi, partisipasi kelompok dan kepemimpinan, dan pemikiran kritis. Penilaian kinerja pada PjBL dapat dilakukan secara individual dengan memperhitungkan kualitas produk yang dihasilkan, kedalaman pemahaman konten yang ditunjukkan, dan kontribusi yang diberikan pada proses realisasi proyek yang sedang berlangsung. PjBL juga memungkinkan peserta didik untuk merefleksikan ide dan pendapat mereka sendiri, dan membuat keputusan yang mempengaruhi hasil proyek dan proses pembelajaran secara umum, dan mempresentasikan hasil akhir produk.

Keunggulan penerapan model PjBL yaitu (1) meningkatkan motivasi belajar peserta didik untuk belajar mendorong kemampuan mereka untuk melakukan pekerjaan penting, dan mereka perlu dihargai; (2) meningkatkan kemampuan

pemecahan masalah; (3) membuat peserta didik menjadi lebih aktif dan berhasil memecahkan problem-problem yang kompleks; (4) meningkatkan kolaborasi; (5) mendorong peserta didik untuk mengembangkan dan mempraktikkan keterampilan komunikasi; (6) meningkatkan keterampilan peserta didik dalam mengelola sumber; (7) memberikan pengalaman kepada peserta didik pembelajaran dan praktik dalam mengorganisasi proyek dan membuat alokasi waktu dan sumber-sumber lain seperti perlengkapan untuk menyelesaikan tugas; (8) menyediakan pengalaman belajar yang melibatkan peserta didik secara kompleks dan dirancang berkembang sesuai dunia nyata; (9) melibatkan para peserta didik untuk belajar mengambil informasi dan menunjukkan pengetahuan yang dimiliki, kemudian diimplementasikan dengan dunia nyata; (10) membuat suasana belajar menjadi menyenangkan, sehingga peserta didik maupun pendidik menikmati proses pembelajaran” (Kurniasih dalam Nurfitriyani, 2016).

Menurut Rais dalam Lestari (2015) langkah-langkah model pembelajaran PjBL adalah sebagai berikut: 1) Membuka pelajaran dengan suatu pertanyaan menantang (*start with the big question*) Pembelajaran dimulai dengan sebuah pertanyaan *driving question* yang dapat memberi penugasan pada peserta didik untuk melakukan suatu aktivitas. Topik yang diambil hendaknya sesuai dengan realita dunia nyata dan dimulai dengan sebuah investigasi mendalam. 2) Merencanakan proyek (*design a plan for the project*). Perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara pendidik dengan peserta didik.

Dengan demikian peserta didik diharapkan dapat merasa memiliki atas proyek tersebut. Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial dengan mengintegrasikan berbagai subjek yang mendukung, serta menginformasikan alat dan bahan yang dapat dimanfaatkan untuk menyelesaikan proyek. 3) Menyusun jadwal aktivitas (*create a schedule*). Pendidik dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek. Waktu penyelesaian proyek harus jelas, dan peserta didik diberi arahan untuk mengelola waktu yang ada. Biarkan

peserta didik mencoba menggali sesuatu yang baru, tetapi pendidik juga harus tetap mengingatkan apabila aktivitas peserta didik melenceng dari tujuan proyek.

Proyek yang dilakukan oleh peserta didik adalah proyek yang membutuhkan waktu yang lama dalam pengerjaannya, sehingga pendidik meminta peserta didik untuk menyelesaikan proyeknya secara berkelompok di luar jam sekolah. Ketika pembelajaran dilakukan saat jam sekolah, peserta didik tinggal mempresentasikan hasil proyeknya di kelas. 4) Mengawasi jalannya proyek (*monitor the students and the progress of the projeberpikir komputasi*). Pendidik bertanggungjawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek.

Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain, pendidik berperan sebagai mentor bagi aktivitas peserta didik. Pendidik mengajarkan kepada peserta didik bagaimana bekerja dalam sebuah kelompok. Setiap peserta didik dapat memilih perannya masing masing dengan tidak mengesampingkan kepentingan kelompok. 5) Penilaian terhadap produk yang dihasilkan (*assess the outcome*). Penilaian dilakukan untuk membantu pendidik dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai oleh peserta didik, serta membantu pendidik dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya. Penilaian produk dilakukan saat masing-masing kelompok mempresentasikan produknya di depan kelompok lain secara bergantian. 6) Evaluasi (*evaluate the experience*). Pada akhir proses pembelajaran, pendidik dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Pada tahap ini, peserta didik diminta untuk mengungkapkan perasaan dan pengalamannya selama menyelesaikan proyek. Berdasarkan penjelasan tersebut, berikut ini diagram tahapan dalam pelaksanaan PjBL



Gambar 2. Tahapan dalam Pelaksanaan *Project Based Learning*, Lestari (2015)

Pengalaman belajar peserta didik selama pelaksanaan model pembelajaran PjBL antara lain peserta didik diajak untuk peduli terhadap masalah-masalah di lingkungan sekitar dalam kehidupan mereka sehari-hari, berlatih untuk peka pada lingkungan, belajar mencari pertanyaan esensial, peserta didik berlatih berpikir logis, kritis, dan detil, berfikir tentang detil pekerjaan yang harus dilakukan, berfikir asosiatif yakni menghubungkan satu aspek pekerjaan dengan pekerjaan lainnya, berpikir tentang urutan waktu, belajar membagi tugas sesuai minat, peserta didik mencoba cara kerja sesuai pemahaman mereka, saling berdiskusi dan bekerjasama, dan belajar dari kesalahan untuk kemudian memperbaikinya sendiri.

2.4. STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)

Pendekatan pengajaran dan pembelajaran abad ke-21 untuk STEM adalah salah satu kunci untuk pembelajaran yang efektif, pemahaman yang bermakna dan mendalam yang dapat mengintegrasikan ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika di kalangan peserta didik. Proses mengintegrasikan STEM bisa menantang karena membutuhkan generasi baru yang memiliki keterampilan di bidang STEM. Pendekatan Pendidikan STEM harus mencakup unsur pemecahan masalah, pemikiran kritis, dan pemikiran kreatif pemikiran ilmiah yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir diantara peserta didik. (Baharin, N., Kamarudin, N., & Manaf, U. K. A., 2018). Lima komponen utama dalam

pembelajaran berbasis proyek adalah persiapan, implementasi, presentasi, evaluasi dan koreksi (Lou, Chou, Shih, & Chung, 2017).

Pendekatan pendidikan STEM membutuhkan pengetahuan dasar dan pemahaman konsep yang kuat memungkinkan peserta didik untuk memahami dan menerapkan pengetahuan STEM. Guru seharusnya tidak hanya mengajar dan berharap murid dapat menghubungkan apa yang mereka pelajari dengan kehidupan sehari-hari mereka. Oleh karena itu, pendekatan STEM adalah alternatif untuk menghubungkan mata pelajaran STEM dan memberikan konteks yang relevan dengan proses pembelajaran. Kegiatan penyelidikan ilmiah dapat melatih keterampilan berpikir dan mendorong peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, membuat dan menguji hipotesis dan melakukan penelitian seperti ilmuwan sungguhan (Kelley & Knowles, 2016). Namun, pendekatan untuk penyelidikan membutuhkan pengetahuan yang mendalam dan persiapan yang rapi oleh murid dan guru. Murid dapat menentukan arah pembelajaran mereka sendiri dan memutuskan pertanyaan apa mereka ingin belajar. Untuk menggunakan pendekatan ilmiah yang mendalam, guru harus menguasai pedagogis pengetahuan konten saat melakukan penyelidikan.

Pendekatan pendidikan STEM harus berpusat pada peserta didik, pembelajaran kooperatif dalam kelompok kecil, guru bertindak sebagai fasilitator, pengalaman pemecahan masalah dalam konteks dunia nyata dan akuisisi Pemahaman adalah melalui kegiatan langsung. Upaya pendidikan STEM dapat diperkuat lebih lanjut inovasi kurikulum, inovasi pedagogis dan inovasi penilaian (Lilia & Mohamad Satar, 2016).

Pendekatan ini untuk pendidikan STEM mengintegrasikan berbagai tahapan kehidupan pelajar, serta berusaha untuk mempromosikan keterlibatan dalam STEM dan memastikan STEM dapat diakses oleh semua. Namun, banyak pelajar masih menghadapi hambatan untuk mendapatkan peluang STEM. Menurut survei Pew Research Center, “sekitar setengah dari orang dewasa (52%) mengatakan alasan utama pemuda mengejar gelar STEM adalah mereka pikir subjek ini

terlalu sulit” (Kennedy, Hefferon, & Funk, 2018, para 1). Alasan lain termasuk yang berikut: kaum muda tidak memandang STEM berguna untuk karir mereka (23%), mereka berpikir STEM terlalu membosankan (12%), dan mereka menghadapi hambatan seperti biaya tinggi untuk pendidikan STEM dan akses terbatas ke sumber daya (Kennedy, Hefferon, & Funk, 2018).

2.5. Model *Flipped-Classroom*

Menurut penelitian Ahmad Mubarak (2017), model *flipped classroom* adalah salah satu model pembelajaran yang berpusat pada siswa untuk meningkatkan efektifitas pembelajaran. Dahulu para pendidik umumnya menggunakan model pembelajaran ceramah, dimana model pembelajaran ceramah mencerminkan pembelajaran yang berpusat pada guru. Pembelajaran kemudian beralih pada model alternatif yang disebut *flipped classroom*. *Flipped classroom* merupakan pembalikan prosedur, dimana yang biasanya dilakukan di kelas dalam pembelajaran tradisional menjadi dilaksanakan di rumah dalam *flipped classroom*, dan yang biasanya dilaksan di rumah sebagai pr dalam pembelajaran tradisional menjadi dilaksanakan di kelas dalam *flipped classroom*. Oleh sebab itu disebut juga sebagai pembelajaran kelas terbalik.

Sejalan dengan hal di atas, Graham Bhrent (2013), *flipped classroom* adalah strategi instruksional yang dapat memberikan pendidik cara meminimalkan jumlah instruksi langsung dalam praktik pembelajaran sambil memaksimalkan interaksi dari satu peserta didik ke peserta didik yang lain. Strategi ini memanfaatkan teknologi yang menyedi bahan ajar pendukung tambahan bagi peserta didik yang dapat diakses secara *online*. Ini membebaskan waktu kelas yang sebelumnya digunakan untuk pembelajaran. Peserta didik pada tiga ruang kelas sekolah menengah dimana instruksi "dibalik" disurvei untuk memeriksa persepsi mereka tentang Kelas terbalik dan untuk menilai peran media sosial, teknologi pendidikan, penguasaan pembelajaran, dan kecepatan diri yang dimainkan di lingkungan Kelas Terbalik. Penelitian ini juga membahas

bagaimana *Flipped Classroom* dapat mendukung pembelajaran dan apa yang dapat dilakukan untuk meningkatkan implementasi *Flipped Classroom*.

Berikut beberapa keuntungan dari *flipped classroom* menurut Kathleen Fulton (2012), yaitu: (1) siswa dapat belajar dengan langkah mereka sendiri; (2) dengan mengerjakan “pr” di kelas, memberikan guru wawasan yang lebih baik kesulitan siswa dan gaya belajar masing-masing; (3) guru dapat lebih mudah menyesuaikan dan memperbarui kurikulum/ alur pembelajaran dan memberikan kepada siswa; (4) waktu di dalam kelas menjadi lebih efektif dan kreatif, (5) guru menggunakan metode laporan peningkatan tingkat prestasi, minat, dan keaktifan atau keterlibatan siswa; (6) model ini mendukung pendekatan baru; dan (7) penggunaan teknologi yang fleksibel dan tepat untuk pembelajaran di abad ke 21.

2.6. Keterampilan Berpikir Komputasi (*Computational Thinking*)

Menurut Jeannette M. Wing (2012), berpikir komputasi adalah suatu pendekatan untuk memecahkan masalah, merancang sistem dan memahami perilaku manusia yang mengacu pada konsep-konsep dasar komputasi. Karakteristik berpikir komputasi menurut Wing (2006) yaitu: (1) berdasarkan konsep bukan pemrograman; (2) kemampuan dasar yang harus dimiliki setiap orang; (3) cara manusia berpikir bukan cara komputer berpikir; (4) saling melengkapi dan mengkombinasikan antara pemikiran matematis dan pemikiran teknik; (5) merupakan ide; (6) untuk setiap orang disetiap tempat; (7) secara intelektual mengharuskan masalah saintifik dapat dipahami dan diselesaikan; (8) orang yang memiliki kemampuan komputasi dapat menguasai komputer-sains dan melakukan apa saja.

Berdasarkan hal tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa kemampuan berpikir komputasi adalah kemampuan dasar pada setiap orang untuk memecahkan dan menyelesaikan permasalahan yang dimilikinya.

Sejalan dengan Wing, Barr & Stephenson (2011) menyatakan bahwa berpikir komputasi adalah pendekatan untuk memecahkan masalah dengan cara yang

dapat diimplementasikan dengan komputer. Siswa tidak hanya menjadi pengguna alat tetapi pembuat alat. Mereka menggunakan seperangkat konsep, seperti abstraksi, rekursi, dan iterasi, untuk memproses dan menganalisis data, serta membuat artefak nyata dan virtual. Berpikir komputasi adalah metodologi pemecahan masalah yang dapat diotomatisasi, ditransfer dan diterapkan di seluruh mata pelajaran.

Dalam penelitian ini, komponen *automation* yang menggunakan komputer dalam membuat algoritma tidak digunakan, mengingat bahwa berpikir komputasi tidak selalu mengacu pada penggunaan komputer. Indikator berpikir komputasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah menurut Angeli *et al.*, (2016) meliputi *abstraction*, *generalization*, *decomposition*, *algorithms*, dan *debugging*.

Kemudian indikator tersebut dijabarkan dalam subindikator seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Indikator Kemampuan Berpikir Komputasi

Indikator	Aktivitas Siswa
<i>Abstraction</i>	Kemampuan menentukan komponen yang diperlukan dan mengabaikan bagian-bagian yang tidak dibutuhkan
<i>Generalization</i>	Kemampuan menemukan pola secara umum dari persamaan/ perbedaan yang ditemukan dalam permasalahan yang diberikan sehingga dapat diterapkan pada permasalahan yang berbeda
<i>Decomposition</i>	Kemampuan untuk menguraikan masalah kompleks menjadi masalah sederhana yang lebih mudah dipahami dan dipecahkan
<i>Algorithm</i>	Kemampuan untuk merancang serangkaian tindakan secara urut dengan langkah demi langkah dalam menyelesaikan masalah
<i>Debugging</i>	Kemampuan untuk mengidentifikasi, menghapus, dan memperbaiki kesalahan

Angeli *et al.*, (2016)

2.7. Numerasi

Kemampuan dalam membaca dapat menjadi langkah awal dalam memahami literasi dasar lainnya, seperti literasi sains, numerasi, literasi digital, literasi budaya dan kebudayaan serta literasi finansial. Literasi dasar yang dapat diaplikasikan dalam pembelajaran fisika salah satunya adalah numerasi, Dirjen Dikdasmen (2016).

Numerasi merupakan pengetahuan dan kecakapan untuk menggunakan berbagai macam angka dan simbol yang berkaitan dengan matematika dasar guna memecahkan masalah praktis dalam kehidupan sehari-hari lalu menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk serta menginterpretasi hasil analisis untuk memprediksi dan mengambil keputusan (Kemdikbud, 2017). Sejalan dengan pernyataan tersebut, Ekowati *et al.*, (2019) mengartikan numerasi sebagai kemampuan seseorang dalam menganalisis dan memahami suatu pernyataan yang dikemas melalui aktivitas dalam memanipulasi simbol atau bahasa yang ditemukan dalam kehidupan sehari-hari, serta mengungkapkan pernyataan tersebut melalui tulisan maupun tulisan.

Berdasarkan hal itu, kemampuan numerasi menjadi kemampuan yang harus dimiliki sumber daya abad ini. Seperti yang dipaparkan Ekowati dan Suwandayani (2017) dalam bukunya bahwa keterampilan numerasi sangat dibutuhkan pada berbagai aspek kehidupan, baik di rumah, pekerjaan maupun di masyarakat. Seperti halnya dalam kehidupan bermasyarakat dan bernegara, dimana informasi mengenai ekonomi dan politik tidak bisa dihindari sehingga seseorang perlu memahami dan menginterpretasikan informasi yang disajikan dalam bentuk numerik atau grafik. Kemampuan numerasi ditunjukkan dengan adanya kenyamanan terhadap bilangan dan mampu menggunakan keterampilan matematika secara praktis dalam memenuhi tuntutan kehidupan. Kemampuan ini juga merujuk pada apresiasi dan pemahaman informasi yang dinyat secara matematis, misalnya grafik, bagan, dan tabel (Mahmud *et al.*, 2019).

Numerasi tidaklah sama dengan kompetensi matematika. Keduanya berlandaskan pada pengetahuan dan keterampilan yang sama, tetapi perbedaannya terletak pada pemberdayaan pengetahuan dan keterampilan tersebut. Pengetahuan matematika saja tidak membuat seseorang memiliki kemampuan numerasi. Numerasi mencakup keterampilan mengaplikasikan konsep dan kaidah matematika dalam situasi sehari-hari, saat permasalahannya sering kali tidak terstruktur (*unstructured*), memiliki banyak cara penyelesaian, atau bahkan tidak ada penyelesaian yang tuntas, serta berhubungan dengan faktor nonmatematis. Sebagai contoh, seorang peserta didik belajar bagaimana membagi bilangan bulat dengan bilangan bulat lainnya.

Ketika bilangan yang pertama tidak habis dibagi, maka ada sisa. Biasanya peserta didik diajarkan untuk menuliskan hasil bagi dengan sisa, lalu mereka juga belajar menyatakan hasil bagi dalam bentuk desimal. Dalam konteks kehidupan sehari-hari, hasil bagi yang presisi (dengan desimal) sering kali tidak diperlukan sehingga sering kali dilakukan pembulatan.

Adanya tuntutan kehidupan terhadap literasi, menuntut dunia pendidikan untuk mengubah strategi pembelajarannya agar menyesuaikan dengan perkembangan zaman. Hal ini menjadi topik menarik untuk diteliti. Beberapa peneliti seperti Winarni *et al.*, (2021) yang telah melakukan upaya yang dilakukan untuk mendukung kemampuan literasi peserta didik dengan menggunakan video pembelajaran membuahkan hasil yaitu dapat meningkatkan kemampuan numerasi peserta didik.

Hal ini terlihat dari hasil tes numerasi peserta didik di kelas eksperimen dan kelas kontrol memiliki perbedaan yang signifikan dengan kondisi secara deskriptif hasil tes di kelas eksperimen lebih tinggi. Begitupula halnya dengan peneliti Widiastuti dan Kurniasih (2021), yang memperoleh hasil bahwa model *problem-based learning* berbantuan *software cabri 3D V2* berpengaruh dalam numerasi peserta didik pada kelas 8 SMP Negeri 5 Tambun Selatan. Merujuk pada dua hasil penelitian terdahulu, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan media

maupun model pembelajaran yang sesuai dapat mempengaruhi tingkat kemampuan literasi peserta didik, khususnya pada numerasi peserta didik.

Untuk mengukur kemampuan numerasi peserta didik, diperlukan indikator yang jelas dan dapat menggambarkan kemampuan peserta didik. Adapun indikator numerasi tersebut mencakup 3 indikator seperti yang tercantum dalam Tabel 2. berikut

Tabel 2. Indikator Numerasi

No.	Indikator
1.	Mampu menggunakan berbagai macam angka atau simbol yang terkait dengan matematika dasar dalam menyelesaikan masalah kehidupan sehari-hari
2.	Mampu menganalisis informasi yang ditampilkan dalam berbagai bentuk (grafik, tabel, bagan, diagram dan lain sebagainya).
3.	Menafsirkan hasil analisis tersebut untuk memprediksi dan mengambil keputusan.

Han, dkk. (2017)

Berdasarkan hasil observasi sekolah SMA Negeri 1 Seputih Surabaya, ditemukan fakta bahwa kemampuan dalam numerasi peserta didik masih rendah.

Kemampuan dalam mengolah informasi berupa angka, grafik masih perlu dilatihkan lagi. Oleh sebab itu, peneliti tertarik untuk meneliti kemampuan numerasi peserta didik SMA Negeri 1 Seputih Surabaya.

2.8 Penelitian Relevan

Beberapa penelitian terdahulu yang relevan untuk menambah masukan dan menunjang penelitian ini disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Penelitian Relevan

No.	Judul Penelitian	Jurnal	Peneliti
1.	Analisis Kebutuhan <i>E-modul Flipped Classroom</i> terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Kritis	<i>Indonesian Journal of Science and Mathematics Education</i>	Reni Dwi Puspitasari, Kartini Herlina, Agus Suyatna

2.	Pengaruh Model Pembelajaran <i>Flipped-Problem Based Learning</i> Terintegrasi Dengan LMS-Google <i>Classroom</i> Pada Siswa SMA	<i>Journal for the Education of Gifted Young Scientists</i>	Rahmi Ramadhani, Rofiqul Umam, Abdurrahman, Muhamad Syazali
3.	Pengaruh LKS Berbasis STEM terhadap Literasi Sains Siswa	Jurnal Keguruan dan Ilmu Tarbiyah (TADRIS)	Sulistiyowati Sulistiyowati, Abdurrahman Abdurrahman, Tri Jalmo

Sumber: Reni, Rahmi, Sulistiyowati

2.9 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran dapat mengarahkan seseorang berhasil beradaptasi dengan situasi baru untuk mengidentifikasi dan menghadapi masalah yang muncul dengan penekanan yang lebih besar dititikberatkan pada keterampilan berpikir komputasi dan numerasi. Berdasarkan pernyataan ini nampak bahwa salah satu yang perlu dikembangkan dalam pembelajaran fisika adalah kemampuan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik. Keterampilan berpikir komputasi merupakan salah satu bentuk keterampilan berpikir berbasis digital yang mengadaptasi proses bekerjanya sebuah komputer dalam mengakses informasi. Dengan demikian, dapat dikat bahwa kemampuan berpikir komputasi dan numerasi digunakan untuk melatih kemampuan pemecahan masalah dalam kehidupan sehari-hari. Kenyataan yang ditemukan di lapangan, guru belum menggunakan suatu produk pembelajaran berbasis digital secara utuh seperti penggunaan e-LKPD berbasis digital yang lebih memfasilitasi siswa dalam melatih kemampuan berpikir komputasi dan numerasi dalam pembelajaran fisika.

Fakta lapangan yang didapatkan menunjukkan bahwa pembelajaran hanya berfokus pada guru menyebabkan peserta didik kurang terlibat aktif dalam proses pembelajaran, peserta didik tidak dilibatkan dalam proses berpikir dalam menyelesaikan suatu masalah fisika sehingga keterampilan berpikir komputasi dan numerasi belum dilatihkan. Peserta didik belum menggunakan e-LKPD

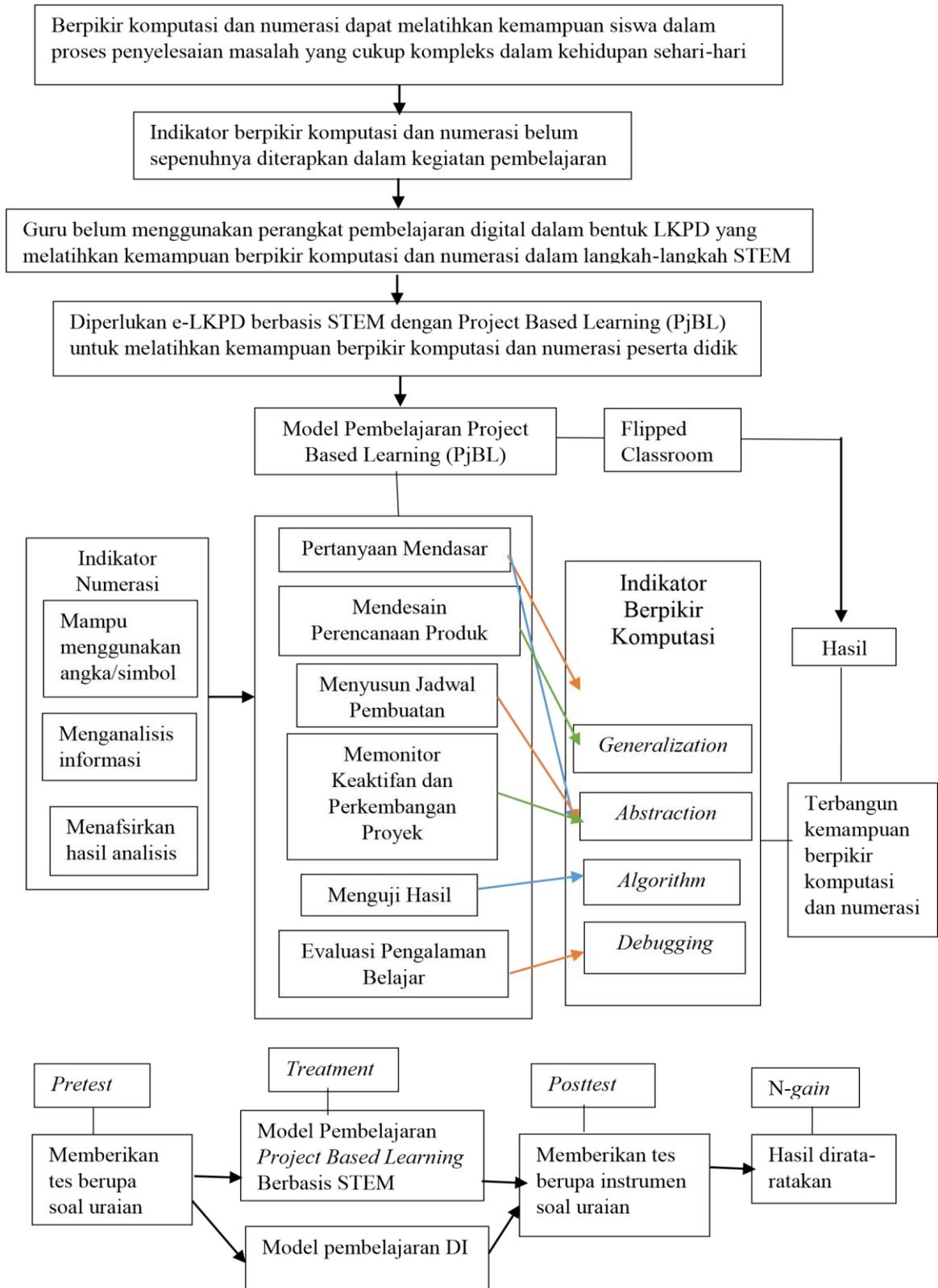
sebagai media belajar materi usaha dan energi yang disusun sendiri oleh pendidik sesuai dengan kondisi dan kebutuhan peserta didik. Keterampilan yang diharapkan dikuasai oleh peserta didik yaitu keterampilan berpikir komputasi (*computational thinking*) dan numerasi sehingga diperlukan media belajar yang dapat menstimulus keterampilan tersebut. E-LKPD terintegrasi STEM berbantuan *Flipped Classroom* diduga mampu menjadi media belajar yang menyebabkan peserta didik menjadi aktif dalam proses pembelajaran.

Pelaksanaan pembelajaran dalam PjBL berbasis STEM ini yaitu (1) penentuan pertanyaan mendasar, pembelajaran dimulai dengan pertanyaan esensial yaitu pertanyaan yang dapat memberi penugasan kepada peserta didik dalam melakukan suatu aktivitas. Topik penugasan sesuai dengan dunia nyata yang relevan untuk peserta didik dimulai dengan sebuah investigasi mendalam, (2) dengan mendesain perencanaan proyek, perencanaan dilakukan secara kolaboratif antara guru dan peserta didik. Dengan demikian peserta didik diharapkan merasa “memiliki” atas proyek tersebut.

Perencanaan berisi tentang aturan main, pemilihan aktivitas yang dapat mendukung dalam menjawab pertanyaan esensial dengan cara mengintegrasikan berbagai subjek yang mungkin, serta mengetahui alat dan bahan yang dapat diakses untuk membantu penyelesaian proyek, (3) menyusun jadwal, guru dan peserta didik secara kolaboratif menyusun jadwal aktivitas dalam menyelesaikan proyek.

Aktivitas pada tahap ini antara lain membuat *timeline* (alokasi waktu) untuk menyelesaikan proyek, membuat *deadline* (batas waktu akhir) penyelesaian proyek, membawa peserta didik agar merencanakan cara yang baru, membimbing peserta didik ketika mereka membuat cara yang tidak berhubungan dengan proyek, dan meminta peserta didik untuk membuat penjelasan (alasan) tentang pemilihan, (4) memonitor peserta didik dan kemajuan proyek, guru bertanggung jawab untuk melakukan monitor terhadap aktivitas peserta didik selama menyelesaikan proyek.

Monitoring dilakukan dengan cara memfasilitasi peserta didik pada setiap proses. Dengan kata lain guru berperan menjadi mentor bagi aktivitas peserta didik. Agar mempermudah proses monitoring, dibuat sebuah rubrik yang dapat merekam keseluruhan aktivitas yang penting, (5) menguji hasil, penilaian dilakukan untuk membantu guru dalam mengukur ketercapaian standar, berperan dalam mengevaluasi kemajuan masing- masing peserta didik, memberi umpan balik tentang tingkat pemahaman yang sudah dicapai peserta didik, membantu guru dalam menyusun strategi pembelajaran berikutnya, (6) mengevaluasi pengalaman pada akhir pembelajaran, guru dan peserta didik melakukan refleksi terhadap aktivitas dan hasil proyek yang sudah dijalankan yaitu tentang proyek usaha dan energi. Proses refleksi dilakukan baik secara individu maupun kelompok. Secara ringkas, kerangka pemikiran digambarkan dalam bentuk skema dalam Gambar 3. berikut



Gambar 3. Kerangka Pemikiran

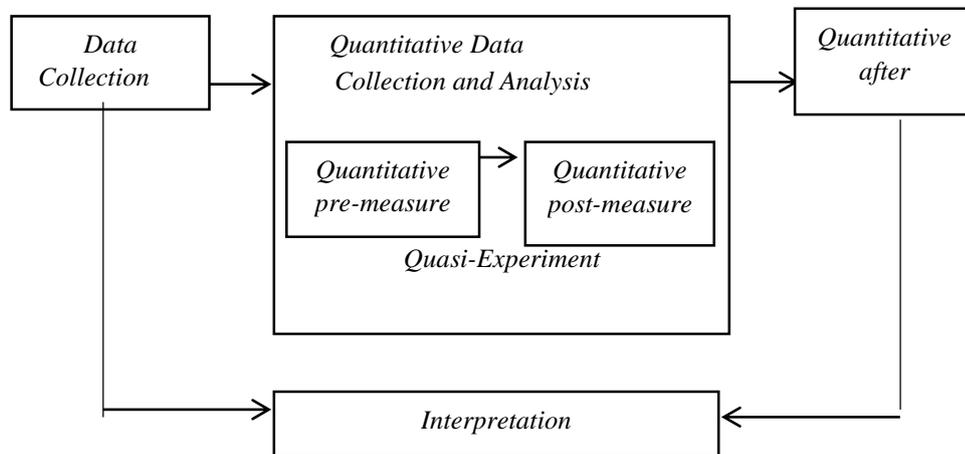
III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksan di SMA Negeri 1 Seputih Surabaya. Sampel penelitian adalah kelas X semester genap tahun pelajaran 2022/2023 sebanyak 36 orang.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode penelitian pengembangan ADDIE yang mengembangkan suatu produk bahan ajar berupa *e-LKPD* berbasis PjBL dengan pendekatan STEM berbantuan *Flipped Classroom*. Desain penelitian yang digunakan digambarkan sebagai berikut:



Gambar 4. *Sequential Embedded Design*

3.3 Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah pengembangan *e*-LKPD berpedoman pada model pengembangan instruksional ADDIE yang dikembangkan oleh (Arikunto, 2016) yang terdiri dari lima langkah, yaitu (1) *Analyze*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation*. Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan perangkat bahan ajar berupa *e*-LKPD yang bermanfaat dalam melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik. Secara ringkas langkah-langkah penelitian diuraikan sebagai berikut.

1) Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan suatu proses studi pendahuluan untuk melakukan *need assesment* (analisis kebutuhan) dan *task analysis* (analisis tugas) dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan dan masalah apa yang dihadapi guru dan peserta didik. Data yang dihasilkan berupa karakteristik peserta didik, identifikasi kesenjangan, identifikasi kebutuhan, dan analisis tugas yang didasarkan atas kebutuhan peserta didik seperti analisis kebutuhan terhadap sumber belajar terhadap keterampilan berpikir kreatif peserta didik. Data studi pendahuluan ini dikumpulkan menggunakan angket yang direspon oleh 55 peserta didik SMA di Kota Bandar Lampung. Hasil analisis angket tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendesain sumber belajar yang dikembangkan.

2) Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain mencakup:

- a) menentukan indikator keterampilan berpikir komputasi, menentukan KD dari materi yang dikembangkan dalam sumber belajar berbasis PjBL terintegrasi STEM dan menyusun RPP yang sesuai dengan keterlaksanaan pembelajaran.
- b) menentukan sistematika penyajian materi melalui rancangan *story board*. Pada tahap ini peneliti juga membuat instrument validitas *e*-LKPD, instrumen kemenarikan dan keterbacaan *e*-LKPD, instrumen *self assesment* untuk mengukur keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan produk dilakukan pembuatan bahan ajar berupa *e-LKPD* yang terdiri dari tiga bagian, yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Pada bagian pendahuluan terdiri dari KI/KD, indikator pencapaian, tujuan pembelajaran dan tahapan pembelajaran. Sedang pada bagian isi terdiri dari konten materi pembelajaran dan soal-soal evaluasi yang terintegrasi pada aspek-aspek STEM. Pada bagian penutup terdiri dari daftar pustaka dan profil penulis. *E-LKPD* yang dikembangkan berisi materi tentang pembiasan cahaya. Selanjutnya, dilakukan validasi terhadap *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. Tujuan validasi ini untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan dan diimplementasikan pada pembelajaran. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi isi dan konstruk. Adapun indikator kevalidan produk jika diperoleh skor pada masing-masing item sebesar 3, sehingga total skor keseluruhan adalah 3.

a. Validasi Konstruk

Validasi konstruk dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria yaitu lulusan minimal S2 dan pengalaman mengajar lebih dari 1 tahun. Komponen yang divalidasi oleh ahli konstruk adalah kualitas teknis berupa bahasa, tampilan, isi dan interaktivitas.

b. Validasi Isi

Validasi isi dilakukan dengan menunjuk ahli seperti pada kriteria ahli pada validasi konstruk. Komponen yang divalidasi adalah kualitas pembelajaran dan komponen kualitas materi.

c. Respon terhadap *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM

Setelah produk diuji dari segi konstruk dan isi kemudian dibutuhkan respon dari pendidik fisika, calon pendidik fisika dan peserta didik terhadap kualitas kemenarikan dan keterbacaan *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM.

4) Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap implementasi ini peneliti menguji coba produk yang telah dikembangkan dan divalidasi oleh ahli dengan tujuan mengetahui keefektifan *eLKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi. Pada implementasinya peneliti menggunakan desain *non equivalent control group design*. Pada desain ini terdapat dua kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol, kedua kelas diberikan *pretest* sebelum diberi perlakuan, dan diberikan *posttest* setelah diberi perlakuan

5) Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi dilakukan setelah tahap analisis, desain, pengembangan dan implementasi. Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal. Evaluasi ini adalah analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli konstruk dan isi, respon dari pendidik, calon pendidik dan peserta didik. Sedangkan evaluasi eksternal dimaksudkan untuk mengetahui tingkat keterampilan berpikir komputasi dan numerasi terhadap kompetensi yang diajarkan

3.4. Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan berdasarkan jenis instrumen penelitian terdiri atas:

1. Data analisis kebutuhan

Teknik pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan memberikan angket kebutuhan peserta didik dan guru mengenai sumber belajar yang terdapat di sekolah, ketertarikan peserta didik terhadap sumber belajar yang disediakan di sekolah, dan penggunaan *smartphone* pada saat kegiatan pembelajaran di

kelas. Angket analisis kebutuhan tersebut telah direspon oleh 45 peserta didik kelas X dari beberapa SMA di Provinsi Lampung.

2. Data Validitas produk

Data validitas produk bahan ajar berupa *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM yang dilakukan pada tahap uji coba produk awal diperoleh melalui uji validasi isi dan validasi konstruk dengan menggunakan angket kepada tiga guru FKIP Unila dan dua praktisi ahli yang bertujuan untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan.

3. Data Kepraktisan Produk

Teknik pengumpulan data kepraktisan produk terdiri atas lembar observasi keterlaksanaan bahan ajar dan lembar respon peserta didik melalui kuesioner terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

4. Data Keefektifan Produk

Data keefektifan produk digunakan untuk mengetahui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan terhadap keterampilan berpikir komputasi peserta didik.

Pengambilan data diperoleh melalui tes keterampilan berpikir komputasi berupa soal. Tes yang digunakan terdiri atas *pretest* dan *posttest* materi usaha dan energi kelas X semester ganjil. *Pretest* dilakukan pada saat sebelum memulai pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai. Bentuk tes yang digunakan adalah pilihan jamak beralasan. Tes keterampilan berpikir komputasi sebelum digunakan telah diuji validitas dan reliabilitasnya.

3.5. Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada tiga tahap studi, yaitu tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan, dan uji coba lapangan.

1. Tahap Studi Pendahuluan

Analisis data berupa fakta-fakta tentang implementasi pembelajaran yang dilaksan pada saat ini dideskripsikan dalam bentuk persentase, lalu dianalisis dan interpretasikan secara kuantitatif. Sehingga analisis yang digunakan dalam tahap ini disebut analisis deskriptif kuantitatif.

2. Tahap Pengembangan

Teknik analisis data pada tahap pengembangan berupa analisis data validasi rancangan produk dan analisis data uji coba terbatas.

a. Analisis Data Validasi Rancangan Produk

Teknik analisis data validasi rancangan produk yang dikembangkan menggunakan lembar kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar. Tahap ini dilakukan dengan cara mengkode atau mengklasifikasi data. Validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilihat dari hasil lembar validitas yang diisi oleh para ahli. Kegiatan dalam teknik analisis data validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilakukan dengan cara:

- 1) Mengkode atau klasifikasi data
 - 2) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.
 - 3) Memberi skor jawaban validator
- Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *likert* seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Skor Penilaian

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

4) Mengolah jumlah skor jawaban validator

Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket adalah sebagai berikut:

- a) Skor untuk pernyataan sangat baik Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab
- b) Skor untuk pernyataan baik
Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab
- c) Skor untuk pernyataan cukup baik Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab
- d) Skor untuk pernyataan kurang baik Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab
- 5) Menghitung persentase jawaban angket pada setiap *item* dengan menggunakan SPSS.
- 6) Menghitung rata-rata persentase lembar validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dengan SPSS.
- 7) Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran menurut seperti pada Tabel 5. (Arikunto, 2016).

Tabel 5. Tafsiran Skor (Persentase) Lembar Validitas

Persentase	Kriteria
80,1 % - 100%	Sangat tinggi
60,1 % - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0%	Sangat rendah

b. Teknik Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan untuk mengetahui dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang diuji coba adalah instrumen untuk menilai keterampilan berpikir kreatif. Instrumen yang baik harus memenuhi dua syarat penting yaitu valid dan reliabel (Arikunto, 2016).

1) Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes (Arikunto, 2016). Sebuah instrumen dikat valid apabila mampu mengukur indikator yang seharusnya diukur. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Produberpikir komputasi Moment Pearson*. Analisis validitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statistic 17*. Penafsiran koefisien korelasi untuk uji validitas menurut (Arikunto, 2016) ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Klasifikasi Koefisien Korelasi Uji Validitas

Koefisien Korelasi	Intepretasi
$0,90 < r_{xy} \leq 1,00$	Korelasi sangat tinggi (sangat valid)
$0,70 < r_{xy} \leq 0,90$	Korelasi tinggi (valid)
$0,40 < r_{xy} \leq 0,70$	Korelasi sedang (cukup valid)
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Korelasi rendah (kurang valid)
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Korelasi sangat rendah (sangat kurang valid)
$r_{xy} \leq 0,00$	Tidak berkorelasi (tidak valid)

Kriteria instrumen tes berkualitas baik apabila minimal tingkat validitas yang dicapai adalah kategori sedang (cukup valid). Jika tingkat ketercapaian di bawah kategori sedang, maka soal tes perlu dilakukan revisi atau diganti. Instrumen yang sudah diperbaiki selanjutnya diuji cob kembali sampai memperoleh hasil minimal termasuk dalam kategori sedang.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekonsistenan instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Sebuah instrumen disebut reliabel jika instrumen tersebut mampu memberikan hasil yang dapat dipercaya atau konsisten. Instrumen tes yang diuji reliabilitasnya adalah tes keterampilan berpikir kreatif. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Analisis reliabilitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statostics 17* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut (Arikunto, 2016) yang dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Klasifikasi Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Intepretasi
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	Dengan reliabilitas sangat tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Dengan reliabilitas tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Dengan reliabilitas sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Dengan reliabilitas rendah
$r_{11} \leq 0,40$	Dengan reliabilitas sangat rendah

Kriteria instrumen tes memiliki derajat reliabilitas yang baik jika tingkat ketercapaian di bawah kategori sedang, maka soal perlu direvisi.

3. Uji Coba Lapangan

Pada tahap uji lapangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu:

a. Uji coba kelompok kecil.

Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan dengan melakukan pengambilan data dengan teknik observasi dan data *pretest-posttest* sehingga dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Kepraktisan bahan ajar ditentukan oleh keterlaksanaan bahan ajar dan respon

peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan. Untuk analisis keterlaksanaan bahan ajar, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini:

1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian menghitung persentase ketercapaian dengan rumus:

$$\text{Skor penilai} = \frac{\text{Jumlah skor pada instrumen}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

2) Memvisualkan data untuk memberikan informasi berupa data temuan dengan menggunakan analisis data non statistik yaitu analisis yang dilakukan dengan cara membaca tabel-tabel, grafik-grafik, atau angka-angka yang tersedia.

3) Menafsirkan persentase skor hasil pengamatan secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran berdasarkan Arikunto (2016) pada Tabel 8.

Tabel 8. Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan

Skor	Kriteria
%-100%	Sangat Baik
%-80%	Baik
41%-60%	Cukup Baik
21%-40%	Kurang Baik
0%-20%	Tidak Baik

b. Uji coba kelompok luas

Uji coba kelompok luas dilakukan untuk mengetahui keefektifan produk yang dikembangkan. Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan membandingkan hasil pembelajaran pada kondisi sebelum dengan sesudah menggunakan bahan ajar *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. Analisis hasil keterampilan berpikir kreatif dilakukan dengan dua analisis sebagai berikut:

1) Analisis deskriptif yaitu menghitung rata-rata *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*. Rata-rata *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kreatif dapat dihitung dengan SPSS. Kriteria interpretasi *N-gain* oleh (Meltzer, 2005) seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Kriteria Interpretasi g

Pilihan	Nilai g
$g > 0,7$	High - g
$0,3 \leq g \leq 0,7$	Medium g
$g < 0,3$	Low - g

Sumber: Meltzer, 2002

2) Analisis interferensial yang digunakan yaitu uji *independent t-test*. Uji *independent t-test* digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu ketrampilan berpikir komputasi antara kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM dan kelas kontrol yang menggunakan bahan ajar lain selain *eLKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. Hipotesis penelitian yang digunakan yaitu:

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan penggunaan *e-LKPD* berbasis PjBL dengan pendekatan STEM untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi

H_1 : Tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan penggunaan *e-LKPD* berbasis PjBL dengan pendekatan STEM untuk melatih keterampilan berpikir komputasi dan numerasi

Setelah mengetahui hasil uji *independent t-test*, jika hasilnya terdapat perbedaan maka selanjutnya dilakukan perhitungan *effect size* untuk mengetahui besarnya perbedaan atau keefektifan hasil bahan ajar *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM.

3.6. Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah pengembangan *e-LKPD* berpedoman pada model pengembangan instruksional ADDIE menurut Dick dan Carry (2014) yang terdiri dari lima langkah, yaitu (1) *Analyze*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation*. Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan perangkat bahan ajar berupa *e-LKPD* yang bermanfaat dalam

peningkatan keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik. Secara ringkas langkah-langkah penelitian *ADDIE* menurut Dick dan Carry (2014) diuraikan sebagai berikut.

1) Tahap Analisis (*Analyze*)

Tahap analisis merupakan suatu proses studi pendahuluan untuk melakukan *need assesment* (analisis kebutuhan) dan *task analysis* (analisis tugas) dengan tujuan untuk mengetahui kebutuhan dan masalah apa yang dihadapi guru dan peserta didik. Data yang dihasilkan berupa karakteristik peserta didik, identifikasi kesenjangan, identifikasi kebutuhan, dan analisis tugas yang didasarkan atas kebutuhan peserta didik seperti analisis kebutuhan terhadap sumber belajar terhadap keterampilan berpikir komputasi peserta didik. Data studi pendahuluan ini dikumpulkan menggunakan angket yang direspon oleh 45 peserta didik SMA di Provinsi Lampung. Hasil analisis angket tersebut digunakan sebagai dasar untuk mendesain sumber belajar yang dikembangkan.

2) Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain mencakup:

- a) menentukan indikator keterampilan berpikir komputasi dan numerasi, menentukan KD dari materi yang dikembangkan dalam sumber belajar berbasis PjBL terintegrasi STEM dan menyusun RPP yang sesuai dengan keterlaksanaan pembelajaran.
- b) penentuan sistematika penyajian materi melalui rancangan *story board*. Pada tahap ini peneliti juga membuat instrument validitas *e-LKPD*, instrumen kemenarikan dan keterbacaan *e-LKPD*, instrumen *self assessment* untuk mengukur keterampilan berpikir komputasi dan numerasi, serta instrumen untuk mengukur kemampuan kognitif peserta didik.

3) Tahap Pengembangan (*Develop*)

Pada tahap pengembangan produk dilakukan pembuatan bahan ajar berupa *e-LKPD* yang terdiri dari tiga bagian, yaitu pendahuluan, isi dan penutup. Pada bagian

pendahuluan terdiri dari KI/KD, indikator pencapaian, tujuan pembelajaran dan tahapan pembelajaran. Sedangkan pada bagian isi terdiri dari konten materi pembelajaran dan soal-soal evaluasi yang terintegrasi pada aspek-aspek STEM. Pada bagian penutup terdiri dari daftar pustaka dan profil penulis. *E-LKPD* yang dikembangkan berisi materi tentang usaha dan energi. Selanjutnya, dilakukan validasi terhadap *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. Tujuan validasi ini untuk mengetahui kelay produk yang dikembangkan dan diimplementasikan pada pembelajaran. Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi isi dan konstruk. Adapun indikator kevalidan produk jika diperoleh skor pada masing-masing item sebesar 3, sehingga total skor keseluruhan adalah 3.

a. Validasi Konstruk

Validasi konstruk dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria yaitu lulusan minimal S2 dan pengalaman mengajar lebih dari 1 tahun. Komponen yang divalidasi oleh ahli konstruk adalah kualitas teknis berupa bahasa, tampilan, isi dan interaktivitas.

b. Validasi Isi

Validasi isi dilakukan dengan menunjuk ahli seperti pada kriteria ahli pada validasi konstruk. Komponen yang divalidasi adalah kualitas pembelajaran dan komponen kualitas materi.

c. Respon terhadap *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM

Setelah produk diuji dari segi konstruk dan isi kemudian dibutuhkan respon dari pendidik fisika, calon pendidik fisika dan peserta didik terhadap kualitas kemenarikan dan keterbacaan *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM

4) Tahap Implementasi (*Implementation*)

Pada tahap implementasi ini peneliti menguji cob produk yang telah dikembangkan dan divalidasi oleh ahli dengan tujuan mengetahui keefektifan *eLKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM pada materi usaha dan energi. Pada implementasinya peneliti menggunakan desain *non equivalent control group design*. Pada desain ini

terdapat dua kelas sebagai kelas eksperimen dan kelas kontrol, kedua kelas diberikan *pretest* sebelum diberi perlakuan, dan diberikan *posttest* setelah diberi perlakuan. Perbedaan perlakuan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol dapat dilihat pada Tabel 10.

Tabel 10. Aktivitas Pembelajaran Kelas Eksperimen dan Kontrol

Aktivitas		
Waktu		
Tahap	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
Pendahuluan	Pemberian motivasi belajar dalam aktivitas pemecahan masalah yang tersaji dalam <i>e</i> -LKPD berbasis PjBL terintegrasi STEM	Meminta peserta didik mengamati peristiwa yang berkaitan dengan materi usaha dan energi menggunakan sumber belajar yang biasa digunakan di sekolah.
Inti	1. Memotivasi peserta didik untuk aktif dalam kegiatan penyelidikan, diskusi, dan pemecahan masalah	1. Menugaskan peserta didik untuk melakukan percobaan sesuai langkah-langkah percobaan.
	1. Memberikan ruang yang terbuka terkait kegiatan literasi pada <i>e</i> -LKPD, diskusi, dan penyelesaian tugas.	2. Menugaskan peserta didik untuk mempresentasikan hasil percobaan.
	2. Membimbing peserta didik untuk bekerja sama dalam kelompok maupun antar kelompok	3. Memberikan contoh soal dan soal latihan.

Aktivitas		
Waktu		
Tahap	Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
	membimbing peserta didik untuk menyusun laporan hasil percobaan dengan mengaitkan komponen STEM.	
	3. Membimbing peserta didik untuk menyampaikan hasil diskusi DIdepan kelas.	
Penutup	Membimbing peserta didik untuk membuat kesimpulan, dan refleksi pembelajaran.	Melakukan refleksi dan umpan balik dari proses pembelajaran.

3.7 Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi dilakukan setelah tahap analisis, desain, pengembangan dan implementasi. Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal. Evaluasi ini adalah analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli konstruk dan isi, respon dari pendidik, calon pendidik dan peserta didik. Sedangkan evaluasi eksternal dimaksudkan untuk mengetahui tingkat numerasi terhadap kompetensi yang diajarkan.

3.8 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data yang dilakukan berdasarkan jenis instrumen penelitian terdiri atas:

1. Data analisis kebutuhan

Teknik pengumpulan data pada tahap analisis kebutuhan dilakukan dengan memberikan angket kebutuhan peserta didik dan guru mengenai sumber belajar yang terdapat di sekolah, ketertarikan peserta didik terhadap sumber belajar yang disedi di sekolah, dan penggunaan *smartphone* pada saat kegiatan pembelajaran di kelas. Angket analisis kebutuhan tersebut telah direspon oleh 45 peserta didik kelas X dari beberapa SMA di Lampung.

2. Data Validitas produk

Data validitas produk bahan ajar berupa *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM yang dilakukan pada tahap uji coba produk awal diperoleh melalui uji validasi isi dan validasi konstruk dengan menggunakan angket kepada dua guru FKIP Unila dan dua praktisi ahli yang bertujuan untuk mengetahui kelay produk yang dikembangkan.

3. Data Kepraktisan Produk

Teknik pengumpulan data kepraktisan produk terdiri atas lembar observasi keterlaksanaan bahan ajar dan lembar respon peserta didik melalui kuesioner terhadap bahan ajar yang dikembangkan.

4. Data Keefektifian Produk

Data keefektifan produk digunakan untuk mengetahui penggunaan bahan ajar yang dikembangkan terhadap keterampilan berpikir komputasi dan numerasi peserta didik. Pengambilan data diperoleh melalui tes keterampilan berpikir komputasi dan numerasi berupa soal. Tes yang digunakan terdiri atas *pretest* dan *posttest* materi usaha dan energi kelas X semester genap. *Pretest* dilakukan pada saat sebelum memulai pembelajaran, sedangkan *posttest* dilakukan setelah pembelajaran selesai. Bentuk tes yang digunakan adalah pilihan jamak

beralasan. Tes keterampilan berpikir komputasi dan numerasi sebelum digunakan diuji validitas dan reliabilitasnya.

H. Teknik Analisis Data

Analisis data yang dilakukan pada penelitian ini dijelaskan pada tiga tahap studi, yaitu tahap studi pendahuluan, tahap pengembangan, dan uji coba lapangan.

1. Tahap Studi Pendahuluan

Analisis data berupa fakta-fakta tentang implementasi pembelajaran yang dilaksan pada saat ini dideskripsikan dalam bentuk persentase, lalu dianalisis dan interpretasikan secara kuantitatif. Sehingga analisis yang digunakan dalam tahap ini disebut analisis deskriptif kuantitatif.

2. Tahap Pengembangan

Teknik analisis data pada tahap pengembangan berupa analisis data validasi rancangan produk dan analisis data uji coba terbatas. a. Analisis Data

Validasi Rancangan Produk

Teknik analisis data validasi rancangan produk yang dikembangkan menggunakan lembar kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar. Tahap ini dilakukan dengan cara mengkode atau mengklasifikasi data. Validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilihat dari hasil lembar validitas yang diisi oleh para ahli. Kegiatan dalam teknik analisis data validasi kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dilakukan dengan cara:

- 1) Mengkode atau klasifikasi data

- 2) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden.

- 3) Memberi skor jawaban validator

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *linkert* seperti pada Tabel 11

Tabel 11. Skor Penilaian

No	Pilihan Jawaban	Skor
1	Sangat Baik	4
2	Baik	3
3	Cukup Baik	2
4	Kurang Baik	1

4) Mengolah jumlah skor jawaban validator

Pengolahan jumlah skor (ΣS) jawaban angket adalah sebagai berikut:

a) Skor untuk pernyataan sangat baik Skor = 4 x jumlah responden

yang menjawab b) Skor untuk pernyataan baik

Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab

c) Skor untuk pernyataan cukup baik Skor = 2

x jumlah responden yang menjawab d) Skor

untuk pernyataan kurang baik

Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab

e) Menghitung persentase jawaban angket pada setiap *item* dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\Sigma S}{S_{maks}} \times 100\%$$

(Sudjana, 2005)

Keterangan:

$\% X_{in}$ = persentase jawaban lembar validasi bahan ajar

ΣS = jumlah skor jawaban

S_{maks} = skor maksimum

f) Menghitung rata-rata persentase lembar validasi untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruk bahan ajar dengan rumus sebagai berikut:

$$\% \bar{X}_t = \frac{\Sigma \% X_{in}}{n} \times 100 \%$$

(Sudjana, 2005)

Keterangan:

$\% \bar{X}_t$ = rata-rata persentase jawaban lembar validasi bahan ajar

$\Sigma \% X_{in}$ = jumlah presentase jawaban lembar validasi bahan ajar

n = jumlah pernyataan validasi

g) Menafsirkan persentase jawaban lembar validasi secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran menurut seperti pada Tabel 3.10. (Arikunto, 2016).

Tabel 12 Tafsiran Skor (Persentase) Lembar Validitas

Persentase	Kriteria
80,1 % - 100%	Sangat tinggi
60,1 % - 80%	Tinggi
40,1% - 60%	Sedang
20,1% - 40%	Rendah
0,0% - 20%	Sangat rendah

b. Teknik Analisis Uji Validitas dan Reliabilitas Instrumen

Uji coba instrumen dilakukan untuk mengetahui dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang diuji coba adalah instrumen untuk menilai keterampilan berpikir kreatif. Instrumen yang baik harus memenuhi dua syarat penting yaitu valid dan reliabel (Arikunto, 2016).

1) Uji Validitas

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes (Arikunto, 2016). Sebuah instrumen dikat valid apabila mampu mengukur indikator yang seharusnya diukur. Uji validitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Product Moment Pearson*. Analisis validitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statistic 17*. Penafsiran koefisien korelasi untuk uji validitas menurut (Arikunto, 2016) ditampilkan pada Tabel

Tabel 13 Klasifikasi Koefisien Korelasi Uji Validitas

Koefisien Korelasi	Intepretasi
$0,90 < r_{xy} \leq 1,00$	Korelasi sangat tinggi (sangat valid)
$0,70 < r_{xy} \leq 0,90$	Korelasi tinggi (valid)
$0,40 < r_{xy} \leq 0,70$	Korelasi sedang (cukup valid)
$0,20 < r_{xy} \leq 0,40$	Korelasi rendah (kurang valid)
$0,00 < r_{xy} \leq 0,20$	Korelasi sangat rendah (sangat kurang valid)
$r_{xy} \leq 0,00$	Tidak berkorelasi (tidak valid)

Kriteria instrumen tes berkualitas baik apabila minimal tingkat validitas yang dicapai adalah kategori sedang (cukup valid). Jika tingkat ketercapaian DIBawah kategori sedang, maka soal tes perlu dilakukan revisi atau diganti. Instrumen yang sudah diperbaiki selanjutnya diuji cob kembali sampai memperoleh hasil minimal termasuk dalam kategori sedang.

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kekonsistenan instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Sebuah instrumen disebut reliabel jika instrumen tersebut mampu memberikan hasil yang dapat dipercaya atau konsisten. Instrumen tes yang diuji reliabilitasnya adalah tes keterampilan berpikir kreatif. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach*. Analisis reliabilitas produk dilakukan dengan menggunakan *software SPSS Statostics 17* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut (Arikunto, 2016) yang dapat dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14 Klasifikasi Koefisien Reliabilitas **Koefisien**

Reliabilitas	Intepretasi
$0,80 \leq r_{11} \leq 0,80$	Dengan reliabilitas sangat tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Dengan reliabilitas sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Dengan reliabilitas rendah
$0,40$	Dengan reliabilitas sangat rendah

Kriteria instrumen tes memiliki derajat reliabilitas yang baik jika tingkat ketercapaian DIBawah kategori sedang, maka soal perlu direvisi.

3. Uji Coba Lapangan

Pada tahap uji lapangan beberapa pendekatan analisis yang digunakan yaitu: a. Uji coba kelompok kecil.

Uji coba kelompok kecil dilakukan untuk mengetahui kepraktisan produk yang dikembangkan dengan melakukan pengambilan data dengan teknik observasi dan data *pretest-posttest* sehingga dianalisis secara deskriptif kualitatif dan kuantitatif. Kepraktisan bahan ajar ditentukan oleh keterlaksanaan bahan ajar dan respon peserta didik terhadap bahan ajar yang digunakan. Untuk analisis keterlaksanaan bahan ajar, dilakukan langkah-langkah sebagai berikut ini:

1) Menghitung jumlah skor yang diberikan oleh pengamat untuk setiap aspek pengamatan, kemudian menghitung persentase ketercapaian dengan rumus:

$$\text{Skor penilai} = \frac{\text{Jumlah skor pada instrumen}}{\text{Skor maksimum}} \times 100\%$$

2) Memvisualkan data untuk memberikan informasi berupa data temuan dengan menggunakan analisis data non statistik yaitu analisis yang dilakukan dengan cara membaca tabel-tabel, grafik-grafik, atau angka-angka yang tersedia.

3) Menafsirkan persentase skor hasil pengamatan secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran berdasarkan Arikunto (2016) pada Tabel 15

Tabel 15 Konversi Skor Penilaian Pernyataan Nilai Kualitas Keterlaksanaan

Skor	Kriteria
81%-100%	Sangat Baik
61%-80%	Baik
41%-60%	Cukup Baik
21%-40%	Kurang Baik
0%-20%	Tidak Baik

4. Uji Coba Kelompok Luas

Uji coba kelompok luas dilakukan untuk mengetahui keefektifan produk yang dikembangkan. Analisis data dilakukan dengan pendekatan kuantitatif, desain penelitian yang digunakan adalah *quasi experiment* dengan membandingkan hasil pembelajaran pada kondisi sebelum dengan sesudah menggunakan bahan ajar e-LKPD berbasis PjBL terintegrasi STEM. Analisis hasil keterampilan berpikir kreatif dilakukan dengan dua analisis sebagai berikut:

1) Analisis deskriptif yaitu menghitung rata-rata *pretest*, *posttest*, dan *N-gain*. Rata-rata *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir kreatif dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Skor total} = \frac{\text{Jumlah skor}}{\text{Jumlah total}} \times 25$$

N-gain dapat dihitung dengan rumus:

$$N - \text{gain} = \frac{\text{Nilai posttest} - \text{Nilai pretest}}{\text{Skor maksimal} - \text{nilai pretest}}$$

Kriteria interpretasi *N-gain* yang dikemukakan oleh (Meltzer, 2005) seperti pada Tabel 16.

Tabel 16. Kriteria Interpretasi *N-gain*

Rata-rata Gain	Kriteria Interpretasi
Ternormalisasi	
$g > 0,7$	Tinggi
$0,3 < g \leq 0,7$	Sedang
$g \leq 0,3$	Rendah

2) Analisis interferensial yang digunakan yaitu uji *independent t-test*. Uji *independent t-test* digunakan untuk mengetahui perbedaan rata-rata antara dua kelompok sampel yang tidak berhubungan yaitu keetrampilan berpikir kreatif anatara kelas eksperimen yang menggunakan bahan ajar *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM dan kelas kontrol yang menggunakan bahan ajar lain selain *eLKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. Hipotesis penelitian yang digunakan yaitu:

H_0 : Tidak ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

H_1 : Ada perbedaan rata-rata yang signifikan antara kelas eksperimen dan kelas kontrol

Setelah mengetahui hasil uji *independent t-test*, jika hasilnya terdapat perbedaan maka selanjutnya dilakukan perhitungan *effect size* untuk mengetahui besarnya perbedaan atau keefektifan hasil bahan ajar *e-LKPD* berbasis PjBL terintegrasi STEM. *Effect size* dapat dihitung dengan menggunakan SPSS 17.

Hasil perhitungan nilai *d* dapat diinterpretasikan berdasarkan Tabel 17. di bawah ini.

Tabel 17 Interpretasi *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Interpretasi
$d < 0,2$	Kecil
$0,2 < d < 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Tinggi

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan *STEM* Berbantuan *Flipped Classroom* yang dikembangkan sudah valid dilihat dari rata-rata validitas isi sebesar 88,6%
2. *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan *STEM* Berbantuan *Flipped Classroom* yang dikembangkan sudah praktis dilihat dari cara pengaksesan yaitu melalui *canva web*.
3. *e-LKPD* berbasis *PjBL* dengan pendekatan *STEM* Berbantuan *Flipped Classroom* yang dikembangkan cukup efektif dilihat dari rata-rata validitas konstruk yaitu 90%.

5.2 Saran

Saran dan masukan yang dapat penulis sampaikan setelah melaksan penelitian adalah sebagai berikut.

1. Penerapan model pembelajaran *Project Based Learning* (*PjBL*) memerlukan kemandirian siswa sehingga guru diharapkan mampu memaksimalkan peran sebagai fasilitator yang dapat memicu semangat belajar siswa;
2. Pengerjaan *project* dalam *e-LKPD* memerlukan waktu yang lama sehingga menggunakan metode *flipped classroom* dimana siswa mempelajari materi terlebih dahulu sebelum belajar di kelas;
3. Kemampuan *debugging* siswa dalam penelitian ini masih belum dapat terukur dengan valid yang disebabkan oleh keterbatasan instrumen penilaian yang

masih dalam bentuk media cetak sehingga disarankan untuk memanfaatkan *software* yang mampu menampilkan jejak pengerjaan siswa dalam melakukan tahapan *debugging*;

4. Peneliti menemukan bahwa adanya pengaruh penggunaan *e-LKPD* model pembelajaran PjBL berbasis STEM terhadap berpikir komputasi dan numerasi. Diperlukan penelitian selanjutnya yang berfokus pada pengaruh model pembelajaran PjBL terhadap keterampilan digital siswa.

DAFTAR PUSTAKA

- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith., & Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework : Implications For Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*. 19 (3): 47–57
- Arikunto, S. (2016). Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan, edisi 2, Jakarta: Bumi aksara
- Avendano, L., Renteria, J., Kwon, S., & Hamdan, K. (2018). Bringing equity to underserved communities through STEM education : implications for leadership development. *Journal of Educational Administration and History*, 51(1), 1–17. <https://doi.org/10.1080/00220620.2018.1532397>
- Baharin, N., Kamarudin, N., dan Manaf, U. K. A. (2018). Integrating STEM Education Approach in Enhancing Higher Order Thinking Skills. *International Journal of Academic in Business and Sciences* 8(7), 810–822. <https://dx.doi.org/10.6007/IJARBSS/v8-i7/4421>
- Barr, V., & Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48-54.
- Beothel, Martha and K. Viberpikir komputasioria Dimock. (2000). *Constructiing Knowledge with Technology*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Brooks, Jacqueline Grennon and Martin G. Brooks. (2009). *In Search of Understanding: The Case for Constructivist Classrooms*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development.
- Creswell, J. W. (2016). Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran. In *SAGE Publication*.
- Danczak, S., Thompson, C., & Overton, T. (2017). ‘What does the term Critical Thinking mean to you? ’A qualitative analysis of chemistry undergraduate, teaching staff and employers' views of critical thinking. *Chemistry Education Research and Praberpikir komputasiice*, 18, 420–434.
- Daniel, K. L., Bucklin, C. J., Leone, E. A., & Idema, J. (2018). Towards a Definition of Representational Competence. In *Towards a Framework for*

- Representational Competence in Science Education (pp. 3–11). Switzerland: Springer.
- Dick, W., Carey, L. & Carey, J. O. (2005). *The systematic design of instruberpikir komputasiion*. Boston: Harper Collin College Publisher.
- Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah, (2016). *Menumbuhkan Budaya Literasi DISekolah*. Jakarta: Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan.
- Dorph, R., Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Cannady, M. A. (2018). When I grow up : the relationship of science learning activation to STEM career preferences to STEM career preferences. *International Journal of Science Education*, 40(9). <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1360532>
- Driscoll, M. P. (2005). *Psychology of learning for instruberpikir komputasiion*. Boston, MA: Pearson Education.
- Eggen, P. & Kauchak, D. (2010). *Educational Psychology: Windows on Classrooms* (8th ed.) Pearson Education, Inc.,Upper Saddle River,New Jersey
- Ekowati, D. W., Astuti, Y. P., Utami, I. W. P., Mukhlishina, I., & Suwandayani, B. I. (2019). Numerasi DISd Muhammadiyah. *Else (Elementary School Education Journal) : Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Sekolah Dasar*, 3(1), 93. <https://Doi.Org/10.30651/Else.V3i1.2541>
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out: flip your classroom to improve student learning. *Learning a leading with technology*, 39(8), 12-17.
- Graham Brent, Johnson. (2013). *Student Perceptions of the Flipped Classroom*. Columbia: University of British Columbia
- Gurrie, J. (2003). *What's your problem? Increasing student motivation and quality of participation in discussions through problem-based learning*. <http://www.elearnspace.org/Articles/contributor/pbl.htm> (pp.1-3). Diunduh tanggal 9 April 2014.
- Harris C., Wolpert D. (1998). Signal-dependent noise determines motor planning. *in Nature* 1998 vol: 394 (6695) pp: 780-784
- Haryanto, Asrial, Ernawati, M. D. W., Syahri, W., & Sanova, A. (2019). EWorksheet Using Kvisoft Flipbook: Science Process Skills And Student Attitudes. *International Journal Of Scientific & Technology Research*, 8.
- Honebein, P. C., Duffy, T. M., & Fishman, B. J. (1993). Constructivism and The Design of Learning Environments: Context and Authentic Aberpikir komputasiivities for Learning. In T. M. Duffy. J. Lowyck, Jonassen, D.H.,

and T. M. Welsh (Eds.), *Designing Environments for Constructive Learning* (pp. 87–108). New York:

- Illeris, Knud, (2007), *Learning and non-learning in school and beyond*, Routledge, Madison Avenue, New York.
- Jacobsen, David A., Paul Eggen and Don Kauchak. (2009). *Methods for teaching: promoting student learning in K–12 classrooms. 8th ed.* Pearson Education, Inc. USA.
- Joyce, B., M. Weil, E. Calhoun. (2011). *Models of Teaching*. Edisi ke-8. Yogyakarta: Pustaka Pelajar.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1).
- Kennedy, B., Hefferon, M., and Funk, C. (2018, January 17). *Half of Americans think young people don't pursue STEM because it is too hard*. Retrieved from <http://www.pewresearch.org/fact-tank/2018/01/17/half-of-americans-think-young-people-dont-pursue-STEM-because-it-is-too-hard/>
- Lowenthal, P., & Muth, R. (2008). Constructivism. In E. F. Provenzo, Jr. (Ed.). *Encyclopedia of The Social and Cultural Foundations of Education* (179). Thousand Oaks, C. A.: Sage
- Mahmud, M. R., Pratiwi, I. M., Islam, U., Sunan, N., Djati, G., Islam, U., Sunan, N., & Djati, G. (2019). *Numerasi Siswa Dalam Pemecahan Masalah Tidak Terstruktur*. 4(1), 69–88.
- Marginson, Simon, Tytler, Russell, Freeman, Brigid and Roberts, Kelly (2013), *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report*. Australian Council of Learned Academies, Melbourne, Vic.
- National Association for Gifted Children. (2009). Myths about gifted students. Retrieved from <https://www.nagc.org/resources-publications/resources/myths-about-gifted-students>
- Nevid, Jeffrey S. (2009). *Psychology Concepts and Applications 3rd ed.* BostonUSA: Houghton Mifflin Company.
- Nieveen, N. (1999). Prototyping to Reach Produberpikir komputasi Quality. In J. van den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds), *Design Approaches and Tools in Education and Training* (pp. 1-14). Dordrecht: Kluwer Academic Publisher.
- Nieveen, Nienke. (2010). Formative Evaluation in Eduational Design Research. Dalam Tjeer Plom and Nienke Nieveen (Ed). *An Introduction to Educational Design Research*. (p:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/inter-national/publications.

- Nor Fadzilah, Mohamad Arsad N, Othman O, et.al. (2016). Fostering students' 21st century skills through Project Oriented Problem Based Learning (POPBL) integrated STEM education program. *In Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*
- Novak, J. D. (2002). Meaningful Learning: The Essential Factor for Conceptual Change in Limited or Inappropriate Propositional Hierarchies Leading to Empowerment of Learners. *Science Education*, 88(4), 548-571
- Novak, J. D. (2011): A theory of education: meaningful learning underlies the construction of knowledge through integration of thinking, feeling, and acting leading to empowerment for commitment and responsibility. *Aprentizagem Significativa em Revista/Meaningful Learning Review*. Vol 6(2), 1-4.
- Ormrod, J. E. (2006). *Educational Psychology: Developing Learners (5th ed.)*. Upper Saddle River. New Jersey: Pearson/Merrill Prentice Hall.
- Pashler, H. & Carrier, M. (1996). Strukturalisme, Proses dan Aliran Informasi. In Bjork, E., & Bjork, R. (Eds.), *Memory. Handbook of Perception and Cognition 2nd ed.* (pp. 3-29). San Diego: Academic Press, Inc.
- Plomp, Tjeerd. (2013). Educational Design Research: An Introduction. Dalam Tjeerd Plomp and Nienke Nieveen (Ed). *An Introduction to Educational Design Research*. (p:9-35). Netherlands in www.slo.nl/organisatie/international/publications.
- Powell, M. J. (1994). *Equity in The Reform of Mathematics and Science Education: A Look at Issues and Solutions*. Austin, TX: Southwest Educational Development Laboratory.
- Rozy, Adam Fatchur, dan Yudha Anggana. (2017). Pengembangan Media Pembelajaran Elektronika Berbasis 3D Pageflip Pada Mata Pelajaran Penerapan Rangkaian Elektronika DISMK Negeri 1 Kediri. *Jurnal Pendidikan Teknik Elektro*. (Vol. Nomor 1) Hal 1-7.
- Sagala, R., Sari, P. M., Firdaos, R., & Amalia, R. (2019). RQA and TTW Strategies : Which Can Increase the Students ' Concepts Understanding ? *Tadris: Jurnal Keguruan Dan Ilmu Tarbiyah*, 4(1). <https://doi.org/10.24042/tadris.v4i1.4315>
- Santrock, J. W. (2011). *Educational psychology (5thed.)*. New York: Mc.GrawHill.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivational. *Educational Psychologist*, 26(3 & 4) , (pp 299-323). Lawrence Erlbaum Associates, Inc.

- Serway, Raymond A. and John W. Jewett. (2013). *Principles of Physics a Calculus-Based Text 5th edition*. Brooks/Cole Cengage Learning USA.
- Slavin, R. E. (2009). *Educational Psychology: Theory and Practice 6th ed*, Needham Heights, MA: Allyn and Bacon.
- Subramanian. (2009). Motivational Effects of Interest on Student Engagement and Learning in Physical Education: A Review. *International Journal Physics Education*, 46 (2), 1-19.
- Sudjana. (2005). *Metoda Statistik*. Bandung: PT. Tarsito Bandung.
- Sulaiman, F. (2011). *The Effectiveness of Problem-Based Learning (PBL) Online on Students Creative and Critical Thinking in Physics at Tertiary Level in Malaysia. Doctoral Dissertation*. New Zealand: University of Waikato.
- Thomas, B. and Watters, J. (2015). *Perspectives on Australian, Indian and Malaysian Approaches to STEM Education*. Article in *International Journal of Educational Development*, page 2
- Torp, L. and Sara Sage.(2002), *Problems as Possibilities: Problem-Based Learning for K-16 Educators 2nd edition*. Alexandria, VA: Association for Supervision and Curriculum Development (ASCD)-USA.
- Trees, April R. and Michele H. Jackson (2007). The Learning Environment in Clicker Classrooms: Student Processes of Learning and Involvement in Large University-Level Courses using Student Response Systems. *Learning, Media and Technology*, 32:1, 21-40.
- Widjajanti, E. (2008). *Kualitas Lembar Kerja Siswa. Makalah dalam Kegiatan Pengabdian Masyarakat*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta.
- Widiastuti, E. R., & Kurniasih, M. D. (2021). Pengaruh Model Problem Based Learning Berbantuan Software Cabri 3D V2 Terhadap Kemampuan Numerasi Siswa. *Jurnal Cendikia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(2), 1687-1699. <https://doi.org/10.31004/Cendikia.V5i2.690>.
- Winarni, S., Kumalasari, A., Marlina, M., & Rohati, R. (2021). Efektivitas Video Pembelajaran Matematika Untuk Mendukung Kemampuan Numerasi Dan Digital Siswa. *Aksioma: Jurnal Program Studi Pendidikan Matematika*, 10(2), 574. <https://doi.org/10.24127/Ajpm.V10i2.3345>.
- Wing, J. M. (2006). *Computational Thinking*. CACM Viewpoint, pp. 33-35. Paper of <http://www.cs.cmu.edu/~wing/>
- Wing, J.M. (2012). *Computational Thinking*. Microsoft Research Asia Faculty Summit 2012. China: Tianjin.

- Wilson, J. R. (2003). Mental Models. In W. Karwowski (Ed.), *International Encyclopedia of Ergonomics and Human Factors* (pp. 493496). London: Taylor and Francis.
- Woolfolk, Anita. (2009). *Educational Psychology. Active Learning Edition*. Edisi 10. Penerbit: Pustaka Pelajar. Yogyakarta.
- Yildirim, N., Kurt, S., & Ayas, A. (2011). The Effect of The Worksheets on Students' Achievement in Chemical Equilibrium. *Journal of Turkish Science Education*, 8(3).