

# Implementasi PBL Terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA pada Topik Usaha dan Energi

S Rahayu<sup>1</sup>, Abdurrahman<sup>1,2</sup>, W Suana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung, Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri No. 1, Bandar Lampung

<sup>2</sup>E-mail: zakariaalfarizi797@gmail.com

Received: 29 Juli 2022. Accepted: 20 September 2022. Published: 30 September 2022

**Abstrak.** Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh implementasi PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa SMA. Sampel pada penelitian ini yaitu, peserta didik kelas X MIPA 2 dan X MIPA 3 SMA Al-Kautsar Bandar Lampung tahun ajaran 2021/2022. Desain Penelitian yang digunakan yaitu *One Group Pretest Posttest*. Instrumen pengumpulan data yang digunakan yaitu lembar tes soal pilihan ganda. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran pendekatan STEM dengan strategi *flipped classroom* mampu meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa hal ini terlihat dari nilai rata-rata *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,65 lebih besar dari kelas kontrol dengan nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,55 dengan kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa kemampuan berpikir sistem kelas eksperimen lebih meningkat dibandingkan dengan kelas kontrol. Serta, di dukung dari data hasil uji hipotesis *Independent simple T-test* diperoleh nilai Sig. (2-tailed) sebesar 0,000 artinya bahwa implementasi PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa pada topik usaha dan energi.

*Kata kunci:* PBL, STEM, *Flipped Classroom*.

**Abstract.** This study aims to determine the effect of implementing STEM integrated PBL with Flipped Classroom to improve high school students' system thinking skills. The samples in this study were students of class X MIPA 2 and X MIPA 3 SMA Al-Kautsar Bandar Lampung in the academic year 2021/2022. The research design used is One Group Pretest Posttest. The data collection instrument used was a multiple-choice test sheet. The results showed that learning the STEM approach with the flipped classroom strategy was able to improve students' system thinking skills, this can be seen from the average *N-gain* value in the experimental class of 0.65, which is greater than the control class with an average *N-gain* value of 0.55 with medium category. This shows that the system thinking ability of the experimental class is more improved than the control class. Also, supported by data from the results of the Independent simple T-test hypothesis test, the Sig value is obtained. (2-tailed) of 0.000 means that the implementation of STEM integrated PBL with flipped classroom can improve students' system thinking skills on the topic of effort and energy.

*Keywords:* PBL, STEM, *Flipped Classroom*.

## 1. Pendahuluan

Pendidikan pada abad 21 menuntut berbagai keterampilan yang harus dikuasai siswa, sehingga diharapkan pendidikan dapat mempersiapkan siswa untuk menguasai berbagai keterampilan tersebut agar menjadi pribadi yang sukses dalam hidup. Keterampilan-keterampilan penting di abad ke-21 masih relevan dengan 4 pilar kehidupan yang mencakup *learning to know*, *learning to do*, *learning to be* dan *learning to live together* [1]. Pembelajaran fisika di sekolah memiliki peran sentral dalam membekalkan keterampilan abad 21 kepada siswa. Ilmu fisika merupakan ilmu yang dianggap sulit oleh sebagian besar

siswa dikarenakan begitu banyak rumus yang harus dihafalkan [2]. Pembelajaran fisika seharusnya menjadikan siswa tidak hanya hafal tentang konsep - konsep fisika. Namun, siswa lebih mengerti dan memahami konsep - konsep tersebut.

Hasil PISA tahun 2018 menyatakan bahwa kinerja peserta didik Indonesia dalam membaca, matematika, dan sains mendapatkan nilai lebih rendah dari rata-rata OECD. Begitu pun dengan nilai rata-rata di seluruh negara OECD masih perlu upaya untuk meningkatkan kemampuan peserta didik dalam rangka mewujudkan pendidikan yang berkualitas seperti yang telah disepakati dalam agenda *Sustainable Development Goals* (SDGs) 2030 baik dalam kemampuan literasi membaca, matematik ataupun sains.

Berdasarkan hasil wawancara dengan Guru Fisika SMA Al Kautsar Bandar Lampung pada tanggal 17 Januari 2022. Proses pembelajaran disemester genap ini baru mulai berjalan tatap muka 100% setelah peraturan sebelumnya 50% daring dari rumah dan 50 % luring di sekolah. Kegiatan pembelajaran dilakukan dengan metode penyampaian materi secara ceramah dan diskusi. Namun, metode tersebut masih kurang efektif untuk diterapkan ke siswa secara keseluruhan. Siswa dalam kemampuan bertanya dan menjawab pertanyaan saat kegiatan diskusi dikelas masih kurang inisiatif, karena kemampuan nalar pemahamannya yang berbeda - beda. Guru dalam mengajar juga sudah menggunakan media pembelajaran seperti *Power Point Presentation* (PPT) untuk memudahkan siswa dalam memahami materi yang diberikan. Namun, setelah dilakukan evaluasi pembelajaran dapat terlihat hasil belajar beberapa siswa yang memiliki rentang nilai yang masih kecil dengan Kriteria Ketuntasan Minimum (KKM) khususnya kelas reguler. Hasil belajar siswa yang demikian patut diduga terjadi karena kurangnya kemampuan pemecahan masalah dan waktu belajar yang terlalu singkat. Oleh, karena itu kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan dalam proses pemecahan masalah.

Permasalahan kondisi lingkungan SMA Al-Kautsar Bandar Lampung yang berkaitan dengan pembelajaran fisika salah satunya, letak sekolah yang berdekatan dengan jalan lintas Sumatra. Kondisi ini membuat sekolah dan bangunan yang ada di sekitarnya diselimuti oleh debu yang bertebaran. Debu yang terus menumpuk akan mengganggu pernapasan dan tempat belajar menjadi kurang nyaman. Berdasarkan permasalahan tersebut siswa dapat mengimplementasikan keterampilannya dalam pembuatan alat peraga *vacuum cleaner* sederhana dalam materi Usaha dan Energi. Alternatif pembelajaran pada penelitian ini yaitu, menerapkan model dan pendekatan yang dapat dikembangkan oleh guru dan berpusat pada siswa adalah model *Problem Based Learning* (PBL).

PBL merupakan model pembelajaran yang menggunakan permasalahan nyata yang terdapat dalam kehidupan sehari-hari dan bertujuan agar siswa dapat membangun pengetahuan tentang sains [3]. Model PBL dapat diintegrasikan dengan pendekatan *Science Technology Engineering Mathematic* (STEM). STEM merupakan cara yang efektif untuk memfasilitasi dan mempertahankan keterpaduan ilmu sains, teknologi, matematika, dan rekayasa [4]. Penyebab rendahnya literasi sains siswa di Indonesia disebabkan oleh kurangnya pembelajaran tekstual dan kontekstual. Ketika siswa menguasai literasi sains, mereka akan dapat memahami bahwa masyarakat modern sangat bergantung pada teknologi dan kemajuan, serta perkembangan sains [5]. Melihat kondisi waktu proses pembelajaran sampai saat ini terlalu singkat dan banyak siswa yang kurang memahami pembelajaran fisika. Kendala tersebut dapat diatasi dengan melakukan pembelajaran di luar jam sekolah [6]. Metode pembelajaran yang dapat digunakan untuk melengkapi model PBL ini adalah metode pembelajaran *flipped classroom*. Metode pembelajaran *flipped classroom* membantu siswa untuk belajar secara mandiri di rumah melalui video dan bahan ajar yang diberikan oleh guru, sehingga siswa memiliki persiapan ketika menghadapi masalah dalam kegiatan pembelajaran di sekolah [7].

Kemampuan berpikir sistem perlu dalam proses pemecahan masalah pembelajaran fisika. *System Thinking* atau cara berpikir sistem adalah salah satu pendekatan yang dapat digunakan untuk memandang persoalan yang ada dengan lebih menyeluruh, sehingga dalam pengambilan sebuah keputusan lebih terarah kepada sumber-sumber persoalan yang akan mengubah sistem secara efektif [8]. Berdasarkan uraian yang telah dipaparkan, maka dilakukan penelitian yang berjudul Implementasi PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa SMA pada topik usaha dan energi. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh Implementasi PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa SMA pada topik usaha dan energi.

## 2. Metode

### 2.1. Desain Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimen dengan desain penelitian *quasi experimental* jenis *non-equivalent control group pretest-posttest design*. Pelaksanaan ini dilaksanakan di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung. Rancangan penelitian yang digunakan dengan membagi objek penelitian menjadi dua kelas, yaitu kelas X MIPA 2 berjumlah 31 siswa sebagai kelas eksperimen dengan pembelajaran PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* dan kelas X MIPA 3 berjumlah 36 siswa sebagai kelas kontrol dengan pembelajaran PBL dengan pendekatan Saintifik. Sebelum dan sesudah perlakuan dilakukan *pretest* dan *posttest* untuk mengukur kemampuan berpikir sistem siswa. Butir soal berjumlah 20 butir dengan 5 alternatif jawaban beralasan. Perbedaan proses pembelajaran kelas eksperimen dan kelas kontrol ditampilkan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Perbedaan proses pembelajaran kelas eksperimen dan kelas kontrol

Fase	Kelas Eksperimen (PBL terintegrasi STEM dengan <i>Flipped Classroom</i> )	Kelas Kontrol (PBL dengan pendekatan Saintifik)
I	Orientasi Siswa pada masalah, mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah (Dapat diakses di <i>google classroom</i> )	Orientasi Siswa pada masalah, mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah dilakukan secara tatap muka di sekolah.
II	Mengorganisasikan siswa untuk belajar, merencanakan dan melaksanakan investigasi	Mengorganisasikan siswa untuk belajar, merencanakan dan melaksanakan investigasi.
III	Membimbing pengalaman individual atau kelompok, Merencanakan dan melaksanakan investigasi dengan penerapan PBL terintegrasi STEM. (laporan berupa LKPD dan video di kirim ke <i>google classroom</i> )	Membimbing pengalaman individual atau kelompok, Merencanakan dan melaksanakan investigasi dengan penerapan PBL dengan pendekatan Saintifik. (laporan berupa LKPD dan video di kirim ke <i>google drive</i> )
IV	a. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, mengembangkan dan menggunakan pemodelan matematika dan pemikiran komputasi b. Mengembangkan dan menyajikan hasil karya, membangun penjelasan dan merancang solusi (laporan berupa video di kirim ke <i>google classroom</i> ) c. Mempresentasikan hasil karya di depan kelas, kemudian kelompok lain menyimak dan berkenan untuk bertanya.	Mengembangkan dan menyajikan hasil karya di depan kelas. Kelompok lain menyimak dan bertanya kepada kelompok yang maju, sehingga muncul diskusi kelas.
V	a. Menganalisis dan mengevaluasi proses - menganalisis dan menafsirkan data b. Menganalisis dan mengevaluasi proses - terlibat dalam argumen dari bukti c. Menganalisis dan mengevaluasi proses - memperoleh, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan informasi	a. Menganalisis dan mengevaluasi proses b. Memperhatikan penguatan yang diberikan oleh Guru.

### 2.2. Analisis Instrumen Penelitian

### 2.2.1. Uji Validitas

Uji validitas instrumen dilakukan di kelas XI MIPA 2 dengan nilai *Pearson Correlation* terendah sebesar 0,385. Kriteria pengujian dapat dilihat berdasarkan nilai *Pearson Correlation* yang dibandingkan dengan nilai *r* tabel, yaitu sebesar 0,349. Berdasarkan hasil uji validitas instrumen kemampuan berpikir sistem pada materi usaha dan energi diketahui bahwa 20 butir soal semuanya valid dengan nilai *Pearson Correlation*  $> 0,349$ .

### 2.2.2. Uji Reliabilitas

Reliabilitas instrumen soal pada penelitian ini diolah menggunakan metode KR-20. Berdasarkan hasil uji reliabilitas pada perhitungan KR-20 menunjukkan bahwa instrumen soal kemampuan berpikir sistem pada materi usaha dan energi diperoleh angka 0.903 yang artinya sangat reliabel.

### 2.3. Teknik Analisis Data

Pada penelitian ini, untuk mengetahui kelas yang memiliki peningkatan kemampuan berpikir sistem yang lebih tinggi antara kelas eksperimen dengan kelas kontrol menggunakan uji *gain* dengan persamaan, dikonversikan ke dalam klasifikasi dengan kriteria seperti pada Tabel 2.

**Tabel 2. Klasifikasi Gain**

Rata-rata gain ternormalisasi	Klasifikasi
$(g) \geq 0,70$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,70$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan kedua sampel peneliti melakukan uji hipotesis, diantaranya:

#### 2.3.1. Uji Reliabilitas

Data hasil uji *Independent Sample T-Test* dilakukan untuk mengetahui terdapat perbedaan rata-rata kemampuan berpikir sistem siswa menggunakan PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom*.. Uji *Independent Sample T-Test* menggunakan nilai *pretest* (Sebelum perlakuan) dan uji *Independent Sample T-Test* menggunakan nilai *posttest* (sesudah perlakuan). Dengan pengambilan keputusan:

$H_0$  : tidak terdapat perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* siswa menggunakan PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*.

$H_1$  : terdapat perbedaan rata-rata nilai *pretest* dan *posttest* siswa menggunakan PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*

#### 2.3.2. Uji ANCOVA

Uji ANCOVA dilakukan untuk mengetahui apakah ada pengaruh perbedaan perlakuan peneliti terhadap kemampuan berpikir sistem siswa dari nilai hasil belajar pada materi usaha dan energi. Standar Penerimaan dan Penolakan Hipotesis:

$H_0$  diterima,  $H_1$  ditolak jika nilai  $Sig > \alpha 0.05$

$H_0$  ditolak,  $H_1$  diterima jika nilai  $Sig < \alpha 0.05$

#### 2.3.3. Uji Effect Size

Nilai *effect size* menunjukkan besarnya pengaruh dari variabel bebas dan variabel moderatornya terhadap variabel terikat dalam sebuah penelitian. Berikut Interpretasi *effect size* dalam Tabel 3 berikut.

**Tabel 3. Interpretasi Effect Size**

Nilai Effect Size	Interpretasi
-------------------	--------------

$0,8 \leq d \leq 2,0$	Besar
$0,5 \leq d \leq 0,8$	Rata-rata
$0,2 \leq d \leq 0,5$	Kecil

### 3. Hasil dan Pembahasan

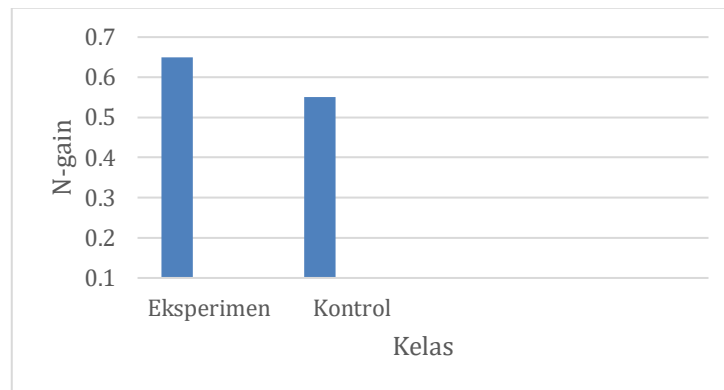
Penelitian ini dilaksanakan untuk mengetahui pengaruh implementasi PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa pada topik usaha dan energi. Penelitian dimulai dengan pemberian soal *pre-test* berbentuk pilihan ganda sebanyak 20 butir yang bertujuan untuk mengidentifikasi kemampuan berpikir sistem awal siswa sebelum pemberian perlakuan, langkah selanjutnya adalah pemberian perlakuan dengan menerapkan PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* pada kelas eksperimen dan PBL dengan pendekatan saintifik. Pada kegiatan pembelajaran yang dilaksanakan secara daring dan luring pada materi usaha dan energi. Selanjutnya siswa diberikan soal *posttest* sama dengan soal *pretest*. Hasil *pretest* dan *posttest* penelitian ini dapat diketahui pada Tabel 4.

**Tabel 4.** Hasil *pretest* dan *posttest* penelitian

Parameter Statistik	Kelas Eksperimen		Kelas Kontrol	
	Pretest	Posttest	Pretest	Posttest
Jumlah Sampel (N)	31	31	36	36
Nilai Terendah	25	70	20	60
Nilai Tertinggi	65	90	60	85
Nilai Maksimal	100	100	100	100
Rata-rata Nilai	47,74	82,41	44,027	75,27
Simpangan Baku	9,231	5,516	9,561	7,632

Data pada Tabel 4 memperlihatkan bahwa skor *posttest* lebih tinggi dari skor *pretest* meskipun skor rata-rata *post-test* masih belum mencapai KKM. Hal ini mengindikasikan kemampuan berpikir sistem siswa mengalami peningkatan setelah pemberian perlakuan meskipun secara keseluruhan nilai yang diperoleh belum mencapai KKM karena sebagian siswa masih terkendala dalam mengerjakan soal kemampuan berpikir sistem.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem (*effect size*  $d$  cohen = 1,085). Hal ini ditunjukkan oleh peningkatan kemampuan berpikir sistem pada kelas eksperimen yang dapat dilihat dari hasil uji *N-gain* pada kelas eksperimen setelah menerapkan perlakuan dengan menggunakan pendekatan STEM diperoleh rata-rata *N-gain*, yaitu 0,65 dengan kategori sedang, sedangkan *N-gain* pada kelas kontrol setelah menerapkan perlakuan dengan menggunakan pendekatan saintifik diperoleh rata-rata *N-gain*, yaitu 0,55 dengan kategori sedang. Hal tersebut menunjukkan bahwa berpikir sistem kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil uji *N-gain* dapat dilihat pada diagram batang Gambar 1.



**Gambar 1.** Grafik Hasil Rata-rata N-gain Kemampuan Berpikir Sistem

Grafik pada Gambar 1 menunjukkan bahwa proses pembelajaran yang dilakukan peneliti yaitu kelas eksperimen dengan model pembelajaran PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*, lebih efektif dibandingkan dengan kelas kontrol yang menerapkan model pembelajaran PBL dengan pendekatan saintifik. Pelaksanaan pembelajaran yang efektif dikarenakan dengan *flipped classroom* juga siswa terhubung di dalam *google classroom* yang dapat diakses dimanapun dan tidak terbatas oleh waktu. Siswa dapat belajar secara individu dengan mempelajari modul dan latihan soal yang di unggah pada *google classroom*. Kemudian di dalam kelas siswa mencoba menerapkan pengetahuan dengan memecahkan masalah dan melakukan praktek. Kelebihan dari siswa belajar dengan *flipped classroom*, yaitu siswa dapat mengakses bahan ajar dimanapun, maka siswa dapat belajar dimana saja dan di ulang-ulang, akibatnya ketika proses pembelajaran diulang-ulang, maka berpengaruh pada hasil belajar untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Terdapat beberapa hasil penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti. Beberapa penelitian yang bertujuan untuk mengetahui efektivitas menggunakan model *flipped classroom* mengungkapkan adanya pengaruh saat menerapkan model pembelajaran tersebut di kelas, salah satunya hasil penelitian oleh Rokhaniyah [9] menyatakan bahwa *flipped classroom* memberikan efek yang positif bagi siswa dilihat dari peningkatan prestasi akademik.

Pembelajaran PBL terintegrasi STEM dikelas diawali dengan guru memberikan video mengenai fenomena permasalahan dalam kehidupan sehari-hari pada topik usaha dan energi. Keunggulan video dapat menampilkan secara nyata fenomena yang ada, yang mana hal tersebut merupakan satu daya tarik tersendiri karena siswa mampu menyerap informasi dengan menggunakan lebih dari satu indera. Kelebihan dari pembelajaran STEM yaitu adanya proses *engineering*. Oleh karena itu dalam pembelajaran STEM selain siswa melakukan penyelidikan ilmiah, siswa juga melakukan penyelidikan *engineering*. Seperti ilmuwan, *engineers* harus mengidentifikasi variabel yang relevan, memutuskan bagaimana mereka akan mengukur, dan mengumpulkan data untuk dianalisis [10]. Proses penyelidikan *engineering*, kemampuan berpikir sistem siswa dapat dilatih pada saat mendesain yaitu menentukan ukuran botol dan baling-baling yang digunakan untuk membuat *vacuum cleaner* dengan mudah agar debu dapat disedot masuk.

Proses pembelajaran PBL terintegrasi STEM yaitu, pada tahap yang pertama orientasi permasalahan kepada siswa. Pada proses pembelajaran siswa dibimbing untuk dapat memecahkan masalah yang ada di sekitar kehidupannya. Pada penelitian ini disajikan permasalahan kondisi lingkungan sekolah yang berdekatan dengan jalan lintas Sumatra. Kondisi ini mengakibatkan banyaknya debu di sekitar sekolah yang membuat tidak nyaman dalam belajar. Berdasarkan permasalahan tersebut siswa digiring untuk

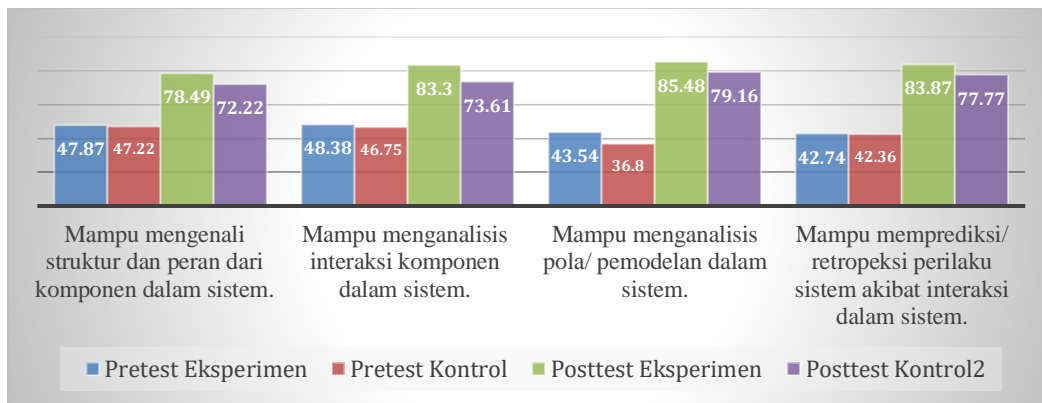
dapat menghasilkan sebuah produk yang dapat mengatasi permasalahan tersebut. Peneliti menggiring siswa untuk menghubungkan pengetahuan sains yang telah diperoleh ke dalam sebuah produk sederhana, yaitu *vacuum cleaner*.

Berpikir sistem dapat membantu siswa mengembangkan keterampilan berpikir tingkat tinggi untuk memahami dan menangani kompleks, interdisipliner, dunia nyata masalah. Berdasarkan hasil lembar jawab diskusi siswa menunjukkan bahwa siswa mampu menjawab persoalan dari tingkat pengetahuan, pemahaman, penerapan sampai tingkat analisis sebuah permasalahan yang disajikan dalam bentuk soal uraian yang terdapat di LKPD. Lembar diskusi yang siswa kerjakan menunjukkan siswa mampu menganalisis dengan menyelesaikan permasalahan yang disajikan oleh guru, menjelaskan aplikasi penerapan konversi energi dalam kehidupan sehari-hari, menuliskan rumus matematis tentang persamaan energi dan menggambarkan prinsip dan cara kerja *vacuum cleaner*.

Pada model PBL siswa menerapkan konsep-konsep pengetahuan yang dipelajari berkaitan dengan penerapannya, sehingga siswa menyadari makna dari pengetahuan yang dipelajari dan bisa menerapkannya dalam berbagai permasalahan. Siswa yang belajar untuk memecahkan suatu masalah secara diskusi dan akan menerapkan pengetahuan tersebut untuk memecahkan masalah artinya, belajar tersebut ada pada konteks aplikasi konsep. Belajar dapat semakin bermakna dan dapat diperluas ketika siswa berhadapan dengan situasi untuk menerapkan konsep. Proses diskusi berjalan dengan baik, siswa-siswa memberikan tanggapan baik melalui pertanyaan maupun pendapat. Pada tahap ini terjadi aplikasi teori belajar Vygotsky berinteraksi dengan lingkungan sosial, karena struktur kognitif siswa 'dikuatkan' dengan prinsip pengulangan materi melalui presentasi dan diskusi yang dilakukan [11]. Interaksi antara siswa maupun guru mendorong siswa untuk mengasah kemampuan berpikir sistemnya dengan cara pembelajaran pemecahan masalah. Hal ini sejalan dengan model pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL).

Hasil lembar jawab diskusi siswa diketahui bahwa siswa mampu memecahkan persoalan materi konversi energi pada topik usaha dan energi yang dikaitkan dengan teknologi yang berkembang. STEM juga memiliki kelebihan yaitu mampu meningkatkan *soft skill* para siswa, mulai dari pemecahan masalah dengan cara efektif dan efisien, kesabaran, dan kerja sama tim, dan memiliki ketrampilan yang dapat diaplikasikan dalam kepribadian dan kehidupan sehari-hari. Sesuai dengan pendapat Permasari pembelajaran STEM dapat membangun penguasaan ketrampilan (*skills*) dan mendorong siswa untuk mengembangkan dan memanfaatkan teknologi serta mengasah pengetahuan [12]. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Khoiriyah [13] menyatakan bahwa model *Problem Based Learning* efektif dan dapat meningkatkan kemampuan berpikir kritis siswa SMA. Hal ini diperkuat dengan taraf kepercayaan berpikir kritis siswa sebesar 95%. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Putri [14] integrasi PBL STEM tidak hanya meningkatkan keterampilan berpikir kritis tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan literasi sains dan karakter.

Instrumen yang diberikan pada kelas sampel menggunakan 20 butir soal pilihan ganda dengan tujuan untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa pada topik usaha dan energi. Butir soal pada *pretest* dan *posttest* mengacu pada indikator berpikir sistem menurut Meilinda [15]. Berikut gambar ketercapaian indikator berpikir sistem yang dilihat dari pemetaan rata-rata butir soal yang bisa dijawab oleh siswa pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Grafik ketercapaian Indikator Berpikir Sistem

Hasil analisis terhadap setiap aspek keterampilan berpikir sistem pada Gambar 2 menunjukkan peningkatan keterampilan berpikir sistem adalah mampu menganalisis pola/pemodelan dalam sistem. Tingginya perolehan tersebut disebabkan selama pembelajaran secara *luring*, siswa diberi kesempatan untuk mengemukakan pendapatnya dalam memecahkan suatu masalah. Permasalahan yang diberikan juga memfasilitasi siswa untuk terlibat aktif memberikan penjelasan terhadap penyelesaian masalah yang dilakukannya. Keterlibatan siswa dalam setiap fase proses pembelajaran dapat memberikan stimulus peningkatan kemampuan berpikir sistem. Hal ini sejalan dengan penelitian Skinner [16] bahwa dengan melibatkan siswa dalam pembelajaran STEM sangat penting untuk wadah belajar yang dapat mendorong keterlibatan siswa menuju pembelajaran STEM. Indikator lainnya yang juga memperoleh peningkatan dengan kategori tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa pada saat menyelesaikan problem, siswa dapat mengenali, menganalisis dan memprediksi dengan baik terhadap data yang diperolehnya. Siswa juga dapat membuat kesimpulan, serta mengemukakannya dengan baik.

Dengan demikian, dapat dikatakan bahwa desain pembelajaran berbasis PBL-STEM sangat diyakini dapat meningkatkan dua kemampuan ini. Hasil penelitian sebelumnya STEM telah banyak diterapkan dalam pembelajaran. Situasi ini ditunjukkan oleh hasil penelitian yang mengungkapkan bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta [17]. Oleh karena itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat siswa di bidang STEM menjadi lebih luas. Kemudian dihubungkan sesuai dimensi pengetahuan dan pendekatan STEM serta indikator berpikir sistem. Menurut York [18] Berpikir sistem adalah pendekatan holistik untuk memeriksa masalah kompleks dan sistem yang berfokus pada interaksi antar komponen sistem dan pola yang muncul dari interaksi tersebut.

Perbedaan penelitian ini dengan penelitian yang lain yaitu penelitian ini PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*, sedangkan penelitian-penelitian lain di antaranya hanya menggunakan model PBL tanpa adanya pendekatan STEM, pendekatan STEM saja tanpa adanya PBL, PBL dengan *flipped classroom*, dan PBL terintegrasi STEM tanpa *flipped classroom*. Selain itu penelitian lain sama-sama menggunakan PBL tetapi berbasis pendekatan yang berbeda-beda. Kelebihan dari penelitian ini adalah PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*, maka siswa lebih mudah untuk belajar memahami permasalahan, selain itu penyajian masalah dalam PBL lebih mudah dipahami dan disederhanakan dengan STEM.

Inovasi dalam pembelajaran ini membantu dalam memahami konsep dengan melibatkan langsung siswa dalam proses pembelajaran. Integrasi STEM pada model PBL dilakukan dalam rangka menyempurnakan salah satu kelemahan model PBL yaitu pemahaman siswa terhadap suatu masalah di



dunia nyata terkadang kurang, sehingga pembelajaran berbasis masalah terhambat oleh faktor ini. Pendekatan STEM menekankan pada pemberian pengalaman langsung yang dapat membantu siswa memperoleh pemahaman yang lebih mendalam tentang alam sekitar, dan mendorong siswa untuk mendesain, mengembangkan, dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, serta mengaplikasikan pengetahuan.

Pendekatan STEM dalam pembelajaran juga dapat mengasah keterampilan berkolaborasi siswa dalam memecahkan masalah. Kemudian dengan pembelajaran *flipped classroom* siswa bisa belajar terlebih dahulu untuk memahami konsep/materi dimana saja, karena bahan ajar mudah diakses di *classroom* dan dapat diputar secara berulang kali. Solusi dengan cara pembelajaran *flipped classroom* ini dapat mengatasi kendala waktu belajar yang terlalu singkat dikelas. Perpaduan dari setiap tahap PBL yang ada pada STEM bisa membuat proses pembelajaran lebih padat dan esensial. Karena dengan pembelajaran PBL terintegrasi STEM, siswa akan terlatih dalam setiap tindakannya atau karakternya, yang mana dengan sains siswa akan bisa mengimplementasi pengetahuan pada sebuah keterampilan alat pada teknologi. Teknologi nantinya akan digunakan untuk membuat atau mendesain sesuatu. Dilanjutkan dengan teknik bisa dipakai untuk menyusun cara secara runtut. dan matematika bisa dipakai untuk menganalisis dan mendapatkan pemecahan masalah. Selain itu pembelajaran PBL terintegrasi STEM juga bisa menanamkan sebuah pola pikir pada siswa untuk selalu berprioritas pada solusi, inovasi (pencipta), membentuk kemandirian, berpikir rasional logis dan paham teknologi [19, 20].

#### 4. Simpulan

Penelitian yang telah dilakukan di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung pada kelas X MIPA 2 dan X MIPA 3 semester genap tahun ajaran 2021/2022 dapat disimpulkan bahwa pembelajaran PBL terintegrasi STEM dengan Flipped Classroom efektif digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Melalui pembelajaran yang melibatkan siswa secara aktif baik berpikir (*minds-on*) maupun berkreasi secara fisik (*hands-on*) di luar dan di dalam kelas dengan pendekatan STEM telah mampu menstimulus beberapa komponen/indikator berpikir sistem. Keterampilan berpikir sistem ini akan berdampak pada daya kreativitas dan kemampuan mengambil keputusan dalam menentukan pilihan karier di masa depan siswa. Dengan demikian terdapat tantangan implementasi strategi *flipped classroom* yang mengoptimalkan efektivitas pembelajaran dengan pendekatan STEM terutama pada kelas-kelas fisika dengan materi yang bersifat abstrak.

#### Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih yang ditujukan kepada Bapak H. Eko Anzair, M.Si selaku Kepala Sekolah SMA Al-Kautsar Bandar Lampung dan Ibu Miftahul Hasanah, S.Pd selaku guru pamong, serta seluruh pihak yang telah memberi dukungan, bantuan, petunjuk, dan arahan dalam penyusunan artikel ini.

#### Daftar Pustaka

- [1] Jayadi A, Putri D H dan Johan H 2020 Identifikasi pembekalan keterampilan abad 21 pada aspek keterampilan pemecahan masalah siswa sma kota Bengkulu dalam mata pelajaran fisika *J. Kumparan Fisika* **3** 25-32
- [2] Saharsa U, Qaddafi M dan Baharuddin B 2018 Efektivitas Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning Berbantuan Video Based Laboratory Terhadap Peningkatan Pemahaman Konsep Fisika *JPF (Jurnal Pendidikan Fisika)* Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar **6** 57-64
- [3] Diani R, Khotimah H, Khasanah U dan Syarlisjisman M R 2019 Scaffolding dalam Pembelajaran Fisika Berbasis Problem Based Instruction (PBL): Efeknya Terhadap Pemahaman Konsep dan Self Efficacy *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* **2** 310-319

- [4] Estapa A T dan Tank K M 2017 Supporting integrated STEM in the elementary classroom: a professional development approach centered on an engineering design challenge *International Journal of STEM Education* **4** 1-16
- [5] Listiana L, Abdurrahman, Suyatna A dan Nuangchalerm P 2019 The Effect of Newtonian Dynamics STEM-Integrated Learning Strategy to Increase Scientific Literacy of Senior High School Students *J. Ilmiah Guruan Fisika Al-Biruni* **8** 43–52
- [6] ApriyantiY, Nyeneng I dan Suana W 2017 Pengembangan Perangkat Pembelajaran Flipped Classroom Pada Materi Getaran Harmonis *J. Pembelajaran Fisika Universitas Lampung* **5**
- [7] Sinmas W F, Sundaygara C dan Pranata K B 2019 Pengaruh PBL Berbasis Flipped Class terhadap Prestasi ditinjau dari Motivasi Belajar Siswa *Rainstek: J. Terapan Sains dan Teknologi* **1** 14-20
- [8] Clark S, Petersen J E, Frantz C M., Roose D, Ginn J, dan Rosenberg Daneri D 2017 Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology *PloS one* **12**
- [9] Rokhaniyah H 2017 Flipped Classroom: Can It Optimize Students' Ability To Find Out Main Ideas In Listening Comprehension *J. Pendidikan* **8** 179-182
- [10] Bybee R W 2011 Scientific and engineering practices in K-12 classrooms: Understanding a framework for K-12 science education *Science and Children* **49** 10.
- [11] Hau R R H 2021 Identifikasi Penerapan Teori Belajar Dalam Pembelajaran Fisika *J. Pendidikan Fisika dan Sains* **3** 8
- [12] Permanasari A 2016 STEM Education: Inovasi dalam Pembelajaran Sains Pros Seminar Nasional Pendidikan Sains 23-34
- [13] Khoiriyah N 2018 Implementasi Pendekatan Pembelajaran STEM Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa Sma Pada Materi Gelombang Bunyi. *J. Riset dan Kajian Pendidikan Fisika* **5** 53-62
- [14] Putri C D, Pursitasari I D dan Rubini B 2020 Problem based learning terintegrasi STEM di era pandemi covid-19 untuk meningkatkan keterampilan berpikir kritis siswa *JUPI (Jurnal IPA & Pembelajaran IPA)* **4** 193-204
- [15] Meilinda M 2021 Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content *Journal Of Physics* 1-10
- [16] Skinner E, Saxton E, Currie C dan Shusterman G 2017 A motivational account of the undergraduate experience in science: Brief measures of students self-system appraisals engagement in coursework and identity as a scientist *International Journal of Science Educatio* **39** 2433–2459
- [17] Garner P W, Gabitova N, Gupta A dan Wood T 2018 Innovations in science education: infusing social emotional principles into early STEM learning *Cultural Studies of Science Education* **13** 889-903
- [18] York S, Lavi R, Dori Y J dan Orgill M 2019 Applications of systems thinking in STEM education. *Journal of Chemical Education* **96** 2742-2751
- [19] Abdurrahman A, Nurulsari N, Maulina H dan Ariyani F 2019 Design and validation of inquiry-based STEM learning strategy as a powerful alternative solution to facilitate gift students facing 21st century challenging *Journal for the Education of Gifted Young Scientists* **7** 33-56
- [20] Fernandu D E, Abdurrahman A dan Lengkana D 2022 Design and Validation of STEM Integrated e-Modules on Environmental Pollution to Improve Problem-Solving Skills. *J. Pendidikan MIPA* **23** 754-765