

**PENERAPAN MODEL PBL TERINTEGRASI STEM DENGAN
FLIPPED CLASSROOM UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA
PADA TOPIK PERUBAHAN IKLIM**

(Skripsi)

**Oleh
Ajeng Rahayu
NPM 1813022004**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

ABSTRAK

PENERAPAN MODEL PBL TERINTEGRASI STEM DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA PADA TOPIK PERUBAHAN IKLIM

Oleh

AJENG RAHAYU

Tujuan pada penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penerapan PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir Sistem siswa SMA Pada Topik Perubahan Iklim. Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan metode quasi eksperimen dengan *non-equivalent control group design* dengan melibatkan 65 siswa kelas XI SMA. Kelas Eksperimen diajarkan menggunakan model PBL terintegrasi STEM berbantu *Flipped Classroom* dan pada kelas kontrol diajarkan menggunakan model IBL terintegrasi STEM dengan berbantuan *Flipped Classroom*. Instrumen penelitian yang digunakan berupa tes kemampuan berpikir sistem berbasis konten perubahan iklim (*Climate Change for System Thinking Achievement Test*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan berpikir sistem siswa di kelas eksperimen lebih tinggi dibandingkan dengan kelas kontrol. Hasil uji ANCOVA menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan topik perubahan iklim dengan menggunakan model PBL terintegrasi STEM berbantuan *flipped classroom* memiliki dampak yang signifikan dalam menumbuhkan kemampuan berpikir sistem siswa yang ditunjukkan dengan 1,586 dengan kategori sangat tinggi. Penerapan model PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* untuk meningkatkan berpikir sistem pada topik perubahan iklim. Melalui pendekatan STEM yang diterapkan pada materi perubahan iklim peserta didik menunjukkan performa yang baik dalam memberntuk kreatifitas, meningkatkan penguasaan materi dan menggiring peserta didik untuk lebih menyadari pentingnya menjaga lingkungan.

Kata Kunci: *Problem Based Learning, Flipped Classroom*; Kemampuan berpikir sistem; Pendekatan STEM; Perubahan Iklim

**PENERAPAN MODEL PBL TERINTEGRASI STEM DENGAN
FLIPPED CLASSROOM UNTUK MENINGKATKAN
KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA
PADA TOPIK PERUBAHAN IKLIM**

Oleh

Ajeng Rahayu

Skripsi

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar

SARJANA PENDIDIKAN

Pada

Program Studi Pendidikan Fisika

Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022**

Judul Skripsi : PENERAPAN MODEL PBL TERINTEGRASI
STEM DENGAN *FLIPPED CLASSROOM*
UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN
BERPIKIR SISTEM SISWA PADA
TOPIK PERUBAHAN IKLIM

Nama Mahasiswa : *Ajeng Rahayu*

Nomor Pokok Mahasiswa : 1813022004

Program Studi : Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

Komisi Pembimbing

[Signature]
Dr. Abdurrahman, M.Si.
NIP 19681210 199303 1 002

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

MENGETAHUI

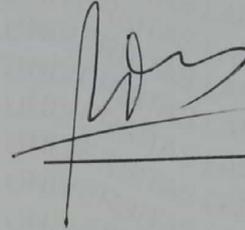
Ketua Jurusan Pendidikan MIPA

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

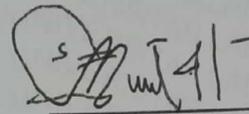
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

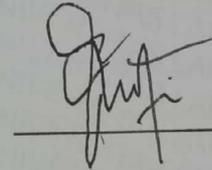
Ketua : **Dr. Abdurrahman, M.Si.**



Sekretaris : **Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



Penguji
Bukan Pembimbing : **Drs. Feriansyah Sesunan, M.Pd.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.

NIP 19620804 198905 1 001

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **30 Mei 2022**

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah :

Nama : Ajeng Rahayu
NPM : 1813022004
Fakultas/Jurusan : KIP/PMIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Desa Liman Sari. Kec Buay Madang Timur. Kab Oku
Timur, Sumatra Selatan

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

Pondar Lamung, 30 Mei 2022



RIWAYAT HIDUP

Penulis lahir di Oku Timur pada tanggal 02 Februari 2000, sebagai anak kedelapan dari delapan bersaudara, putri dari pasangan Bapak Misni dan Ibu Poniye. Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 1 Liman Sari Buay Madang Timur selesai pada tahun 2012. Penulis melanjutkan pendidikan formal di SMP Negeri 1 Buay Madang Timur selesai pada tahun 2015, kemudian melanjutkan pendidikan formal di SMAN 2 Buay Bahuga Way Kanan selesai pada tahun 2018. Pada tahun yang sama yaitu tahun 2018 penulis diterima sebagai mahasiswi Program Studi Pendidikan Fisika, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Lampung jalur SNMPTN..

Selama menempuh pendidikan diprogram studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung penulis pernah bergabung menjadi anggota Eksakta Muda Himasakta pada tahun 2018-2019, menjadi Brigda Dinas Adkesma BEM FKIP Unila pada tahun 2018- 2019, menjadi gema Bidang Pendidikan FPPI FKIP Unila pada tahun 2018-2019, menjadi pansus Unila tahun 2019, Menjadi Staff Ahli dinas Adkesma BEM FKIP Unila 2019 -2020, menjadi Anggota Bidang Kesmas FPPI FKIP Unila 2019-2020, Menjadi Anggota Divisi Himasakta FKIP Unila tahun 2019-2020, bergabung menjadi pengurus FPPI FKIP Unila sebagai sekretaris bidang Syiar Islam pada tahun 2020, kemudian menjadi Pengurus DPM FKIP Unila sebagai sekretaris Komisi III tahun 2021.

Tahun 2020 penulis melakukan Kuliah Kerja Lapangan (KKL) berupa kunjungan ke SMA Denpasar, Pantai Pandawa,. Selanjutnya kunjungan ke Universitas Muhammadiyah Malang, Gunung Bromo, Jatim Park 1, Gua Gong yang terletak di Jawa Timur.

MOTTO

Diwajibkan atas kamu berperang, padahal itu tidak menyenangkan bagimu. Tetapi boleh jadi kamu tidak menyenangi sesuatu, padahal itu baik bagimu, dan boleh jadi kamu menyukai sesuatu, padahal itu tidak baik bagimu. Allah mengetahui, sedang kamu tidak mengetahui.

(Q.S Al-Baqarah : 216)

Maka bersabarlah engkau (Muhammad), sungguh, janji Allah itu benar dan sekali-kali jangan sampai orang-orang yang tidak meyakini (kebenaran ayat-ayat Allah) itu menggelisahkan engkau.

(Q.S Ar-Rum : 60)

(yaitu) orang-orang yang beriman dan hati mereka menjadi tentram dengan mengingat Allah. Ingatlah, hanya dengan mengingat Allah hati menjadi tentram

(Q.S Ar-Rad : 28)

Tuhanmu tidak meninggalkan engkau (Muhammad) dan tidak (pula) membencimu

(Q.S Ad-Duha : 3)

Sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan. Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan), tetaplah berkerja keras (untuk urusan yang lain), dan hanya kepada Tuhanmulah engkau berharap.

(Q.s Al Insyirah :6-8)

PERSEMBAHAN

Assalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur kehadiran Allah SWT atas rahmat hidayah dan anugrah-Nya yang telah melimpahkan rahmat-Nya. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya ini sebagai tanda bakti kasih tulus kepada :

1. Orang tua tersayang, Bapak Misni dan Ibu Poniem yang tanpa lelah mendoakan kelancaran disetiap hal yang dilakukan anaknya, yang selalu berusaha memberikan yang terbaik untuk anak-anaknya. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan kesehatan dan memberikan kesempatan saya untuk membaagiakan kalian;
2. Kakak-kakak penulis, yang tidak bisa disebutkan satu-satu yang menjadi pelengkap semangat;
3. Keluarga Besar Rumah Qur'an 3, yang selalu menjadi penyemangat dan menjadi lingkungan ternyaman;
4. Semua keluarga besar penulis yang selalu mendoakan;
5. Keluarga Besar Pendidikan Fisika 2018
6. Keluarga Besar Kelas B
7. Keluarga Besar FPPI FKIP Unila 2020 dan Keluarga Besar DPM FKIP Unila 2021 yang selalu mendokan dan sebagi tempat untuk tumbuh penulis;
8. Keluarga Besar Almafika, Himasakta, BEM FKIP Unila;
9. Keluarga Besar Universitas Lampung;
10. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Puji syukur kehadirat Allah SWT karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
3. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
4. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika
5. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I atas kesediaan, kesabaran dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi;
6. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Pembimbing II atas kesabaran, kesediaan dan keikhlasannya memberikan bimbingan, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi;
7. Bapak Drs. Feriansyah Sesunan, M.Pd., selaku pembahas atas saran, arahan dan motivasi yang diberikan selama penyusunan skripsi;
8. Bapak dan Ibu dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu dan membimbing penulis selama melaksanakan pendidikan di Universitas Lampung;

9. Ibu Nurazmi, S.Pd., selaku pendidik mata pelajaran fisika SMA Al-Kautsar Bandar Lampung yang telah memberikan izin dan membantu penulis melaksanakan penelitian;
10. Peserta didik SMA Al-Kautsar Bandar Lampung khususnya kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 4 atas kerja samanya dalam membantu terlaksananya penelitian;
11. Kepada semua pihak yang terlibat dalam membantu penyelesaian penyusunan skripsi ini.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat dan dapat menjadi tambahan referensi untuk penelitian selanjutnya.

Bandarlampung, 30 Mei 2022



Ajeng Rahayu

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang Masalah	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
1.5 Ruang Lingkup	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Kerangka Teoritis.....	6
2.1.1 Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL).....	6
2.1.2 <i>Inquiry Based Learning</i> (IBL)	8
2.1.3 <i>Flipped Classroom</i>	9
2.1.4 STEM (<i>Science, Technology, Engineering and Mathematic</i>)	12
2.1.5 Teori Belajar Konstruktivisme	15
2.1.6 Berpikir Sistem	16
2.1.7 Pemetaan materi yang Terintegrasi dengan KD 3.12	18
2.2 Kerangka Pemikiran.....	21
2.3 Anggapan Dasar	24
2.4 Hipotesis.....	24
III. METODOLOGI PENELITIAN	
3.1 Pelaksanaan Penelitian.....	25
3.2 Populasi Penelitian.....	25
3.3 Sampel Penelitian.....	25
3.4 Variabel Penelitian.....	25
3.5 Desain Penelitian.....	25
3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	28
3.7. Instrumen Penelitian	29
3.8 Analisis Instrumen Penelitian	30
3.9 Teknik Pengumpulan Data.....	34

3.10 Analisis Data	34
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1 Hasil penelitian	38
4.1.1 Tahap Pelaksanaan	38
4.1.2 Tahap Analisi Data	44
4.2 Pembahasan.....	47
V. SIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Simpulan	60
5.2 Saran.....	60
DAFTAR PUSTAKA	
LAMPIRAN.....	68

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Sintak Model Pembelajaran <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	7
2. Penelitian yang Relevan dengan <i>Problem Based Learning</i> (PBL)	7
3. Strategi Pembelajaran berbantuan Google Classroom	10
4. Literasi STEM.....	13
5. Penelitian yang Relevan dengan STEM	14
6. Indikator Berpikir Sistem.....	17
7. Pemetaan Materi KD 3.12	18
8. <i>Design</i> Penelitian pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol	26
9. <i>Design</i> Penelitian pada Kelas Kontrol	27
10. Prosedur Pelaksanaan Penelitian Kelas Eksperimen dan Kontrol	29
11. Koefisien Validitas	31
12. Koefisien Reliabelitas	31
13. Hasil Uji Validitas.....	32
14. Hasil Uji Reliabilitas	33
15. Kriteria Gain Ternormalisasi	34
16. Interpretasi <i>Effect Size</i>	37
17. Tahap Pelaksanaan Kelas Eksperimen	39
18. Tahap Pelaksanaan Kelas Kontrol	40
19. Rata-rata N-gain.....	42
20. Perubahan Kemampuan Berpikir Sistem.....	43
21. Hasil Uji Normalitas Data.....	44
22. Hasil Uji Homogenitas Data	45
23. Hasil Uji Normalitas Data N-gain.....	45
24. Hasil Uji <i>Independent Sampel T-Test</i>	45
25. Hasil Uji ANCOVA.....	46
26. Hasil Uji <i>Effec Size</i>	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Pendekatan STEM.....	16
2. Bagan Kerangka Berpikir	23
3. Grafik Rata-rata N-gain.....	48
4. Indikator Berpikir Sistem	49
5. Jawaban LKPD Peserta Didik	51
6. Mengorganisasikan Peserta Didik	51
7. <i>Design Product Mini Car</i>	52
8. Proses Pembuatan <i>Mini Car</i>	52
9. <i>Product</i> dan Uji <i>Mini Car</i>	54
10. Presentasi Hasil Pemecahan Masalah	55
11. Merefleksikan Peserta Didik Melalui Zoom Meeting.....	56
12. Jawaban <i>Pretest dan Postest</i> Peserta Didik	57

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pandemi Covid-19 berdampak besar bagi masyarakat, namun pengaruhnya juga dirasakan dalam dunia pendidikan. Dalam Proses pembelajaran siswa dituntut untuk menyesuaikan perkembangan zaman baik di bidang sosial, budaya dan kesehatan serta lingkungan alam sekitar (Mu'Minah & Aripin, 2019). Permasalahan terkait alam sekitar seperti perubahan iklim menjadi masalah yang perlu ditangani dikarenakan hal tersebut dapat berdampak pada naiknya temperatur bumi yang akan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia (Pabalik *et al.*, 2015). Pendidikan memegang peran penting dalam menciptakan siswa yang diharapkan peka terhadap lingkungan alamnya dan dapat menjadi agen yang berkontribusi dalam pengendalian perubahan iklim. Salah satu kemampuan yang diprediksi dapat menunjang permasalahan perubahan iklim adalah *system thinking skill* (Meilinda *et al.*, 2018).

System thinking skill merupakan kemampuan pola pikir yang mempengaruhi tindakan atau perilaku. *System thinking skill* memberikan inovasi penyelesaian masalah yang tidak hanya memfokuskan dari satu permasalahan tertentu, tetapi pada segi permasalahan yang kompleks (Bungsu & Rosadi, 2021). Kemampuan berpikir sistem ini dapat dilatih pada siswa sejak dini sehingga diharapkan dapat mempersiapkan dalam menghadapi berbagai aspek permasalahan di abad 21 (Assaraf & Orion, 2010).

Salah satu model yang mendukung kemampuan berpikir sistem ialah model *Problem Based Learning* (Didik *et al.*, 2020). *Problem Based Learning* ialah suatu model yang berbasis pada masalah dimana siswa diberikan permasalahan yang kompleks berkaitan dengan materi yang akan dipelajari. Masalah yang di berikan bervariasi berupa gambar, video, diagram maupun bentuk lain, dimana guru memberikan bimbingan siswa dalam menyelesaikan permasalahan tersebut (Newman, 2005). Model ini menekankan siswa untuk aktif disetiap kegiatan belajar, baik bertanya maupun mengutarakan opini mereka. Oleh karena itu diperlukan pendekatan yang integratif. Salah satu pendekatan yang integratif ialah pendekatan STEM (Adji, 2010).

STEM adalah pendekatan yang menggabungkan komponen *science*, *technology*, *engineering* dan *mathematics* dalam bidang ilmu alam maupun ilmu sains (Fathoni *et al.*, 2020). STEM ini merupakan jawaban atas berbagai tantangan abad ini. Bila diterapkan dengan baik, pembelajaran berbasis STEM diprediksi akan menghasilkan generasi yang kompetitif (Didik *et al.*, 2020; Ramadita *et al.*, 2021). STEM pada pembelajaran diharapkan mengarah pada pembelajaran yang berkesan dan perubahan positif bagi siswa melalui integrasi sistematis pengetahuan, konsep dan keterampilan (Adnan, 2018). Namun dalam menerapkan pendekatan STEM ditemukan beberapa kekurangan salah satunya memerlukan waktu yang panjang dalam proses belajarnya, untuk mengatasi permasalahan tersebut maka dibutuhkan strategi pembelajaran yang efisien yakni *flipped classroom*.

Flipped classroom ialah suatu strategi yang terfokus pada siswa guna meningkatkan efisiensi waktu pembelajaran karena dapat dilakukan di ruang maupun di luar kelas (Herala *et al.*, 2015; Puspitasari *et al.*, 2020). Berdasarkan survei yang telah dilakukan (Knutas *et al.*, 2016; Nouri, 2016), mengatakan bahwa *flipped classroom* dapat dimanfaatkan untuk meningkatkan hasil belajar siswa dan pembelajaran tidak terfokus pada guru, karena siswa dapat belajar secara mandiri. Selain itu adanya *flipped classroom* mendukung materi pelajaran tambahan bagi siswa yang dapat diakses melalui media *online* maupun *offline* sehingga memberikan pelajaran

lebih menarik dan efektif dengan begitu siswa mendapatkan pengalaman belajar yang menarik (Heni Wulandari, 2017) .

Berdasarkan wawancara pendidik fisika SMA Al Kautsar Bandar Lampung, Siswa masih banyak mengalami kesulitan dalam memecahkan masalah fisika Salah satunya dalam mengerjakan soal-soal. Sebelumnya pendidik menggunakan model *Inquiry Based Learning* dan *Problem Based Learning* dengan memanfaatkan fasilitas dan media yang ada. Namun peserta didik masih menganggap fisika itu sulit dan ilmu hafalan karena tidak semua menyukai pelajaran fisika. Hal ini menjadi tantangan pendidik untuk membuat pelajaran lebih menarik. Salah satu cara agar pembelajaran menjadi menarik ialah dengan melakukan suatu percobaan untuk memecahkan suatu permasalahan. Penelitian ini mengarahkan siswa untuk memecahkan permasalahan tersebut dan mendapatkan solusi dari permasalahan, peserta didik juga dituntut untuk mengimplementasikan ide-idenya dalam keterampilan merancang sebuah alat peraga sederhana yakni mobil yang diasumsikan bergerak tanpa menggunakan listrik, sehingga dapat mengurangi gas CO_2 yang menjadi salah satu penyelesaian solusi dari efek perubahan iklim dan mengurangi efek rumah kaca.

Model *Problem Based Learning* ini diprediksi dapat meningkatkan skill pemecahan masalah. Hal ini memungkinkan siswa untuk menjadi mandiri dengan menggunakan masalah nyata dalam belajar sehingga siswa mandiri dan bangun rasa percaya diri (Halim *et al.*, 2017). Pembelajaran berbasis masalah atau PBL ini juga menjadi bagian dari solusi dalam pembelajaran yang berintegrasi STEM. STEM bila dihubungkan dengan lingkungan menunjukkan pembelajaran yang nyata dan dapat dialami siswa dalam kehidupan sehari-hari berdasarkan pengalaman (Subramaniam *et al.*, 2012).

Berdasarkan pernyataan di atas, peneliti ingin memberikan sebuah solusi dari permasalahan tersebut agar pembelajarannya lebih bermakna dari pembelajaran biasanya dari metode tradisional menjadi modern yakni dengan suatu perancangan suatu alat namun perlu didukung adanya model yang menarik dan integratif serta terstruktur agar peserta didik menjadi lebih

responsif oleh karena itu penelitian ini dengan judul ” Penerapan Model PBL Terintegrasi STEM berbantuan *Flipped Classroom* untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa SMA Pada Topik Perubahan Iklim ”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dijabarkan yang menunjukkan bahwa model PBL terintegrasi STEM masih perlu didesign secara inovatif dan menantang terutama dalam upaya meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa pada topik perubahan iklim. Dengan demikian rumusan masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada pengaruh Model PBL Terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk Meningkatkan *System Thinking Skill* Siswa SMA Pada Topik Peubahan Iklim ?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini ialah :

- 1.3.1 Mendeskripsikan penerapan PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk meningkatkan *System Thinking Skill* siswa SMA Pada Topik Peubahan Iklim.
- 1.3.2 Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem Siswa pada Topik Perubahan Iklim dengan menerapkan PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom*

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut dapat digunakan

- 1.4.1 Pendidik sebagai input dalam kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan PBL terintegrasi STEM untuk meningkatkan *system thinking skill* peserta didik.
- 1.4.2 Peserta didik untuk melatih meningkatkan kemampuan *system thinking skill* dan meningkatkan hasil belajar melalui PBL dengan pendekatan STEM.

- 1.4.3 Peneliti menemukan kekurangan peneapan PBL dengan pendekatan STEM dalam proses pembelajaran dan menjadikan sebagai proses pembelajaran selanjutnya

1.5 Ruang Lingkup

Adapun ruang lingkup dalam penelitian ini, yaitu:

- 1.5.1. Penelitian eksperimen ini memakai model *Problem Based Learning* (PBL) menurut Pastirik (2006).
- 1.5.2. Strategi pembelajaran yang digunakan di masa pandemi saat ini yaitu *flipped classroom*
- 1.5.3. Penelitian ini menerapkan *integrated STEM (Science, Technology, Engeneering, Matematic)* bertujuan untuk meningkatkan *system thinking skiil* siswa.
- 1.5.4. Kompetensi dasar yang digunakan ialah KD 3.12. Menganalisis gejala pemanasan global dan dampaknya bagi kehidupan serta lingkungan.
- 1.5.5. Penelitian ini berorientasi pada *system thinking skill* yang dikembangkan oleh Meilinda *et al.*, (2018).
- 1.5.6 Penelitian ini dilaksanakan di kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 4 di SMA Al Kautsar Bandar Lampung pada semester genap tahun 2021/2022

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Teori

2.1.1 Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL)

Problem Based Learning ialah salah satu model pembelajaran yang diutamakan dalam penerapan kurikulum 2013. Model ini menekankan siswa untuk aktif disetiap kegiatan belajar, baik bertanya maupun mengutarakan opini mereka. (Adji, 2010). Oleh karena itu PBL bisa dibidang menjadi salah satu inovasi yang paling diteliti dalam pendidikan profesional karena penggunaan masalah dalam PBL untuk menstimulasi, mengkontekstualisasikan dan mengintegrasikan pembelajaran siswa (Newman, 2005).

Adapun langkah-langkah pembelajaran model *problem based learning* ialah siswa dibagi menjadi kelompok-kelompok kecil dan berdiskusi sesuai dengan kelompoknya masing-masing. Setiap kelompok diberikan topik permasalahan yang sama lalu mempresentasikan hasil diskusi dari masing-masing kelompok di depan kelas. Proses presentasi yang dilakukan oleh siswa diharapkan mampu meningkatkan kreativitas siswa dalam teknik berbagi informasi sehingga lebih mudah dipahami dan diaplikasikan. Berdasarkan hasil yang telah dipresentasikan kemudian dilakukan sesi diskusi antar kelompok. Dalam hal ini guru berperan penting memfokuskan jalannya diskusi yang dilakukan antar kelompok seperti halnya membantu mengumpulkan ide-ide yang telah disampaikan dan menuliskannya di papan tulis. Hal ini dilakukan untuk mempermudah dalam proses penarikan kesimpulan agar diperoleh

solusi dari topik permasalahan yang diberikan (Pastirik, 2006). Lebih jelasnya dapat dilihat pada tabel. 1.

Tabel 1. Sintaks Model Pembelajaran *Problem Based Learning* (PBL) menurut Pasitrik (2006)

No	FASE	KEGIATAN PEMBELAJARAN
1	<i>Problem presented</i>	Siswa dihadapan suatu permasalahan yang kompleks
2	<i>Student recognizes</i>	Siswa mengenali permasalahan pembelajaran dan sumber potensi dari pengetahuan dan informasi
3.	<i>Engages in independent study</i>	Siswa didorong untuk mengumpulkan informasi yang sesuai secara mandiri kemudian diarahkan untuk bekerja secara berkelompok
4.	<i>The student then meets with the small group</i>	Siswa membentuk kelompok kecil, mereka secara kritis mendiskusikan aplikasi praktis dari informasi yang diperoleh
5.	<i>The student then critically reflects</i>	Siswa secara kritis merefleksikan konten yang dipelajari yang dibantu oleh guru

(Pastirik, 2006)

Tabel 2. Penelitian yang relavan dengan PBL

No	Nama, Tahun penerbit dan jurnal	Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Dwi <i>et al.</i> , (2013) dan Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia	Pengaruh Strategi <i>Problem Based Learning</i> Berbasis TIK didasarkan pada pemahaman Konsep dan keterampilan Menyelesaikan soal fisika	menunjukkan: (1) terdapat perbedaan Pemahaman konseptual antara siswa PBL berbasis TIK dan strategi PBL. 2) berpengaruh terhadap keterampilan pemecahan masalah antara siswa yang diajar dalam strategi PBL berbasis TIK dan strategi PBL.

(1)	(2)	(3)	(4)
2.	Destianingsih <i>et al.</i> , (2013) Jurnal IPF	Hubungan <i>Problem Based Learning</i> terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Peserta didik pada materi Fisika Kelas XI Di SMA Negeri 1 Tanjung Lubuk	Berdasarkan tes Hipotesis Penggunaan uji pada taraf signifikansi (α) = 0,05, harga t Hitung = 3,62 dan t tabel = 2.00 terlihat t hitungnya > t tabel. Oleh karena itu, H0 ditolak dan H1 diterima. Dapat disimpulkan bahwa model tersebut efektif untuk siswa pada materi Fisika kelas XI di SMA Negeri 1 Tanjung Lubuk.
3.	Halim <i>et al.</i> , (2017) Jurnal JPPF	Dampak <i>Problem Based Learning</i> memahami konsep yang berkaitan dengan gaya berpikir mahasiswa pada pelajaran fisika	Indikator pemahaman konsep “Translasi” terjadi peningkatan tertinggi pada peserta didik yang memiliki jenis gaya berpikir “Sekuensial Konkret (SK)” pada kelompok Eksperimen, peserta didik yang mempunyai jenis gaya berpikir “Sekuensial Abstrak (SA)” indikator pemahaman konsep tertinggi adalah “Translasi”, ini terjadi pada kelas kontrol.

2.1.2 *Inquiry Based Learning* (IBL)

Proses belajar dengan model *Inquiry Based Learning*, siswa dituntut untuk menemukan fakta ilmiah, bukan sekedar opini yang hanya melihat fenomena saja namun agar siswa terlatih berpikir tingkat tinggi (*High Order Thinking/HOT*) (Friesen & Scott, 2013). Implementasi model tersebut pada pembelajaran mengharuskan adanya suatu pembelajaran yang menarik bukan tradisional lagi (Ismail & Elias, 2006).

Pendekatan STEM bisa di implementasikan pada pembelajaran salah satunya ialah *Inquiry Based Learning* (Adnan, 2018). Adapun langkah-langkah *Inquiry Based Learning* yakni melibatkan penyajian dan mengamati fenomena, menentukan masalah, menentukan hipotesis, menyatukan data, menganalisis data, dan menarik kesimpulan (Wenning & Khan, 2011).

2.1.3 Flipped Classroom

Flipped classroom ialah bagian dari metode untuk meningkatkan efektivitas dan loyalitas pembelajaran. Siswa lebih aktif dengan *flipped classroom* karena mereka bisa memeriksa tugas atau bahan ajar di rumah (melalui menonton video pembelajaran, merangkum, membuat pertanyaan, diskusi secara online, atau membaca sumber sesuai kebutuhan), lalu mengerjakan tugas-tugas untuk penguatan kelas (Mehring, 2017; Mubarak, 2017). *Flipped classroom* punya peluang penting untuk mengubah cara materi yang disajikan. Salah satu perubahan tersebut dapat dilakukan dengan penggunaan teknologi yang tepat seperti media video, buku digital, dan format digital portabel (PDF). Metode kelas terbalik ini menggunakan kelas *Google Classroom* (Susanti & Hamama Pitra, 2019). Fulton (2012) menyatakan beberapa manfaat dari *flipped classroom* adalah: (1) siswa dapat belajar dengan kecepatan mereka sendiri; (2) Menyelesaikan pekerjaan rumah di kelas untuk membantu guru lebih memahami kesulitan siswa dan gaya belajar individu. (3) Guru lebih mudah mengadaptasi dan memutakhirkan kurikulum/proses pembelajaran. (4) Waktu belajar di kelas akan lebih efektif. (5) teknologi yang tepat guna untuk mempersiapkan tantangan abad 21 (Fulton, 2012). Adapun strategi pembelajaran yang dilakukan saat belajar dapat dilihat pada tabel 3.

Taabel 3. Strategi Pembelajaran Siswa berbantuan Google Classroom

Sintaks (1)	Perilaku Guru (2)	Strategi Pembelajaran (3)	STEM (4)
<i>Problem Presented</i>	Guru menampilkan video fenomena perubahan iklim berupa asap menyelimuti jalan dan banjir dimana-mana dan guru meminta siswa mengajukan solusi untuk menyelesaikan masalah.	Online	ST (STEM2.0) - <i>Science</i> : sebagai pengetahuan faktual: Kabut asap disebabkan oleh aktivitas manusia dan tingginya gas Co2 - <i>Technology</i> : peserta didik mengamati permasalahan melalui video animasi.
<i>Student re cognizes</i>	Guru membagikan kelompok untuk peserta didik. Guru membagikan LKPD dan menjelaskan cara mengerjakannya.	Online	ST (STEM2.0) - <i>Science</i> sebagai konseptual: Co2 ialah penyebab perubahan iklim dan solusinya O2. - <i>Technology</i> : peserta didik menggunakan Komputer (internet) untuk mengakses informasi pemodelan alat mini car sederhana.
<i>Engages in independent study</i>	Guru mendorong peserta didik untuk berkumpul dan melakukan penyelidikan, mencari informasi yang tepat, melaksanakan eksperimen (praktek), dan mencari penjelasan beserta solusinya	Offline	STEM (STEM 4.0) - <i>Science</i> sebagai prosedural: peserta didik membangun alat mini car sederhana sesuai prosedur. - <i>Technology</i> : peserta didik memanfaatkan perkakas, alat ukur untuk membangun <i>mini car</i> sederhana. Selain itu memanfaatkan internet untuk mengakses informasi tentang pemanfaatan <i>Mini car</i> sederhana pada perubahan iklim - <i>Engineering</i> : peserta didik membangun rancangan <i>mini car</i> sederhana

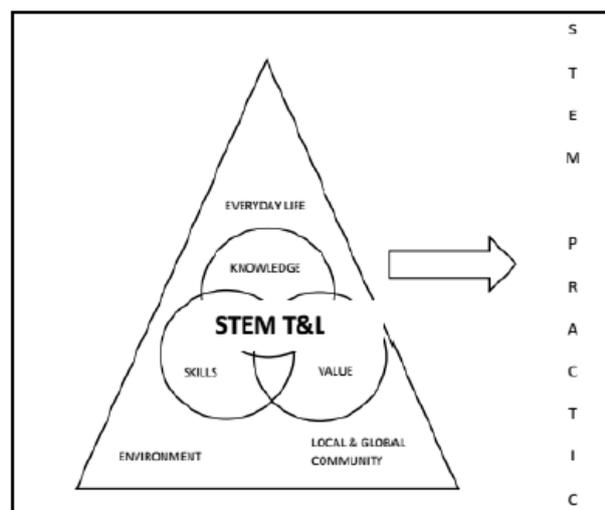
(1)	(2)	(3)	(4)
			- <i>Mathematics</i> : peserta didik memformulasikan komponen yang terdapat pada mini car agar presisi .
<i>The student then meets with the small group</i>	Guru membantu siswa dalam merencanakan dan menyiapkan karya yang sesuai dengan permasalahan, seperti membuat laporan, rekaman video, dan model-model yang membantu siswa untuk menyampaikannya kepada orang lain	Offline	<i>STM (STEM 3.0)</i> - <i>Science</i> sebagai prosedural: peserta didik menyusun laporan hasil pemecahan masalah dalam bentuk LKPD dan video youtube. - <i>Mathematics</i> : peserta didik ketika menyusun LKPD dan <i>PPT</i> memasukan persamaan matematis ke dalamnya. - <i>Technology</i> : peserta didik melakukan presentasi menggunakan video youtube.
<i>The student then critically reflects</i>	Guru membantu siswa untuk melakukan refleksi terhadap investigasinya dan proses-proses yang siswa gunakan	Online	<i>TM (STEM 2.0)</i> - <i>Technology</i> : peserta didik memperhatikan penguatan yang diberikan oleh pendidik dengan menggunakan an PPT. - <i>Mathematics</i> : peserta didik memperbaiki persamaan matematis

2.1.4 STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*)

STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) ialah inovasi pembelajaran dengan memasukkan aspek-aspek yang diperlukan untuk mendukung keterampilan proses ilmiah. Keterampilan ini memberikan alternatif yang berpotensi menciptakan keterampilan abad 21.

Pembelajaran berbasis STEM bisa dikemas pada pembelajaran kooperatif salah satunya ialah PBL (Kelley & Knowles, 2016). Selain itu STEM juga dapat memupuk kemampuan motorik siswa dengan menggabungkan empat ilmu yakni *science, technology, engineering, dan mathematics* (Dodds, 2015). Pembelajaran lebih bermanfaat dan bermakna jika ada eksperimen pembuatan alat sederhana tentang STEM pada perubahan iklim. Belajar dengan STEM dapat meningkatkan daya ingat siswa dan membuat siswa lebih kritis dalam memahami pelajaran (Lou *et al.*, 2017).

Tujuan STEM ialah untuk meningkatkan keterampilan siswa dalam empat bidang ilmu pengetahuan *science, technology, engineering, dan matemathic*. Hal ini diprediksi cocok untuk menghadapi tantangan abad 21. Berikut tujuan STEM dapat dilihat pada Gambar 1



Gambar 1. Pendekatan STEM
Sumber. [Munoto. 2019]

Gambar di atas memungkinkan pembelajaran berbasis STEM berfungsi di abad ke- 21 dengan menggunakan sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam bidang pendidikan, ranah kerja, dan dunia nyata yang menghubungkan dunia menjelaskan bahwa sedang mengembangkan kemampuan STEM sehingga menjadi abad yang kompetitif (Fathoni *et al.*, 2020). Melalui pembelajaran STEM, siswa akan mampu memecahkan masalah nyata dengan lebih baik bila diterapkan dengan baik dan dirancang dengan pembelajaran yang tepat (Mau'izhah *et al.*, 2021). Keuntungan pembelajaran STEM diantaranya siswa memecahkan masalah yang lebih baik, kreatif, penemu, pemikir logis, mandiri dan mahir secara teknis (Lestari *et al.*, 2019; Ramadita *et al.*, 2021). Eksekusi STEM yang tepat membutuhkan empat aspek, seperti pada tabel 4.

Tabel 4. Literasi STEM

Bidang	Literasi
<i>Science</i>	Kecakapan dalam mengembangkan pengetahuan dan proses ilmiah dan kecakapan dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhi mereka.
<i>Teknology</i>	Kemampuan dan pengetahuan tentang cara memakai teknologi baru. Paham akan teknologi baru yang dikembangkan dan mampu menganalisis cara teknologi baru dalam memengaruhi individu dan masyarakat.
<i>Engineering</i>	Kemampuan dalam mengimplementasikan pengetahuan dan teknologi dengan proses desain pelajaran berbasis proyek dengan mengintegrasikan dari beberapa topik yang berbeda (interdisipliner).
<i>Mathematic</i>	Kecakapan untuk secara efektif menganalisa, menalar, dan mengkomunikasikan ide-ide serta menerapkan, merumuskan, memecahkan, dan memprediksi solusi untuk masalah aplikasi matematika.

Pelajaran sains seperti permasalahan kehidupan sehari-hari yang cukup sulit membutuhkan waktu lama untuk menyelesaikan masalah, dengan begitu dengan mengintegrasikan empat bidang masalah ilmiah, dan masalahnya dapat diselesaikan dengan benar dan efektif (Pricilia *et al.*, 2020). Adapun penelitian yang relevan dengan STEM dapat dilihat pada tabel 5.

Tabel 5 . Penelitian yang relevan dengan STEM

No	Nama, Tahun penerbit dan jurnal	Judul	Hasil Penelitian
(1)	(2)	(3)	(4)
1.	Saputri, Abdurrahman & Suyatna, (2020) JIPF	Penerapan Pendekatan STEM Berbasis Inquiry Based Learning Terhadap Hasil Belajar dan Kecemasan Kognitif Peserta Didik	Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada perbedaan peningkatan hasil belajar dan penurunan kecemasan kognitif antara implementasi pendekatan STEM dan saintifik berbasis pembelajaran inquiry dengan nilai Asymp. Sig. (2-tailed) sebesar 0,002 untuk hasil belajar dan 0,033 untuk kecemasan kognitif. Berdasarkan data N-Gain tersebut, peserta didik yang menerapkan pendekatan STEM dalam pembelajaran hukum Newton memperoleh peningkatan hasil belajar dan penurunan kecemasan kognitif yang lebih tinggi daripada peserta didik yang menerapkan pendekatan saintifik
2.	Siswanto (2018) Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika	Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa	Hasil penelitian menunjukkan bahwa pembelajaran fisika dasar dengan STEM didukung oleh Keterlaksanaan pembelajaran yang ditunjukkan dengan aktivitas dosen dengan

(1)	(2)	(3)	(4)
			kriteria baik dan aktivitas peserta didik yang relevan dalam kriteria baik.
3.	Muyassarah et al., (2019). Prosiding SNFA (Seminar Nasional Fisika dan Aplikasinya)	Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Motorik Siswa	Hasil analisis uji t sampel berpasangan pada nilai <i>pretest</i> dan <i>posttest</i> menunjukkan bahwa nilai t hitung adalah -64,761 dengan signifikansi (2-tailed) .000. Nilai t hitung yang diperoleh jauh berada dibawah t tabel (-1,69092) sehingga dapat diketahui bahwa terdapat perbedaan rata-rata yang signifikan antara kemampuan motorik siswa sebelum (<i>pretest</i>) dan sesudah (<i>posttest</i>) dilakukan pembelajaran fisika berbasis STEM.

2.1.5 Teori Belajar Konstruktivisme

Teori merupakan hal sangat penting dan mendasar bagi eksistensi dunia, baik dalam dunia permiliteran maupun dalam dunia pendidikan. Dalam hal pelatihan teori berkedudukan yang sangat pas, karena perkembangan teori meningkatkan pengetahuan dan pengalaman (Rebello *et al.*, 2019). Prihal teori, ada banyak teori dalam dunia pendidikan yang sesuai dengan perkembangan dunia pendidikan, salah satunya adalah teori konstruktivisme. (Suparlan, 2019).

Konstruktivisme, studi pembelajaran, menyangkut cara kita semua mengerti akan dunia (Singh & Yaduvanshi, 2015). Konstruktivisme sendiri merupakan pendekatan pendidikan dan pembelajaran yang didasarkan pada pemikiran bahwa kognisi ialah hasil dari struktur mental. Teori konstruktivis berpendapat bahwa pemahaman hanya bisa pada pikiran manusia dan teori tidak mesti sesuai dengan dunia nyata (Dagar & Olisegun, 2016).

Teori pembelajaran konstruktivisme memberi siswa yang punya tekad belajar dengan bantuan dukungan orang lain maupun siswa mencari kebutuhannya sendiri. Pengetahuan dan keterampilan tersebut memungkinkan siswa menemukan hal-hal yang perlu dikembangkan untuk mereka (Saeful, 2022). Konstruktivisme pembelajaran yang bertujuan untuk membangun pengetahuan dari keahlian yang diperoleh siswa, dengan demikian pendekatan ini memungkinkan pembelajaran sains yang efektif (Liya, 2019).

2.1.6 Berpikir Sistem

Menurut Hidayatno, berpikir adalah kegiatan mental dalam mendapatkan ilmu. Oleh karena itu, berpikir adalah proses kognitif yang tidak dapat dilihat secara langsung. Hasil dari berpikir juga dituangkan dalam bentuk ide, pengetahuan, prosedur, diskusi, dan keputusan. (Hidayatno, 2016). Salamun mengatakan bahwa sistem ialah kumpulan elemen yang saling berhubungan dan membentuk suatu fungsi tertentu. (Salamun, 2017).

Berpikir sistem merupakan bagian dari yang dicari dalam memandang isu dunia dengan membuat pengambilan keputusan dan pilihan tindakan yang berfokus pada akar penyebab masalah yang secara efektif memodifikasi sistem (Mahendru, 2011). Berpikir sistem akan menimbulkan reaksi pikir yang berdampak pada suatu tingkah atau perilaku (Rohmadi, 2018). Sedangkan menurut Nuraeni (2020) berpikir sistem mempengaruhi seperangkat pemikiran yang membentuk kebiasaan atau cara berpikir seseorang sebagai hasil dari pemahaman objek berpikir dalam menghadapi masalah (Nuraeni *et al.*, 2020).

Keterampilan berpikir sistem ini juga merupakan sebagai alat bantu untuk perencanaan individu dan sosial lebih efektif jika dibuat sejak usia dini. Salah satu keunggulan kemampuan berpikir sistem ini yakni dapat di terapkan *outdoor* maupun *indoor*, sehingga ketika pembelajaran

sekolah di laksanakan daring maupun luring, siswa dapat dilatih untuk berpikir sistem (Assaraf & Orion, 2010).

Sebagai struktur sistem internal, berpikir sistem dipandang sebagai disiplin kebiasaan untuk tidak hanya melihat peristiwa dan pola, tetapi juga mencari dan memahami struktur sistematis dari peristiwa tersebut. (Rustaman, 2021). Keuntungan dari berpikir sistem antara lain : (1) perkembangan fenomena dengan melihat hubungan berbagai kaitan ; (2) penyelesaian masalah melalui pendekatan interdisipliner ; (3) terbuka terhadap nilai baru, untuk meningkatkan efek belajar (Bricage, 2018).

Oleh karena itu, berpikir sistem dapat meningkatkan efektifitas pembelajaran dan memandang pembelajaran secara luas dengan mengaitkan kehidupan sehari-hari (Breil, 2018).

Adapun indikator berfikir sistem pada Tabel 6

Tabel 6. Indikator Berpikir Sistem

No.	Indikator Berpikir Sistem	Sub Indikator Berfikir Sistem
(1)	(2)	(3)
1.	Mampu mengenali stuktur dan peran dari komponen dan sistem	1. Mengidentifikasi komponen sub komponen serta fungsinya dalam sistem. 2. Mengidentifikasi hubungan struktur dan fungsi antar komponen sistem pada level sistem yang sama. 3. Memetakan konsep-konsep dalam sistem pada level yang spesifik
	2. Mampu menganalisis interaksi komponen dalam sistem	1. Menganalisis hubungan antara konsep pada level yang berbeda 2. Mengorganisasi komponen dan subkomponen, proses, dan interaksi terjadi diantaranya dalam <i>frame work</i> sistem. 3. Mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi diantara komponen
3.	Mampu menganalisis pola/	1. Membuat gambaran umum pola

(1)	(2)	(3)
	pemodelan dalam sistem	<p>yang terbentuk oleh sistem</p> <ol style="list-style-type: none"> 2. Berimprovisasi sebuah pola interaksi dari komponen-komponen yang dapat dideteksi keberadaannya pada sistem yang tertutup 3. mengembangkan pemodelan yang menggambarkan kedudukan seluruh komponen dan sub komponen dalam frame sistem dalam bentuk 2D/3D
4.	Dapat memperkirakan/ retropeksi perilaku sistem akibat interaksi dalam sistem maupun luar sistem	<ol style="list-style-type: none"> 1. Memprediksi/meretropeksi perilaku yang muncul dari sistem akibat interaksi antar komponen dalam sistem 2. Memprediksi/retropeksi akibat yang muncul dari adanya interverasi terhadap sistem yang menyebabkan hilang atau bertambahnya komponen/ sub komponen dalam sistem dengan memakai pemodelan atau pola yang telah dirancang sebelumnya 3. Mengimplementasi pola baru berdasarkan hasil prediksi retropeksi

(Meilinda *et al.*, 2018)

2.1.7 Pemetaan Materi yang Terintegrasi dengan KD 3.12

2.1.7.1. Analisis model PBL terintegrasi STEM pada KD 3.12

Penerapan model pembelajaran PBL dengan terintegrasi pada KD 3.12 tentang materi perubahan iklim. Topik pada KD 3.12 dipetakan pada tabel 7.

Tabel 7. Pemetaan Materi KD 3.12

No	STEM	Materi
(1)	(2)	(3)
1.	Science	Melakukan pengamatan terhadap penyebab serta dampak yang ditimbulkan oleh perubahan iklim

(1)	(2)	(3)
		<p>dalam kehidupan sehari-hari</p> <p>a) <i>faktual</i> CO₂ menjadi salah satu akibat naiknya suhu di permukaan bumi .</p> <p>b) <i>konseptual</i> Adanya mobil yang tidak menggunakan bahan bakar fosil dapat mengurangi kadar CO₂ di permukaan bumi dan akan lebih banyak dihasilkan O₂.</p> <p>c) <i>procedural</i> Merancang <i>mini car</i></p>
2.	<i>Technology</i>	<p>a) memanfaatkan video pembelajaran serta power point (PPT) materi perubahan iklim.</p> <p>b) Internet untuk mencari informasi terkait perubahan iklim.</p> <p>c) Mini Car menggunakan balon yang diasumsikan mobil yang tidak menggunakan bahan bakar fosil, sehingga mengurangi CO₂</p>
3.	<i>Engineering</i>	<p>a) Menyelesaikan masalah dengan memberikan penyelesaian dengan teknologi pemanasan global yaitu memanfaatkan efek rumah kaca bagi mini car.</p> <p>b) Merancang desain dan menguji coba mini car</p>
4.	<i>Mathematics</i>	<p>a) Menganalisis apa yang terjadi pada percobaan pola pada mini car terhadap waktu</p> <p>b) Mengidentifikasi dampak-dampak yang terjadi akibat gas rumah kaca yang berlebihan.</p>

2.1.7.2 Perubahan Iklim

Perubahan iklim merupakan konten wajib pada mata pelajaran di sekolah dan secara eksplisit disertakan dalam kurikulum, tujuannya agar siswa memiliki kecukupan pengetahuan dan keterampilan penting untuk menciptakan pola perilaku baru dalam menghadapi perubahan iklim (Meilinda *et al.*, 2018). Permasalahan terkait alam sekitar seperti perubahan iklim menjadi masalah yang perlu

ditangani dikarenakan hal tersebut dapat berdampak pada naiknya temperatur bumi yang akan mempengaruhi berbagai aspek kehidupan manusia (Pabalik *et al.*, 2015).

Pendidikan memegang peran penting untuk menciptakan siswa yang diharapkan peka terhadap lingkungan alamnya dan dapat menjadi agen yang berkontribusi pengendalian perubahan iklim namun perubahan iklim ini merupakan fenomena yang susah dipahami (Harmoni, 2005). Melalui pembelajaran siswa diharapkan mampu membuat keputusan yang tepat tentang perubahan iklim dan dampaknya terhadap masyarakat. Oleh karena itu siswa perlu dibekali pemahaman tentang sistem iklim agar guru mengetahui bagaimana siswa berpikir sistem tentang sistem yang kompleks seperti iklim. Iklim merupakan sistem yang kompleks sehingga dibutuhkan pemikiran sistem untuk memahami variasi, penyebab, dan efeknya iklim (Roychoudhury *et al.*, 2017).

Pengaruh buruk dari perubahan iklim di planet ini dapat menyebabkan : Permukaan laut akan naik lebih tinggi, gelombang panas akan menjadi lebih umum, dan banyak hasil pertanian kemungkinan akan terpengaruh secara negatif (Keman, 2007). Oleh karena itu pemikiran sistem ini sangat penting untuk pemahaman yang lebih dalam tentang banyak topik dalam sains (Jacobson & Wilensky, 2006).

Misalnya penelitian yang telah dilakukan pada proses evolusi yang telah dilakukan oleh Wilensky & Centola (2007) yang menggambarkan bahwa tingkat yang paling sederhana, siswa dapat menganalisis dan komponen dalam sistem. Tingkat tinggi berikutnya siswa dapat mensintesis hubungan dalam sistem; mereka akan dapat mengidentifikasi hubungan antar komponen dan dinamikanya untuk mengatur komponen dalam kerangka

hubungan, dan untuk mengidentifikasi sifat siklus komponen sistem dan tingkat tertinggi siswa mampu menggeneralisasi pemahaman mereka tentang sistem yang mereka pelajari, memahami dimensi sistem, berpikir temporal, dan membuat prediksi (Wilensky & Centola, 2007).

System thinking skill merupakan kemampuan pola pikir yang dapat mempengaruhi tindakan atau perilaku. *System thinking skill* memberikan inovasi *problem solving* yang tidak hanya memfokuskan dari satu permasalahan tertentu, tetapi pada segi permasalahan yang kompleks sehingga *system thinking skill* ini diprediksi dapat menjadi solusi dalam menghadapi perubahan iklim (Cordero *et al.*, 2008). Selain itu pendidikan menawarkan peluang yang bermanfaat bagi pendidik dalam bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika (STEM) untuk mempromosikan interdisipliner agar siswa menjadi tanggap terhadap lingkungan sekitar (Mccright *et al.*, 2013).

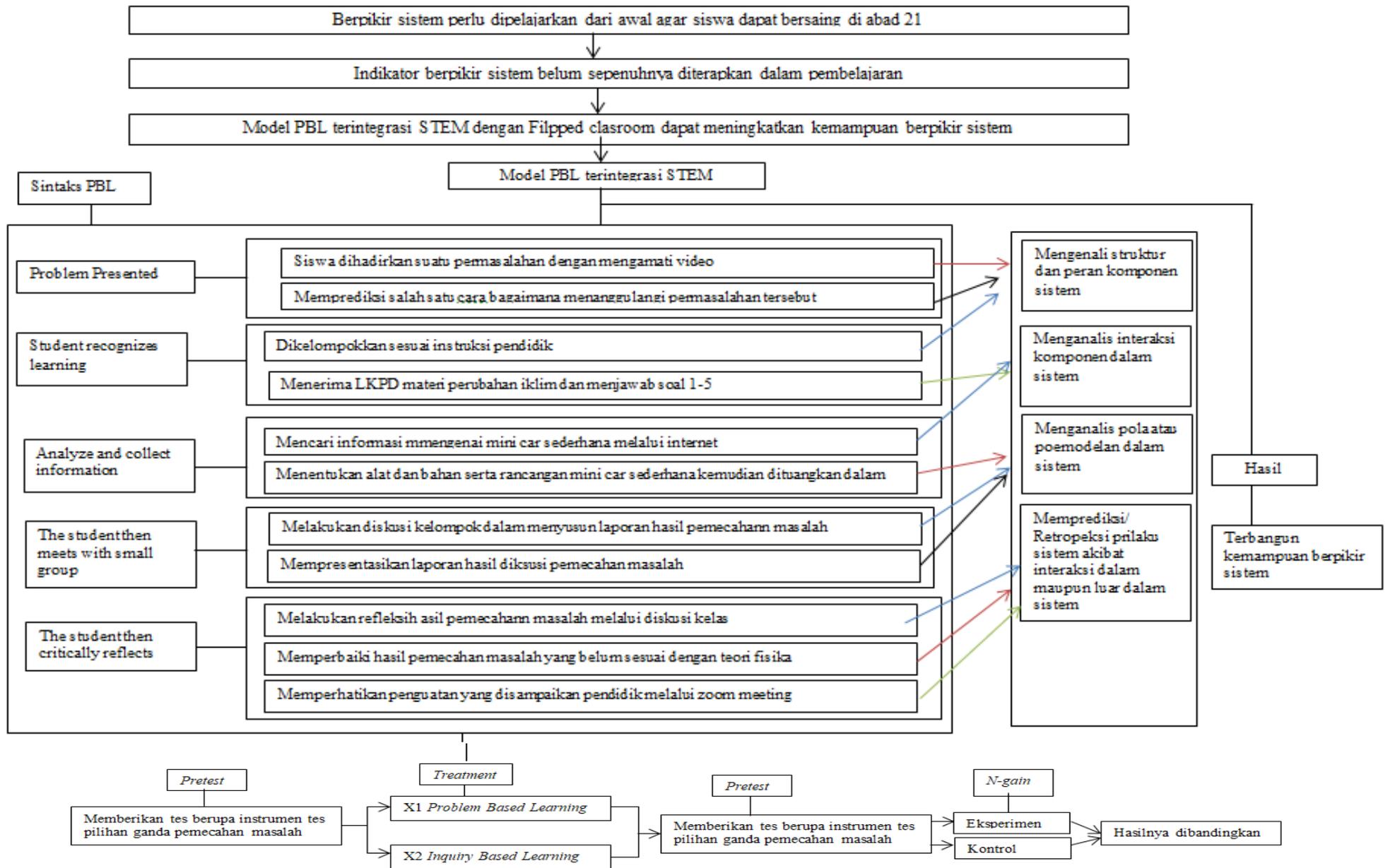
2.2 Kerangka Pemikiran

Berpikir sistem ialah bagian dari kompetensi kecakapan yang harus dimiliki siswa pada abad 21. Sebab pembelajaran fisika harus mampu melatih siswa berpikir sistem dengan baik. Salah satu model yang diprediksi akan mampu menstimulus siswa adalah PBL.

Penerapan pendekatan STEM didukung dengan model pembelajaran tipe *integrated* dengan begitu peserta didik dapat menjadi lebih aktif serta dapat menuangkan pengetahuannya ke dalam sebuah rancangan desain ataupun produk seperti halnya pembuatan *mini car* pada KD 3.12 materi perubahan iklim.

Berdasarkan Penerapan model PBL berbasis STEM didukung juga oleh strategi pembelajaran yang saat ini dapat menjadi solusi dalam melaksanakan kegiatan pembelajaran di masa pandemi yaitu *flipped classroom*. *Flipped classroom*, membuat siswa lebih aktif karena siswa belajar melalui Video, merangkum poin-poin penting, mengajukan pertanyaan, , baca rekaman yang diperlukan, dan belajar untuk memperkuat pelajaran itu. Hal tersebut sangat cocok untuk meningkatkan *system thinking skill* peserta didik, karena di dalam berpikir sistem terdapat *inquiry based* yang cocok digunakan dalam *problem based learning* dan bisa digunakan dalam STEM karena kegiatan belajarnya bisa dilakukan *indoor* maupun *outdoor*.

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan variabel bebasnya yaitu pembelajaran PBL terintegrasi STEM , variabel terikatnya yaitu kemampuan Berpikir Sistem dan variabel moderatornya yaitu *Flipped Classroom*. Berikut ini adalah kerangka pemikiran peneliti yang akan dilakukan dalam penelitiannya, yakni dapat dilihat pada **gambar 2**.



Gambar 2. Bagan Kerangka Berpikir

2.3 Anggapan Dasar

Berdasarkan uraian di atas anggapan dasar penelitian, ditunjukkan seperti:

2.3.1 Pembelajaran awal yang diberikan kepada peserta didik sama.

2.3.2 Peserta didik mendapatkan materi yang sama yakni perubahan iklim.

2.4 Hipotesis

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran yang telah dijabarkan maka hipotesis pada penelitian ini, ialah :

H0 : Tidak terdapat perbedaan model PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* untuk meningkatkan *system thinking skilil* siswa kelas XI SMA Al-Kautsar

H1 : Terdapat perbedaan model PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* untuk meningkatkan *system thinking skill* siswa kelas XI SMA Al-Kautsar

III. METODE PENELITIAN

3.1 Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilakukan pada semester genap tahun ajaran 2021/2022 di SMA Al-Kautsar Bandar Lampung.

3.2 Populasi Penelitian

Populasi pada penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI MIPA SMA Al-Kautsar semester genap Tahun Ajaran 2021/2022 berjumlah 12 kelas.

3.3 Sampel Penelitian

Metode pengambilan sampel pada penelitian ini memakai teknik *purposive sampling*. Teknik *purposive sampling* ialah metode perolehan data yang menggunakan kriteria tertentu. Sampel dalam penelitian ini menggunakan dua kelas yakni siswa XI MIPA 4 sebagai eksperimen dan siswa XI MIPA 2 sebagai kelas kontrol di SMA Al Kautsar.

3.4 Variabel Penelitian

Penelitian ini terdapat tiga variabel yakni variabel bebas, variabel terikat, dan variabel moderator. pembelajaran PBL terintegrasi STEM sebagai variabel bebasnya, kemampuan berpikir sistem sebagai variabel terikatnya, dan *Flipped Classroom* sebagai variabel moderatonya.

3.5 Desain Penelitian

Penelitian ini ialah kuantitatif eksperimen dengan menggunakan metode *quasi-design of eksperiment* dengan *design* penelitian jenis *non-equivalent control group design*. *Design* penelitian yang digunakan ditunjukkan pada Tabel 8

Tabel 8. Design Penelitian Kelas Eksperimen

P_1 Pretest	X_1 Perlakuan Eksperimen Langkah pembelajaran PBL	P_2 Posttest
Melakukan <i>pretest</i> (1)	Memberikan instrumen test berupa soal pilihan ganda yang berjumlah 40 butir (2)	Melakukan <i>posttest</i> (3)
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Tahap Oreantasi <ol style="list-style-type: none"> a. Guru menampilkan sebuah video banjir, panas gersang, asap dimana-mana b. kemudian Guru bertanya kepada peserta didik berdasarkan vidio yang ditayangkan guru menanyakan bagaimana solusi dalam mengurangi terjadinya perubahan iklim ? <p>berdasarkan pernyataan tersebut siswa diprediksi</p> <ol style="list-style-type: none"> a. menyimak video yang ditayangkan b. menjawab pertanyaan dengan mengurangi kendaraan berasap, tidak membuang sampah sembarangan <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 2. Tahap Mengorganisasi Tahap selanjutnya guru <ol style="list-style-type: none"> 1. Memandu peserta didik untuk membagi kelompok 2. membagi LKPD dan menjelaskan bagaimana cara mengerjakannya 3. Meminta peserta didik menjawab pertanyaan 1-5 pada LKPD. 4. Membimbing peserta didik untuk dapat menyelesaikan masalah dengan bantuan LKPD pembuatan mini car sederhana. <p>Melalui tahap organisasi belajar siswa diprediksi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. membentuk kelompok 2. membagi tugas untuk mengerjakan LKPD 3. menjawab pertanyaan-pertanyaan 4. menyelesaikan permasalahan dengan berbantuan LKPD <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 3. Tahap penyelidikan <ol style="list-style-type: none"> 1. Meminta peserta didik memilih alat dan bahan yang akan digunakan untuk merancang alat <i>mini car</i> sederhana. 2. Membimbing peserta didik dalam membangun alat <i>mini car</i> sederhana. 3. Pendidik membimbing peserta didik tentang pencegahan perubahan iklim dengan memanfaatkan pembuatan mini car sederhana <hr/> <ol style="list-style-type: none"> 4. Pengembangan dan menyajikan permasalahan. <ol style="list-style-type: none"> 1. Membimbing siswa dalam menyusun laporan hasil pemecahan masalah, secara tertulis (LKPD) maupun dalam bentuk video youtube 2. Memilih perwakilan kelompok untuk 	

(1)	(2)	(3)
	<p>mempresentasikan laporan hasil pemecahan masalah dan kelompok lain mengamati serta mengkritisi hasil pemecahan masalah tersebut.</p> <p>Berdasarkan langkah tersebut diprediksi siswa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. untuk dipresentasikan. 2. Memilih perwakilan kelompok untuk mempresentasikan laporan hasil pemecahan masalah dan kelompok lain mengamati serta mengkritisi hasil pemecahan masalah tersebut. <p>Berdasarkan langkah tersebut diprediksi siswa</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. memvideokan proses pembuatan mini car 2. perwakilan kelompok melakukan presentasi dan yang lain mengajukan pertanyaan 	
	<p>5. Tahap Analisis dan Evaluasi</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Membantu peserta didik untuk berefleksi pada pembelajaran yang telah dilakukan. 2. memperkuat materi pembelajaran terkait masalah yang disajikan 	

Tabel 9. Design Penelitian Kelas Kontrol

P_3 Pretest	X_2 Perlakuan Kontrol Langkah pembelajaran IBL	P_4 Postest
Melakukan <i>pretest</i>	<p>Memberikan instrumen test berupa soal pilihan ganda yang berjumlah 40 butir</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Guru menampilkan sebuah video banjir, panas gersang, asap dimana-mana 2. kemudian Guru menjelaskan kepada peserta didik berdasarkan video yang ditayangkan guru menanyakan bagaimana solusi dalam mengurangi terjadinya perubahan iklim ? 3. Membimbing peserta didik untuk membagi kelompok 4. Membagi LKPD dan menjelaskan bagaimana cara mengerjakannya 5. Meminta peserta didik menjawab pertanyaan 1-5 pada LKPD. 6. Membimbing peserta didik untuk dapat menyelesaikan masalah 7. Meminta peserta didik memilih bentuk <i>mini car</i>. 8. Membimbing peserta didik dalam membangun alat mini car sederhana 9. Melakukan presentasi kemudian berefleksi 	Melakukan <i>postest</i>

(Cohen *et al.*, 2020)

Keterangan:

E : Eksperimen

K : Kontrol

P1 : *Pretest* kelas eksperimen

P2 : *Posttest* pada kelas eksperimen

P3 : *Pretest* pada kelas kontrol

P4 : *Posttest* pada kelas kontrol

X1 : Perlakuan pembelajaran menggunakan model PBL
Terintegrasi STEM

X2 : Perlakuan pembelajaran menggunakan model IBL
Terintegrasi STEM

Kelas sampel diberikan *treatment* dengan mengimplemetasikan model PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom*, dimana media pembelajarannya menggunakan PPT, Zoom, dan Google Classroom . Penelitian ini menggunakan strategi pembelajaran *Flipped Classroom*, sehingga pemberian materi dibagikan sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung. Sasaran penelitian ini untuk melihat pengaruh dalam menerapkan model PBL terintegrasi STEM dengan *Flipped Classroom* untuk meningkatkan berpikir sistem siswa SMA pada materi Perubahan Iklim.

3.6 Prosedur Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian dilakukan lewat beberapa tahap diantaranya :

3.6.1 Observasi Penelitian Pendahuluan

Adapun tahap observasi pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

1. Izin kepada kepala SMA Al Kautsar
2. Survei dan melakukan wawancara dengan 3 guru mitra kelas XI SMA Al-Kautsar.

3.6.2 Pelaksanaan Penelitian

Prosedur pelaksanaan penelitian ini ialah :

1. Membuat perangkat pembelajaran

2. Tahap pelaksanaan pembelajaran yang telah dibuat kemudian dipetakan pada Tabel 10

Tabel 10. Prosedur Pelaksanaan Kelas Eksperimen Serta Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol	Metode Penelitian
1. Siswa dibagikan <i>pretest</i> untuk mengukur kecakapan awal berpikir sistem siswa	1. Siswa dibagikan <i>pretest</i> untuk mengukur kecakapan awal berpikir sistem siswa	Online
2. Peneliti memberikan tindakan menggunakan pembelajaran PBL dengan <i>Flipped Classroom</i> terintegrasi STEM	2. peneliti memberikan tindakan menggunakan <i>Inquiry Based Learning</i> dengan <i>Flipped Classroom</i> terintegrasi STEM	Online, Offline
3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik	3. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik	Online

3.6.3 Tahap Akhir

Adapun langkah terakhir penelitian ini ialah:

1. Mengkaji hasil *pretest* dan *posttest* siswa serta instrumen pendukung lainnya.
2. Perbandingan hasil data instrumen tes sebelum diberi *treatment* dan sesudah diberi *treatment* untuk menentukan apakah ada perbedaan *system thinking skill* siswa pada kelas sampel.
3. Menarik kesimpulan dari data yang didapat melalui kajian data, selanjutnya menyusun laporan penelitian.

3.7 Instrumen Penelitian

Dalam menjawab permasalahan penelitian perlu adanya alat ukur untuk meneliti yakni guna mengumpulkan data mengenai objek yang digunakan.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini sebagai berikut :

3.7.1 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP).

Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) ialah rancangan pembelajaran sebagai pegangan guru di kelas agar sesuai dengan Kompetensi Dasar (KD).

3.7.2 Instrumen pengukuran kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Pengukurannya berupa lembar test pilihan ganda yang berjumlah 40 soal yang dipakai untuk pra-pengujian atau *pretest* dan *posttest*.

3.8 Analisis Instrumen Penelitian

3.8.1 Uji Validitas

Sebelum menggunakan instrumen, instrumen tersebut terlebih dahulu divalidasi. Pengujian instrumen ini menggunakan program IBM SPSS *Statistics* 20. Pengujian keefektifan instrumen pada persamaan korelasi faktor produk ini dikemukakan oleh *Pearson* dan dimodifikasi dengan menggunakan persamaan berikut:

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

(Purnomo, 2016)

Keterangan:

r_{XY} = Koefisien korelasi

n = Jumlah responden uji coba

X = skor tiap item

Y = skor seluruh item responden uji coba

Jika pembilangnya adalah taraf signifikansi ($\alpha = 0,05$) r hitung $>$ r tabel maka instrumen tersebut valid, untuk r hitung $<$ r tabel maka perangkat tersebut tidak valid. Koefisien validitas suatu item mengacu pada klasifikasi validitas yang dikemukakan oleh Guilford (1956). Lihat Tabel 11 diberikut ini.

Tabel 11. Koefisien Validitas

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

(Guilford, 1956)

3.8.2 Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas ialah uji untuk memastikan apakah kuesioner penelitian yang akan dipergunakan untuk mengumpulkan data variable penelitian reliable atau tidak. Penelitian ini menggunakan 40 butir soal pilihan ganda dan dalam mencari reliabilitas instrumen dapat menggunakan rumus KR-20 atau menggunakan IBM SPSS *Statistics 20*, yaitu:

$$r_{11} = \frac{n}{n-1} \left\{ 1 - \frac{\sum \delta_t^2}{\delta_t^2} \right\}$$

Keterangan:

r_{11} : Reliabilitas test secara menyeluruh

δ_t^2 : Jumlah varian skor tiap item

δ_t^2 : Varians total

Pengukuran reliabelitas yang digunakan ditafsirkan pada tabel 12 sebagai berikut:

Tabel 12. Koefisien Reabilitas

Koefisien Alpha Cronbach's	Interpretasi
0,81 – 1,00	Sangat Reliabel
0,61 – 0,80	Reliabel
0,41 – 0,60	Cukup Reliabel
0,21 – 0,40	Agak Reliabel
0,00 – 0,20	Kurang Reliabel

Setelah instrumen diuji dan dinyatakan valid, maka tahap selanjutnya dalam penelitian ini ialah memberikan *test* kepada sampel yang sesungguhnya (Ayunita *et al.*, 2018).

3.8.3 Tahap Pengujian Instrumen

Instrumen yang digunakan untuk mengetahui kemampuan berpikir sistem siswa berupa instrumen soal *pretest* dan *posttest* yang dikembangkan oleh Meilinda *et al* (2018) yang kemudian di uji validitas dan reliabilitas. Hasil uji validitas soal penelitian ditampilkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Hasil Uji Validitas

No (1)	<i>Person Corelation</i> (2)	Kategori (3)
1.	0,738	Valid
2.	0,528	Valid
3.	0,927	Valid
4	0,817	Valid
5	0,927	Valid
6	0,817	Valid
7	0,444	Valid
8	0,297	Valid
9	0,528	Valid
10	0,927	Valid
11	0,927	Valid
12	0,775	Valid
13	0,775	Valid
14	0,927	Valid
15	0,655	Valid
16	0,655	Valid
17	0,927	Valid
18	0,927	Valid
19	0,638	Valid
20	0,927	Valid
21	0,807	Valid
22	0,724	Valid
23	0,668	Valid
24	0,927	Valid
25	0,516	Valid
26	0,516	Valid
27	0,688	Valid
28	0,372	Valid
29	0,729	Valid
30	0,686	Valid
31	0,927	Valid
32	0,770	Valid

(1)	(2)	(3)
33	0,807	Valid
34	0,775	Valid
35	0,784	Valid
36	0,565	Valid
37	0,830	Valid
38	0,554	Valid
39	0,345	Valid
40	0,392	Valid

Tabel 13 menunjukkan bahwa semua butir soal instrumen tes valid, dimana $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan jumlah $n=40$. Besar r_{tabel} yang diketahui 0,325 maka soal dinyatakan valid, selanjutnya akan diuji reliabilitasnya berbantuan aplikasi SPSS 20.0. Hasil uji butir soal dilihat pada Tabel 14.

Tabel 14. Hasil Uji Reliabilitas

Komponen	<i>Cronbach's</i>	<i>Alpha N of Items</i>
Instrumen Penilaian Tes	0,964	40

Hasil uji reliabilitas *cronbach's alpha* sebesar 0,964 dengan kategori sangat reliabel karena $r_{hitung} > r_{tabel}$, sebab r_{tabel} sebesar 0,81 maka soal tersebut dapat digunakan untuk penelitian.

3.9 Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data hasil belajar yang dilakukan dengan teknik tes. Kemudian hasil *pretest* dan *posttest* diolah untuk mendapatkan nilai rata-rata *N-gain*. Pengujian dilakukan menggunakan model PBL terintegrasi STEM untuk kelas eksperimen dan IBL dengan pendekatan STEM untuk kelas kontrol bertujuan untuk melihat peningkatan kemampuan berpikir sistem siswa.

$$\text{Nilai Hasil Belajar} = \frac{\text{Skor yang Diperoleh}}{\text{Skor maksimum}} \times 100 \%$$

Hasil belajar peserta didik dilihat dari kriteria di bawah ini:

- 80 = baik sekali
- 66 – 79 = baik
- 56 – 65 = cukup
- 40 – 55 = kurang
- 40 = kurang sekali

3.10 Analisis Data

3.10.1 N-Gain

N-gain digunakan untuk mengukur peningkatan ketrampilan proses sains dan hasil belajar kognitif antara sebelum dan sesudah pembelajaran. *N-gain* pada suatu penelitian menggunakan rumus rata-rata ternormalisasi,

$$g = \frac{X_{\text{posttest}} - X_{\text{pretest}}}{X_{\text{max}} - X_{\text{pretest}}}$$

Keterangan:

g = gain nilai ternormalisasi

X_{pretest} = Skor Prettest (tes awal)

X_{posttest} = Skor Posttest (tes akhir)

X_{max} = Skor Maksimum

Tabel 15. Kriteria Gain Ternormalisasi

Nilai Gain Ternormalisasi	Interpretasi
$0,70 \leq g \leq 100$	Tinggi
$0,30 \leq g < 0,70$	Rendah
$0,00 < g < 0,30$	Sedang

(Nirmalasari, 2016)

3.10.2 Uji Normalitas

Pembelajaran dengan model PBL terintegrasi STEM ini menggunakan uji normalitas untuk menentukan data dari penelitian tersebut telah terdistribusi normal atau tidak. Pengambilan data ini

menggunakan *Kolmogorov-Smirnov* pada SPSS 20.0 yang dapat dihitung berdasarkan nilai signifikansi dan probabilitas.

H₀ : Data berdistribusi normal

H₁ : Data tidak berdistribusi normal

Dasar pengambilan keputusan

- a. Sig atau nilai probabilitas > 0,05, maka H₀ diterima artinya berdistribusi secara normal.
- b. Sig atau nilai probabilitas < 0,05, maka H₀ ditolak artinya data tidak berdistribusi secara normal.

3.10.3. Uji Homogenitas

Uji homogenitas digunakan untuk menentukan homogenitas sampel yang diberikan. Uji ini memakai sistematika sebagai berikut.

$$F = \frac{s_1^2}{s_2^2}$$

Keterangan:

s_1^2 : varians terbesar

s_2^2 : varians terkecil

Jika $F_{hitung} < F_{tabel}$ data disebut homogen, namun jika data $F_{hitung} > F_{tabel}$ data dikatakan tidak homogen. Data yang homogen kemudian dilakukan uji hipotesis statistik parametrik, apabila tidak homogen maka dapat dilakukan uji hipotesis non-parametrik (Field, 2009).

3.10.4 Uji Hipotesis

Uji hipotesis digunakan untuk mengetahui apakah terdapat peningkatan dalam keterampilan sains maupun peningkatan kognitif peserta didik ketika sebelum dan sesudah menggunakan Model PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom*. Hipotesis yang akan diujikan menggunakan *Independent Sampel T-test*. Adapun rumusuan hipotesisnya dapat dilihat di bawah ini :

a. Rumusan Hipotesis

H₀ : Tidak terdapat pengaruh model PBL terintegrasi STEM berbantuan *flipped classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa kelas XI SMA Al-Kautsar

H₁ : Terdapat pengaruh model PBL terintegrasi STEM berbantuan *flipped classroom* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem siswa kelas XI SMA Al-Kautsar.

b. Pengambilan keputusan

H₀ ditolak jika $\text{sig} < \alpha$ dan akan diterima jika sebaliknya, dengan menggunakan taraf signifikansi $\alpha = 0,05$.

(Sheskin, 2003)

3.10.5 Uji *Analysis of Covariance* (ANCOVA)

Uji ANCOVA dipakai jika peubah bebasnya menggunakan variabel kuantitatif dan kualitatif untuk melihat *treatment* terhadap variabel independent dengan variabel lain. Peneliti menggunakan aplikasi software SPSS versi 20. Berikut ini prosedur analisis ANCOVA pada SPSS :

- a. Membuka menu Toolbar SPSS yang telah terinstal kemudian pilih Analyze → General Linear Model → Univariate;
- b. Menginput variabel Y pada posisi variabel terikat.
- c. Masukkan variabel model pembelajaran untuk faktor tetap.
- d. Masukkan pretest dengan variabel kovariat, yaitu posisi kovariat.
- e. Model: Eksperimen faktor lengkap dipilih. Kemudian klik Berikutnya.
- f. Di bawah Opsi, pilih Statistik Deskriptif, Estimasi Ukuran Efek, dan Estimasi Parameter. Klik Lanjutkan.
- g. Kemudian pilih OK

(Field. 2009: 396)

3.10.6 *Effect Size*

Nilai *effect size* menampilkan besarnya pengaruh dari variabel terhadap variabel lainnya pada sebuah penelitian. Berikut adalah rumus *effect size* menurut Cohen, Manion, dan Morrison (2007).

$$\delta = \frac{N_e - N_c}{S_c}$$

Keterangan

δ : *Effect Size*

N_e : Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

N_c : Nilai rata-rata perlakuan kontrol

S_c : Simpangan baku kelompok pembanding

Adapun hasil perhitungan dapat diinterpretasikan dalam tabel 16 berikut :

Tabel 16. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>Effect</i>	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

(Cohen *et al.*, 2020)

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa rata-rata kemampuan berpikir sistem pada kelas eksperimen sebelum pembelajaran sebesar 60,72 dan sesudah diimplementasikan PBL dengan pendekatan STEM dalam pembelajaran sebesar 81,03 hal ini menunjukkan adanya peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik setelah mengimplementasikan PBL terintegrasi STEM dengan *flipped classroom* pada topik perubahan iklim. Diperoleh informasi efektivitas PBL terintegrasi STEM berbantuan *flipped classroom* maka perlu diperhatikan keseimbangan antara tugas yang diberikan sebelum pembelajaran dimulai dengan kegiatan inti pada saat tatap muka sehingga keterlibatan siswa berlangsung secara optimal baik dalam merancang proyek maupun mempersentasikan interpretasi tugas agar berlangsung secara maksimal

5.2 Saran

Adapun saran yang dapat disampaikan peneliti setelah melakukan penelitian yaitu sebagai berikut.

5.2.1 Siswa terlibat aktif dalam proses pembelajaran, pendidik dapat menerapkan dan mengembangkan PBL terintegrasi STEM dengan menggunakan *flipped classroom* sesuai dengan tuntutan kompetensi yang diharapkan.

5.2.2 Kepada peneliti selanjutnya, sebaiknya dalam mengembangkan kemampuan berpikir sistem diperlukan waktu yang lebih lama untuk itu dapat mencari strategi yang lebih efisien dan efektif agar kemampuan berpikir sistem dapat ditingkatkan lebih optimal.

DAFTAR PUSTAKA

- Adji, S. S. (2010). *Penggunaan Pendekatan Problem Based Learning pada Kegiatan Tutorial on line Universitas Terbuka*. Halaman 1–30.
- Assaraf, O. B. Z., & Orion, N. (2010). System thinking skills at the elementary school level. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(5), 540–563. <https://doi.org/10.1002/tea.20351>
- Ayunita, Dian., Nurmala. (2018). *Modul Uji Validitas dan Reliabilitas*. Universitas Diponegoro. Halaman 5-9.
- Bada, Steve Olushegun (2016). Constructivism: A Paradigm for Teaching and Learning. *Arts and Social Sciences Journal*, 7(4), 66–70.
- Breil, B. (2018). Teacher's Toolkit: Using a Systems Thinking Approach to Figure Out Why a Ball Drops, Bounces, and Stops. *Science Scope*, 042(04), 74–83.
- Bricage, P. (2018). Teaching and Learning Systems Thinking: What, Why, When, Where, Who, What For, How? *Revista Internacional de Sistemas*, 21(1), 9.
- Bungsu, R., & Rosadi, K. I. (2021). Faktor Yang Mempengaruhi Berpikir Sistem: Aspek Internal Dan Eksternal. *Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informasi*, 2(2), 205–215.
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2020). Experiments, quasi-experiments, single-case research and meta-analysis. In *Research Methods in Education*.
- Cordero, E. C., Todd, A. M., & Abellera, D. (2008). Climate change education and the ecological footprint. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 89(6), 865–872.
- Destianingsih, E., Pasaribu, A., & Ismet. (2013). Pengaruh Model Problem Based Learning Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa Pada Pembelajaran Fisika Kelas Xi Di Sma Negeri 1 Tanjung Lubuk. *Jurnal Inovasi Dan Pembelajaran Fisika*, 1–6.
- Dini, S. U., Maharta, N., Suana, W., Prof, J., Pengembangan Video Pembelajaran Flipped classroom Pada Materi Dinamika Rotasi Berbasis STEM. *JPE (Jurnal Pendidikan Edutama)*. 231–240.
- Dodds, M. (2015). *Evidence for the Flipped Classroom in STEM*. 2015(July), 1–

11. http://www-users.cs.york.ac.uk/~miked/publications/flipped_classroom.dodds.pdf
- Dwi, I. M., Arif, H., & Sentot, K. (2013). Pengaruh Strategi Problem Based Learning Berbasis Ict Terhadap Pemahaman Konsep Dan Kemampuan Pemecahan Masalah Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia*, 9(1), 8–17.
- Fathoni, A., Muslim, S., Ismayati, E., Rijanto, T., & Nurlaela, L. (2020). *STEM : Inovasi Dalam Pembelajaran Vokasi*. 17(1), 33–42.
- Field, A. (2009). *Discovering statistics using SPSS ISM* (London, England) Introducing statistical methods series. In *Sage* (Vol. 2nd, Issue Third Edition).
- Friesen, S., & Scott, D. (2013). *Inquiry-Based Learning Literature Review Inquiry-Based Learning: A Review of the Research Literature as mag Examining t he Efficacy of Inquiry-based Approaches t o Educat ion*. University of Calgary. 2-6.
- Fulton, K. (2012). Upside down and inside out : Flip your classroom to improve student learning. *Learning & Leading with Technology*, 39(8), 12–17.
- Halim, A., Suriana, S., & Mursal, M. (2017). Dampak Problem Based Learning terhadap Pemahaman Konsep Ditinjau dari Gaya Berpikir Siswa pada Mata Pelajaran Fisika. *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 3(1), 1–10.
- Harmoni, A. (2005). Dampak Sosial Ekonomi Perubahan Iklim. *Proceeding Seminar Nasional PESAT*, 23–24.
- Heni Wulandari. (2017). Optimalisasi E-learning dengan Menggunakan Metode Flipped Classroom. *Seminar Nasional Pendidikan*, 223–229.
- Herala, A., Vanhala, E., Knutas, A., & Ikonen, J. (2015). Teaching programming with flipped classroom method: A study from two programming courses. *ACM International Conference Proceeding Series, 19-22-Nov-(June 2016)*, 165–166.
- Hidayatno, A. (2016). *Berpikir Sistem: Pola Berpikir untuk Pemahaman Masalah yang lebih baik*. University of Indonesia. 1-6.
- Ismail, N., & Elias, S. (2006). Inquiry based learning: A new approach to classroom learning. *English Language Journal. UPSI Malaysia*, 2(1), 13–24. https://www.researchgate.net/publication/261914217_Inquiry-Based_Learning_A_New_Approach_to_Classroom_Learning
- Jacobson, M. J., & Wilensky, U. (2006). Complex systems in education: Scientific and educational importance and implications for the learning sciences. *Journal of the Learning Sciences*, 15(1), 11–34.
- Kelley, T. R., & Knowles, J. G. (2016). A conceptual framework for integrated STEM education. *International Journal of STEM Education*, 3(1).

- Keman, S. (2007). Global Climate, Human Health, and Sustainability Development (in Bahasa Indonesia). *Jurnal Kesehatan Lingkungan Unair*, 3(2), 195–204.
- Knutas, A., Herala, A., Vanhala, E., & Ikonen, J. (2016). The flipped classroom method: Lessons learned from flipping two programming courses. *ACM International Conference Proceeding Series*, 1164(212), 423–430.
- Lestari, H., Banila, L., & Siskandar, R. (2019). Peningkatan Kemampuan Literasi Sains Siswa Berdasarkan Kemandirian Belajar Melalui Pembelajaran Berbasis STEM. *Biodidaktika*, 14(2), 18–23.
- Liya, Rizki. (2019). Teori Belajar Konstruktivisme: Implementasi dan Implikasinya dalam Pembelajaran PAI. *Blogspot*, 2, 49–57. <http://liyarizkifadillah1997.blogspot.com/2019/01/teori-belajar-konstruktivisme.html>
- Lou, S. J., Chou, Y. C., Shih, R. C., & Chung, C. C. (2017). A study of creativity in CaC 2 steamship-derived STEM project-based learning. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 2387–2404.
- Mahendru, P., & Mahindru, P. D. V. (2011). Problem-based Learning : An Approach to produce “ System Thinking -New Kind of Engineer .” *International Journal of Scientific & Engineering Research*. 2(12), 1–8.
- Masgumelar, N. K., & Dwiyogo, W. D. (2020). *Development of Game Modification Using Blended Learning in Physical Education, Sports, and Health For Senior High School Students*. 29(Icssh 2019), 95–100.
- Mau'izhah, F. R., Rahman, T., & ... (2021). Dasar Pengembangan Media Sailboats a Track Model Pembelajaran Stem Untuk Kelompok B Sub Tema Benda-Benda Alam. *Jurnal Paud Agapedia*, 5(2), 184–190. <https://ejournal.upi.edu/index.php/agapedia/article/view/39691>
- Mccright, A. M., Shea, B. W. O., Sweeder, R. D., Urquhart, G. R., & Zeleke, A. (2013). Promoting interdisciplinarity through climate change education. *Nature Publishing Group, March 2015*.
- Mehring, J. (2017). The flipped classroom. *Innovations in Flipping the Language Classroom: Theories and Practices*, 1–9. https://doi.org/10.1007/978-981-10-6968-0_1
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1).
- Mu'Minah, I. H., & Aripin, I. (2019). Implementasi Stem Dalam Pembelajaran Abad 21. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan*, 1(2012), 1496. <https://prosiding.unma.ac.id/index.php/semnasfkip/article/view/219>

- Mubarok, A. F., Cahyono, B. Y., & Astuti, U. P. (2019). Effect of Flipped Classroom Model on Indonesian EFL Students' Writing Achievement across Cognitive Styles. *Dinamika Ilmu, May*, 115–131. <https://doi.org/10.21093/di.v19i1.1479>
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk menghadapi Revolusi. *Seminar Nasional Pascasarjana 2019, 7(1)*, 455.
- Muyassarrah, A., Ratu, T., & Erfan, M. (2019). *Pengaruh Pembelajaran Fisika Berbasis STEM Terhadap Kemampuan Motorik Siswa*. 1–6.
- Newman, M. J. (2005). Problem Based Learning: An introduction and overview of the key features of the approach. *Journal of Veterinary Medical Education, 32(1)*, 12–20. <https://doi.org/10.3138/jvme.32.1.12>
- Ng, C. H., & Adnan, M. (2018). Integrating STEM education through Project-Based Inquiry Learning (PIL) in topic space among year one pupils. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 296(1)*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/296/1/012020>
- Nirmalasari, Santiani, H. M. R. (2016). Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Keterampilan Proses Sains dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Getaran Harmonis. *Penerapan Model Pembelajaran Learning Cycle Terhadap Keterampilan Proses Sains Dan Hasil Belajar Siswa Pada Pokok Bahasan Getaran Harmonis, 4(3)*, 74–94.
- Nouri, J. (2016). The flipped classroom : for active , effective and increased learning – especially for low achievers. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*. <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0032-z>
- Nuraeni, R., Setiono, & Himatul, A. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan. *Pedagogi Hayati, 4(1)*, 1–9. <https://doi.org/10.31629/ph.v4i1.2123>
- Pabalik, I., Ihsan, N., & Arsyad, M. (2015). Analisis Fenomena Perubahan Iklim dan Karakteristik Curah Hujan Ekstrim di Kota Makassar. *Jurnal Sains Dan Pendidikan Fisika, 11(1)*, 88–92. <https://ojs.unm.ac.id/JSdPF/article/view/1470/540>
- Pastirik, P. J. (2006). *Using problem-based learning in a large classroom*. Nurse Education in Practice. 261–267. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2006.02.003>
- Pricilia, A., Abdurrahman, A., & Herlina, K. (2020). Teacher expectation towards interactive multimedia integrated with STEM in learning physics: Preliminary study on geometry optic learning material. *Journal of Physics: Conference Series, 1572(1)*.
- Purnomo, R. A. (2016). Analisis Statistik Ekonomi dan Bisnis Dengan SPSS. In *Cv. Wade Group*.
- Puspitasari, R. D., Herlina, K., Suyatna, A. (2020). Perception of Physics

Teachers and Students about E-Modules Using Stem-Integrated Flipped Classroom Approach to Improve Critical Thinking Skills. *Jurnal pembelajaran fisika*. 8(1), 1–8.

- Ramadita, Z. U., Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2021). Implementasi Kurikulum Terpadu Model Integrated Berbasis STEM menggunakan Flipped Classroom untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika*, 5(3), 398.
- Rebello, N. S., Cui, L., Bennett, A. G., Zollman, D. A., & Ozimek, D. J. (2019). Transfer of Learning in Problem Solving in the Context of Mathematics and Physics. *Learning to Solve Complex Scientific Problems*, 223–246.
- Rohmadi, S. H. (2018). Pengembangan Berpikir Kritis (Critical Thinking) dalam Al-Qur'an: Perspektif Psikologi Pendidikan. *Jurnal Psikologi Islam*, 5(9), 27–36.
- Roychoudhury, A., Shepardson, D., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J., & Top, S. (2017). The Need to Introduce System Thinking in Teaching Climate Change. *Science Educator*, 25(2), 73–81.
- Rustaman, N. Y. (2021). System thinking as a sustainable competency in facilitating conceptual change through STEM based learning in biology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1), 0–6.
- Salamun, S. (2017). Sistem Monitoring Nilai Siswa Berbasis Android. *Rabit : Jurnal Teknologi Dan Sistem Informasi Univrab*, 2(2), 210–219.
- Sheskin, D. J. (2003). Parametric and non parametric statistical procedures: Third edition. *Handbook of Parametric and Nonparametric Statistical Procedures: Third Edition*, 1–1193.
- Singh, S., & Yaduvanshi, S. (2015). Constructivism in Science Classroom: Why and How. *International Journal of Scientific and Research Publications*, 5(3), 1–5. www.ijsrp.org
- Siswanto, J. (2018). Keefektifan Pembelajaran Fisika dengan Pendekatan STEM untuk Meningkatkan Kreativitas Mahasiswa. *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika*, 9(2), 133–137. <https://doi.org/10.26877/jp2f.v9i2.3183>
- Subramaniam, M. M., Ahn, J., Fleischmann, K. R., & Druin, A. (2012). *Reimagining the Role of School Libraries in STEM Education : Creating Hybrid Spaces for Exploration* Author (s): Mega M . Subramaniam , June Ahn , Kenneth R . Fleischmann , Allison Druin Reviewed work (s): Source : *The Library Quarterly* , Vol . 82 , No. 82(2), 161–182.
- Suparlan, S. (2019). Teori Konstruktivisme dalam Pembelajaran. *Islamika*, 1(2), 79–88. <https://doi.org/10.36088/islamika.v1i2.208>
- Susanti, L., & Hamama Pitra, D. A. (2019). Flipped Classroom Sebagai Strategi Pembelajaran Pada Era Digital. *Health & Medical Journal*, 1(2), 54–58.

- Trinlae, B. L. (1998). *Teaching and Learning Resource: a Practical Guide*. 22-25.
- Wenning, C. J., & Khan, M. A. (2011). Levels of Inquiry Model of Science Teaching : Learning sequences to lesson plans. *Journal of Physics Teacher Education Online*, 6(2), 17–20.
- Wilensky, U., & Centola, D. (2007). *Simulated Evolution: Facilitating Students' Understanding of the Multiple Levels of Fitness through Multi-Agent Modeling*. 1–17. <http://ccl.northwestern.edu/2007/SimulatedEvolution-clean.pdf>