

IMPLEMENTASI *INQUIRY BASED LEARNING* DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

(Skripsi)

Oleh
AL KHODRI
1813022034



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

ABSTRAK

IMPLEMENTASI *INQUIRY BASED LEARNING* DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

Al Khodri

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan pengaruh *IBL STEM* dengan *Flipped Classroom* pada topik perubahan iklim terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Populasi penelitian ini adalah seluruh siswa kelas XI MIPA SMA Negeri 1 Pagelaran Pringsewu. Pemilihan sampel menggunakan teknik *purposive sampling* dengan kelas XI MIPA 2 yang berjumlah 28 siswa sebagai kelas eksperimen dan kelas XI MIPA 4 yang berjumlah 28 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian ini menggunakan *Non-equivalent Control Group Design*. Hasil penelitian menunjukkan terdapat peningkatan kemampuan berpikir sistem dengan rata-rata *N-Gain* sebesar 0,72 kategori tinggi. Hasil *Independent Sample T-test* diperoleh bahwa terdapat perbedaan nilai rata-rata antara kelas eksperimen dan kelas kontrol, yang menunjukkan pengaruh *treatment* secara signifikan terhadap kemampuan berpikir sistem peserta didik. Besarnya pengaruh *treatment* juga ditunjukkan dari nilai *Cohen's (d)* sebesar 2,79 dengan kategori besar. Hal ini menunjukkan pembelajaran fisika pada materi perubahan iklim menggunakan model *Inquiry Based Learning STEM* dengan *Flipped Classroom* berpengaruh meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Kata kunci: *Inquiry Based Learning*, *STEM*, *Flipped Classroom*, Berpikir Sistem, Perubahan Iklim

IMPLEMENTASI *INQUIRY BASED LEARNING* DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM

Oleh

AL KHODRI

Skripsi

**Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
SARJANA PENDIDIKAN**

Pada

**Program Studi Pendidikan Fisika
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam**



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

Judul Skripsi

: **IMPLEMENTASI *INQUIRY BASED LEARNING* DENGAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM SISWA SMA PADA MATERI PERUBAHAN IKLIM**

Nama Mahasiswa

: **Al Khodri**

Nomor Pokok Mahasiswa : **1813022034**

Program Studi

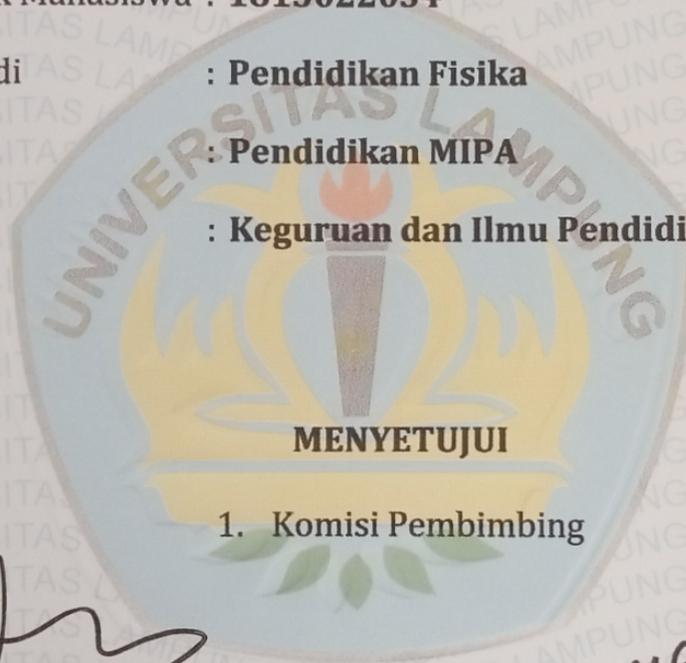
: **Pendidikan Fisika**

Jurusan

: **Pendidikan MIPA**

Fakultas

: **Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



1. **Komisi Pembimbing**

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

Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.
NIK 231601900923201

2. **Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

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

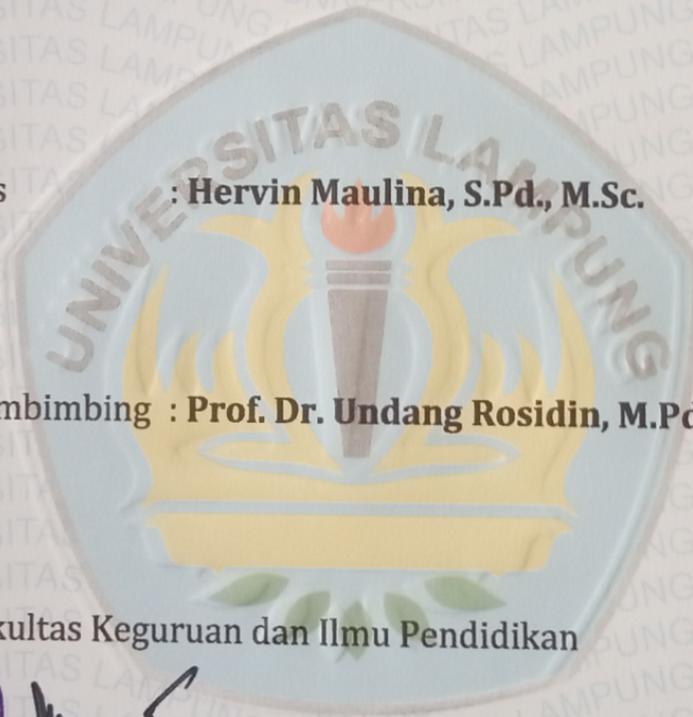
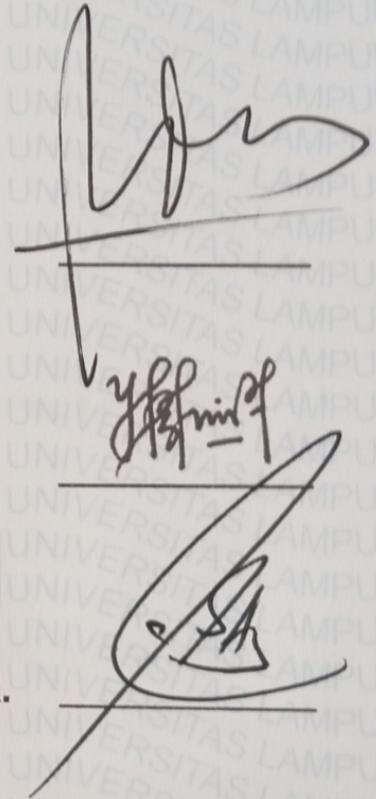
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc.

**Penguji
Bukan Pembimbing : Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**



2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan



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

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : 08 Februari 2023

SURAT PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini adalah

Nama : Al Khodri
NPM : 1813022034
Fakultas / Jurusan : FKIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Pendidikan Fisika
Alamat : Bangi Barat, RT/RW 005/003, Desa Pekurun, Kec. Abung
Pekurun, Kab. Lampung Utara.

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

Bandar Lampung, 8 Februari 2023



Al Khodri
NPM. 1813022034

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Pekurun pada tanggal 28 Desember 1999, anak ketiga dari empat bersaudara dari pasangan Bapak Istiyono dan Ibu Darsih. Penulis pertama kali menempuh pendidikan formal pada tahun 2005 di SD Negeri Pekurun dan lulus pada tahun 2011.

Pada tahun 2011 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 1 Abung Pekurun dan lulus pada tahun 2014. Selanjutnya pada tahun yang sama melanjutkan di SMA Negeri 1 Abung Pekurun hingga pada tahun 2017. Pada tahun 2018 penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Program Studi Pendidikan Fisika, Jurusan Pendidikan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan di Universitas Lampung melalui jalur Penerimaan Mahasiswa Perluasan Akses Pendidikan (PMPAP).

Pada tahun 2021, penulis melaksanakan praktik mengajar melalui Pengenalan Lapangan Persekolahan (PLP) di SMA Negeri 1 Abung Pekurun dan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Desa Subik, Kecamatan Abung Tengah, Kabupaten Lampung Utara.

MOTO

“Barangsiapa yang mentaati Rasul, maka sesungguhnya dia telah mentaati Allah.

Dan barangsiapa berpaling dari ketaatan, maka ketahuilah Kami tidak mengutusmu (Muhammad) untuk menjadi pemelihara mereka”

(Q.S. An-Nisaa’ [4]:80)

“Allah Subhanahu wa Ta’ala berfirman : ‘Wahai anak Adam, selagi engkau berdoa kepadaku dan berharap kepadaku, maka aku akan ampuni dosa-dosamu sebanyak apapun itu dan aku tidak peduli. Wahai anak Adam, kalau seandainya dosa-dosamu setinggi langit kemudian engkau beristighfar kepadaku niscaya aku akan mengampuni dosa-dosa itu untukmu. Wahai anak Adam, kalau seandainya engkau datang kepadaku dengan sepenuh bumi kesalahan kemudian engkau datang kepadaku dalam keadaan tidak berbuat syirik kepadaku dengan sesuatupun, maka aku akan mendatangiimu dengan sepenuh bumi ampunan.”

(H.R. Tirmidzi)

PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadiran Allah *Subhanahu wa Ta'ala* yang selalu melimpahkan nikmat-Nya dan shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *Shalallahu 'Alaihi wa Salam*, penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bakti yang tulus dan mendalam kepada :

1. Kedua orang tua tercinta, Bapak Istiyono dan Ibu Darsih yang telah memberikan kasih sayang, doa dan dukungan serta kepedulian yang tidak mungkin terbayarkan dengan selembar kertas bertuliskan cinta dan sayang dalam kata persembahan;
2. Kakak tersayang Istiyanti dan Adik tercinta Alpan Syabani yang telah memberikan semangat serta dukungan untuk keberhasilan penulis;
3. Keluarga besar tersayang yang senantiasa memberikan doa dukungan, motivasi, dan semangat;
4. Para pendidik yang telah mengajarkan banyak hal baik berupa ilmu pengetahuan dan pengalaman, serta senantiasa memberikan didikan dan bimbingan terbaik kepada penulis dengan tulus dan ikhlas;
5. Semua sahabat yang mendampingi dari awal hingga saat ini, serta menemani dan menyemangati dengan segala kekurangan penulis;
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah rabbil'alamin segala puji hanyalah milik Allah Subhanahu wa Ta'ala yang tak hentinya memberikan nikmat dan rahmat-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan di Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Sunyono, M.Si., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung;
2. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA sekaligus Pembahas yang selalu memberikan bimbingan, masukan dan saran serta motivasi kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi;
3. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika;
4. Bapak Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I yang telah meluangkan waktu, tenaga, dan pikiran untuk memberikan bimbingan, saran dan kritik yang sangat membantu penulis dalam menyelesaikan skripsi ini;
5. Ibu Hervin Maulina, S.Pd., M.Sc., selaku Pembimbing II atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, masukan dan saran, serta motivasi kepada penulis selama proses pengerjaan skripsi;
6. Bapak Drs. Feriansyah Sesunan, M.Pd., selaku Pembahas yang selalu memberikan arahan, bimbingan, dan saran atas perbaikan pada proposal penelitian skripsi ini;
7. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung;

8. Ibu Apriana Wiguna, M.Pd., selaku Kepala Sekolah SMA Negeri 1 Pagelaran yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
9. Ibu Susilowati, S.Pd., selaku guru mata pelajaran fisika SMA Negeri 1 Pagelaran yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian;
10. Seluruh Bapak dan Ibu dewan guru SMA Negeri 1 Pagelaran, beserta staf tata usaha yang membantu penulis dalam melakukan penelitian;
11. Siswa dan siswi kelas XI MIPA 2 dan XI MIPA 4 SMA Negeri 1 Pagelaran atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung;
12. Teman-teman seperbimbingan akademik : Alyana Atina, Ajeng Rahayu, Sri Rahayu, Anggraini, Sela Marlina, Almas Fajrina terima kasih telah memberikan semangat dalam mengerjakan skripsi;
13. Teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika angkatan 2018 Mafia Unila;
14. Wakil Ketua Umum dan seluruh Presidium Almafika FKIP Unila 2020 sebagai wadah organisasi di Pendidikan Fisika;
15. Serta semua pihak yang telah membantu dan mendoakan dalam menyelesaikan skripsi ini.

Semoga Allah melimpahkan nikmat dan hidayah-Nya kepada kita semua, serta berkenan membalas kebaikan yang diberikan kepada Penulis dan semoga skripsi ini dapat bermanfaat di kemudian hari.

Bandar Lampung, 8 Februari 2023

Al Khodri
NPM. 1813022034

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	iii
DAFTAR GAMBAR.....	iv
I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian.....	5
D. Manfaat Penelitian.....	5
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
A. Kerangka Teoritis	7
1. Teori Belajar.....	7
2. <i>Inquiry Based Learning</i>	9
3. Pendekatan <i>STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics)</i>	16
4. <i>Flipped Classroom</i>	21
5. Berpikir Sistem (<i>System Thinking Skills</i>).....	22
6. Perubahan Iklim (<i>Climate Changes</i>).....	26
7. Pemetaan Materi Penelitian.....	28
B. Kerangka Pemikiran.....	29
C. Anggapan Dasar	32
D. HIpotesis Penelitian.....	32
III. METODE PENELITIAN.....	34
A. Pelaksanaan Penelitian.....	34
B. Populasi Penelitian.....	34
C. Sampel Penelitian.....	34
D. Variabel Penelitian.....	34
E. Desain Penelitian	35

F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian.....	35
G. Instrumen Penelitian	37
H. Analisis Instrumen Penelitian	38
I. Teknik Pengumpulan Data.....	40
J. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis.....	40
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	45
A. Hasil Penelitian	45
1. Tahap Pelaksanaan.....	45
2. Tahap Analisis Data.....	47
3. Data Kuantitatif Hasil Belajar.....	48
4. Analisis Data	49
B. Pembahasan.....	52
V. SIMPULAN DAN SARAN.....	68
A. Simpulan	68
B. Saran	68
DAFTAR PUSTAKA	69

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Urutan Pelaksanaan dalam Proses <i>Inquiry</i>	11
2. Karakteristik Kegiatan Setiap Tahapan Pembelajaran <i>Inquiry</i>	12
3. Definisi Literasi <i>STEM</i>	18
4. Indikator Berpikir Sistem.....	24
5. Pemetaan Materi KD 3.12.....	28
6. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol.....	36
7. Interpretasi Koefisien Korelasi	39
8. Klasifikasi Efisiensi Reliabilitas	39
9. Klasifikasi N-Gain	41
10. Interpretasi <i>Effect Size</i>	43
11. Tahapan Pelaksanaan Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	46
12. Hasil Uji Validitas.....	47
13. Uji Data N-Gain	49
14. Uji Normalitas Data	49
15. Uji Homogenitas Data.....	49
16. Hasil Uji <i>Indepedent Sample T-Test</i>	50
17. Hasil Uji <i>Analysis of Covariance</i> (ANCOVA).....	51
18. Hasil Uji <i>Effect Size</i>	51

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Konteks Berpikir Tingkat Tinggi.....	24
2. Mekanisme Efek Rumah Kaca.....	26
3. Bagan Kerangka Pemikiran	31
4. Desain Eksperimen <i>Pretest-Posttest Control Group Design</i>	35
5. Tahapan Pelaksanaan Penelitian	36
6. Grafik Hasil Rata-Rata Pretest-Posttest	48
7. Grafik Peningkatan Kemampuan Berpikir Sistem.....	53
8. Presentase Indikator Berpikir Sistem.....	54
9. Jawaban Peserta Didik pada Tahap <i>Discovery Learning</i>	58
10. Grafik Kenaikan Temperatur dan Konsentrasi Karbondioksida.....	60
11. Kegiatan Peserta Didik pada Tahapan <i>Inquiry Lesson</i>	60
12. Jawaban Peserta Didik pada Tahap 2 dan 3.....	59
13. Rancangan <i>Mini Solar Car</i> Peserta Didik.....	63
14. Perancangan <i>Mini Solar Car</i> oleh Kelompok 1	64
15. Perancangan <i>Mini Solar Car</i> oleh Kelompok 2.....	64
16. Percobaan <i>Mini Solar Car</i>	64
17. Uji Coba <i>Mini Solar Car</i> Kelompok 1.....	64
18. Hasil <i>Mini Solar Car</i>	65
19. Jawaban Peserta Didik Memprediksi Perilaku Sistem.....	66

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Beberapa waktu belakangan ini, pembelajaran abad 21 menjadi topik yang ramai dibahas. Berbagai model pembelajaran abad 21 memiliki kunci pelaksanaan yang sama termasuk penggunaan TIK sebagai alat untuk konstruksi pengetahuan dan konstruksi bersama, berpikir kritis dan kreatif, serta baik dalam pemecahan masalah (Chai and Kong, 2017). Sejalan dengan pendapat tersebut, Clark *et al.*, (2017) menyatakan bahwa pada abad 21 peserta didik bukan hanya mampu menguasai kemampuan *creativity* (kreatifitas), *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (berkolaborasi) dan *communication* (berkomunikasi), namun juga menjadi *system thinker*. York *et al.*, (2019) juga berpendapat bahwa berpikir sistem memiliki hubungan yang erat dengan berpikir tingkat tinggi (*Higher Order Thinking Skills*), membantu siswa dalam meningkatkan daya ingat terhadap materi dan sebagai kemampuan dalam memecahkan permasalahan yang kompleks.

Guru sebagai kepanjangan tangan dari pemerintah di sekolah dalam menerapkan pembelajaran abad 21, mendukung rancangan pembelajaran abad 21 melalui kurikulum 2013 yang berbasis bukan pada guru namun pada peserta didik (Sugiyarti dkk, 2018). Kurikulum 2013 dipandang tepat dengan perkembangan abad ke 21. Guru dan pendidik sebagai fasilitator mampu berinovasi menciptakan suasana pembelajaran yang lebih baik, sehingga dapat mengembangkan keterampilan abad 21 dan mampu menghadapi persaingan di dunia kerja (Yulianti dan Wulandari, 2021).

Implementasi inovasi dalam pembelajaran bisa diwujudkan dalam pendidikan *STEM* (Firman, 2015). *STEM* merupakan pendekatan yang interdisiplin, peserta didik dituntut memiliki pengetahuan serta keterampilan pada bidang ilmu pengetahuan, teknologi, teknik dan matematika (Reeve *et al.*, 2013). Pendidikan yang berbasis *STEM* perlu menjadi rujukan bagi proses pendidikan di Indonesia kedepannya (Sartika, 2019). Pernyataan tersebut dipertegas oleh York *et al.*, (2019) bahwa penggunaan pendekatan *STEM* pada kemampuan berpikir sistem jika diimplementasikan dengan baik akan menciptakan manfaat serta hasil yang bagus, dan sangat menjajikan digunakan untuk pembelajaran di masa depan.

Mengintegrasikan *STEM* dengan pengetahuan dapat memandu peserta didik dalam berpikir sistematis, membantu dalam menemukan hubungan antara pengetahuan dan masalah (Tsai *et a.*, 2017). Evagorou *et al.*, (2009) mengatakan *systems thinking skill* dianggap sebagai kemampuan yang penting untuk secara efektif menyusun hubungan yang ada. Oleh karena itu, peserta didik sebagai *system thinker* tidak hanya mengidentifikasi komponen sistem, tetapi juga mengenali antar hubungan satu dengan yang lain, menjelajahi dan memahami masalah, dan menganalisis konteks fenomena secara menyeluruh.

Penyebab rendahnya kemampuan berpikir sistem pada kegiatan pembelajaran salah satunya, yaitu peserta didik mengalami kesulitan belajar sains khususnya pelajaran fisika. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Azizah dkk., (2015) menyatakan bahwa peserta didik mengalami kesulitan belajar fisika dalam : (1) menyelesaikan permasalahan pada soal, (2) memahami konsep dan rumus, (3) menggunakan persamaan atau pengaplikasian rumus, dan (4) menganalisis grafik. Dengan begitu, pelajaran fisika masih dianggap peserta didik sebagai pelajaran yang sulit, tidak menarik dan juga membosankan. Frida dkk., (2020) menyatakan bahwa metode pembelajaran yang hanya menekankan pada konsep teoritik saja

dapat menyebabkan kurangnya pemahaman siswa dalam menguasai konsep sederhana pada pelajaran fisika.

Berdasarkan hasil wawancara peneliti terhadap guru bidang studi fisika di SMA Negeri 1 Pagelaran Pringsewu, diketahui bahwa pembelajaran fisika khususnya pada topik perubahan iklim dengan model *Problem Based Learning* masih belum optimal, menyebabkan terjadinya pengurangan jam pembelajaran. Hal ini berakibat guru hanya menilai hasil akhir tanpa memperhatikan proses. Guna mengatasi keterbatasan waktu guru dalam mengajar, diperlukan metode yang mengefisienkan waktu pembelajaran. Menurut Waer dan Mawardi (2021) metode *flipped classroom* menjadi salah satu solusi. Berdasarkan hasil penelitiannya metode ini memiliki tingkat kepraktisan yang sangat tinggi. Dengan metode *flipped classroom*, peserta didik lebih ditekankan pada proses mencari dan menemukan sendiri konsep yang dipelajari, serta peran pendidik adalah sebagai fasilitator selama pembelajaran. Sehingga dengan waktu yang sedikit mampu dimanfaatkan menjadi lebih efisien.

Perubahan iklim menjadi isu utama dalam beberapa dekade terakhir dan menjadi salah satu rencana aksi dunia dalam SDGs (*Sustainable Development Goals*), yaitu suatu rencana aksi global yang disepakati oleh para pemimpin dunia salah satunya Indonesia. Perubahan iklim juga menjadi permasalahan yang harus diselesaikan oleh G20 (*Group of Twenty*) yang terdiri dari 19 negara besar dunia, Uni Eropa dan Asia salah satunya Indonesia. Dalam perjanjian Paris (*Paris Agreement*) 2016, seluruh negara anggota secepat untuk menghentikan suhu pemanasan bumi tidak lebih dari 2°C pada tahun 2030 (Glanemann *et al.*, 2020). Selain itu, naiknya isu nyata perubahan iklim menjadi tantangan baru bagi generasi sekarang. Pasalnya akibat dari curah hujan yang berlebihan atau musim kemarau yang panjang mengakibatkan dampak yang tidak bagus diberbagai sektor vital, salah satunya pertanian (Harini dan Susilo, 2017). Oleh karena itu, peran dan tanggung jawab kita sebagai pendidik ialah salah satunya dengan mengintegrasikan isu perubahan

iklim kedalam pembelajaran. Materi perubahan iklim dipercaya mampu memberikan perlakuan lebih sehingga mampu mengasah kemampuan berpikir sistem peserta didik dalam menyelesaikan *real world problem*. Topik perubahan iklim merupakan topik yang mampu diterapkan dalam pembelajaran berbasis *STEM* dengan luaran kemampuan berpikir sistem (Meilinda *et al.*, 2018).

Guru juga berperan dalam mengasah kemampuan berpikir sistem peserta didik yaitu dengan menggunakan model, strategi dan pendekatan pembelajaran yang mampu memberdayakan kemampuan berpikir sistem siswa saat proses pembelajaran di kelas (Nuraeni dkk., 2020). Oleh karena itu, dalam proses pembelajaran diperlukan sebuah model dan strategi pembelajaran yang dapat mengintegrasikan ilmu fisika sesuai dengan tujuan pendidikan, salah satunya dengan model pembelajaran *Inquiry Based Learning* dengan pendekatan *STEM* (Abdurrahman dkk., 2020). *IBL STEM* merupakan salah satu model dalam proses pembelajaran yang dapat meningkatkan kemampuan siswa sesuai dengan kerangka pembelajaran abad ke-21 (Abdurrahman dkk., 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Grace *et al.*, (2021) menunjukkan bahwa pendekatan *STEM* memungkinkan merekontekstualisasi dan hubungan nyata serta tidak nyata yang memiliki potensi untuk mendukung peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Berbagai penelitian mengenai *STEM* (Becker & Park 2011; Abdurrahman dkk., 2019; Beers, 2011), *IBL* (Wenning, 2011; Pedaste, *et al.*, 2012; Abdurrahman dkk., 2019), dan *Flipped Classroom* (Hwang & Lai, 2016; Awidi & Paynter, 2018; Elfeky *et al.*, 2019) telah dilakukan, namun belum ada penelitian yang mengkaji tentang *STEM IBL* dengan *Flipped Classroom* untuk mengangkat tema berpikir sistem, oleh karena itu telah dilakukan penelitian dengan judul implementasi *IBL* dengan *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh *IBL STEM* berbasis *Flipped Classroom* pada topik perubahan iklim terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Pagelaran?

C. Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu mendeskripsikan pengaruh *IBL STEM* berbasis *Flipped Classroom* pada topik perubahan iklim terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik kelas XI SMA Negeri 1 Pagelaran.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah sebagai berikut,

1. Dapat digunakan pendidik sebagai masukan dalam kegiatan pembelajaran di kelas menggunakan *IBL* dengan pendekatan *STEM* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik.
2. Dapat digunakan peserta didik untuk melatih meningkatkan kemampuan berpikir sistem melalui *IBL* dengan pendekatan *STEM*, dan dapat meningkatkan prestasi belajar peserta didik.
3. Dapat digunakan peneliti untuk mengetahui kekurangan ketika mengimplementasikan *IBL* dengan pendekatan *STEM* dalam proses pembelajaran, sehingga dapat menjadi proses pembelajaran yang lebih baik untuk selanjutnya.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Penelitian ini dapat tercapai sesuai dengan rumusan yang telah direncanakan, maka penelitian ini memiliki ruang lingkup sebagai berikut :

1. Penelitian eksperimen ini menggunakan model pembelajaran *Inquiry Based Learning (IBL)* yang mengacu pada teori Wenning (2011). yaitu “*Level of Inquiry*”.
2. Penelitian ini menggunakan pendekatan *STEM* terpadu (terintergrasi). Pendekatan *STEM* terpadu adalah pendekatan yang menggabungkan keempat disiplin ilmu dalam suatu pembelajaran (sains, teknologi, rekayasa, dan matematika) yang membangun peserta didik untuk memiliki pengalaman belajar yang bermakna.
3. Penelitian ini berorientasi pada kemampuan berpikir sistem peserta didik. Mengacu pada klasifikasi yang diciptakan oleh York, Lavi dan Dori (2019) yang telah menciptakan klasifikasi kerangka kerja mereka atas dasar tampilan tiga aspek sistem (*function, structure, dan behavior*) yang diterima secara luas dalam sistem yang direkayasa.
4. *Flipped Classroom* yaitu metode pembelajaran di mana peserta didik mempelajari materi lebih dahulu di rumah sebelum pembelajaran di kelas, serta metode ini memiliki kepraktisan yang sangat tinggi (Waer & Mawardi. 2021).
5. *Systems thinking skill* adalah kemampuan untuk mengenali struktur dan peran dari komponen dan sistem, mampu menganalisis interaksi komponen dalam sebuah sistem, dan mampu menganalisis pola dan atau pemodelan dalam sistem, serta mampu memprediksi perilaku sistem akibat interaksi di dalam sistem maupun di luar sistem (Meilinda *et al.*, 2018).
6. Materi yang disajikan pada penelitian ini adalah materi perubahan iklim kelas XI kurikulum 2013.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Kerangka Teoritis

1. Teori Belajar Konstruktivisme

Kompetensi dalam pembelajaran akan tercipta dan tumbuh jika pendidik sebagai agen aktif dalam sebuah proses perpindahan pengetahuan.

Sebaiknya guru tidak hanya mengirimkan pengetahuan kepada peserta didik begitu saja, tetapi peserta didik perlu secara aktif membangun pengetahuan sendiri. Belajar adalah pekerjaan mental yang aktif, bukan penerimaan pasif dari pengajar tanpa mendapatkan umpan balik (Sugrah, 2019). Proses pembelajaran yang mampu membangun kemampuan dalam mengetahui sesuatu terdapat dalam teori pembelajaran konstruktivistime.

Konsep pembelajaran konstruktivistik bersumber pada karya Dewey (1929), Bruner (1961), Vygotsky (1962), dan Piaget (1980).

Konstruktivisme yaitu aliran filsafat tentang pengetahuan yang menekankan bahwa pengetahuan yang kita peroleh merupakan hasil membangun pikiran kita sendiri (Masgumelar dan Mustafa, 2021). Menurut Sugrah (2019) konstruktivisme adalah teori belajar hasil dalam dunia psikologi, yang menerangkan bagaimana manusia dapat memperoleh pengetahuan, dan merupakan suatu pendekatan pembelajaran, yang mana peserta didik belajar dengan memasukkan informasi baru berbarengan dengan informasi yang sudah diketahui sebelumnya. Hal ini sejalan dengan yang disampaikan oleh Paradesa (2015) yang menyatakan bahwa konstruktivisme adalah suatu pendekatan yang memiliki keyakinan bahwa orang secara aktif membangun atau membuat pengetahuan sendiri dan

realitas ditentukan oleh pengalaman orang itu sendiri. Teori konstruktivisme ini menegaskan bahwa sebuah pengetahuan hanya ada dalam pikiran manusia, dan bahwa teori juga tidak harus sesuai dengan kenyataan di dunia. Peserta didik akan terus berusaha mendapatkan model untuk mental pribadi mereka tentang dunia nyata, yang mereka dapatkan dari persepsi mereka sendiri tentang dunia itu. Ketika setiap peserta didik merasakan pengalaman baru, mereka akan terus memperbarui model mental sendiri untuk mencerminkan informasi baru, dan hal tersebut akan membangun interpretasi mereka sendiri terhadap kenyataan.

Konstruktivisme menurut Vygotsky (1987) merupakan pembelajaran yang baik idealnya mendahului perkembangan mental dan pembelajaran yang terorganisasi dengan benar dapat menuntun perkembangan mental anak untuk memasuki urutan perkembangan dalam tahap kehidupannya. Tanpa pembelajaran, mustahil perkembangan yang optimal dapat diwujudkan dalam diri anak. Dengan gagasan ini, Vygotsky menganut pedagogi optimisme yang melihat pendidikan dan pembelajaran sebagai faktor penting dalam perkembangan individu (Payong, 2020).

Teori belajar konstruktivisme adalah sebuah teori di mana kebebasan diberikan pada manusia yang ingin belajar, dengan kemampuan ingin menemukan tersebut dan bantuan fasilitasi orang lain, sehingga teori ini guna mengembangkan dirinya sendiri, manusia diberikan keaktifan belajar untuk menemukan sendiri kompetensi, pengetahuan, atau teknologi dan hal lain yang diperlukan (Rangkuti, 2014). Dalam pembelajaran konstruktivisme, guru sangat dibutuhkan perannya sebagai fasilitator yang fungsi utamanya yaitu membantu peserta didik menjadi peserta pembelajaran yang aktif dan membuat hubungan antara pengetahuan sebelumnya dengan pengetahuan yang baru serta proses yang terlibat selama dalam pembelajaran.

Menurut Amineh dan Davatgari (2015) hasil rangkuman yang disampaikan tentang deskripsi guru konstruktivis yaitu,

1. Mendorong dan menerima otonomi dan inisiatif peserta didik.
2. Menggunakan berbagai macam bahan, termasuk data mentah, sumber primer, dan bahan interaktif serta mendorong peserta didik untuk menggunakannya.
3. Menanyakan tentang pemahaman konsep peserta didik sebelum membagikan pemahamannya sendiri tentang konsep-konsep tersebut.
4. Mendorong peserta didik untuk terlibat dalam dialog dengan guru dan satu sama lain.
5. Mendorong pertanyaan peserta didik dengan mengajukan pertanyaan yang berpikiran terbuka dan mendorong untuk saling bertanya dan mencari penjabaran dari tanggapan awal peserta didik.
6. Melibatkan peserta didik dalam pengalaman yang menunjukkan kontradiksi dengan pemahaman awal dan kemudian mendorong diskusi.
7. Menyediakan waktu bagi peserta didik untuk membangun hubungan dan membuat sebuah metafora.
8. Nilai pemahaman peserta didik melalui aplikasi dan kinerja tugas terstruktur secara terbuka.

Inti dari prinsip belajar konstruktivisme adalah bahwa belajar merupakan proses yang sangat aktif. Informasi yang disampaikan dapat dengan mudah diterima, tetapi untuk memahaminya tidak semudah menyampaikan, oleh karenanya pemahaman harus berasal dari dalam peserta didik sendiri.

2. *Inquiry Based Learning (IBL)*

Berorientasi pada pembelajaran abad 21 yang menekankan kepada kemampuan peserta didik untuk berpikir kritis, mampu menghubungkan ilmu dengan dunia nyata, menguasai teknologi informasi komunikasi,

serta berkolaborasi. Menurut Buchanan *et al.*, (2016) menyatakan bahwa pembelajaran yang berpusat pada peserta didik dianggap mendukung pengembangan keterampilan yang diperlukan secara efektif dan untuk berpartisipasi dalam memenuhi kebutuhan masyarakat global yang semakin rumit. *Inquiry Based Learning* dapat didefinisikan sebagai proses menemukan suatu hal yang baru dan berhubungan sebab akibat, dengan peserta didik merumuskan hipotesis dan mengujinya dengan melakukan eksperimen atau melakukan sebuah pengamatan (Pedaste *et al.*, 2012).

Dalam dunia pendidikan, proses pembelajaran yang menggunakan model *inquiry* dapat membangun pemahaman siswa melalui proses pertanyaan dan penyelidikan. Pertanyaan yang berfungsi untuk menumbuhkan keingintahuan peserta didik mengenai bagaimana sesuatu bisa terjadi, serta penyelidikan berfungsi mencari penyelesaian yang tepat untuk pertanyaan atau masalah yang ditemukan. *Inquiry Based Learning* dicetus oleh pakar pendidikan di Amerika yaitu John Dewey. Ia mengatakan jika cara terbaik untuk membuat siswa menjadi lebih sadar adalah dengan menginformasikan secara ilmiah melalui proses pengalaman pembelajaran sains dengan peserta didik meniru karya ilmuwan.

Pembelajaran *Inquiry* mengasumsikan bahwa sekolah sangat berperan untuk mempermudah pengembangan diri. *Inquiry Based Learning* juga memberikan kesempatan peserta didik untuk mengajukan pertanyaan, melakukan penyelidikan, eksperimen, serta penelitian secara mandiri. Sejalan dengan itu, Abdi (2014) menyatakan bahwa dalam pendidikan sains berbasis inkuiri, peserta didik terlibat banyak dalam aktivitas selama pembelajaran dan proses berpikir yang digunakan para ilmuwan untuk menghasilkan pengetahuan baru.

Pembelajaran sains mendorong guru untuk mengganti praktik instruksional berbasis tradisional yang hanya berpusat pada guru dengan pendekatan berorientasi inkuiri yang,

- a) melibatkan minat peserta didik dalam sains,
- b) memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk menggunakan yang sesuai teknik laboratorium untuk mengumpulkan bukti,
- c) menuntut peserta didik untuk memecahkan masalah menggunakan logika dan bukti,
- d) mendorong peserta didik untuk melakukan studi lebih lanjut untuk mengembangkan penjelasan yang lebih rinci,
- e) menekankan pentingnya menulis penjelasan ilmiah dengan berdasarkan bukti yang ada.

(Secker, 2002)

Berdasarkan pendapat para ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa *inquiry* berarti suatu kegiatan pembelajaran yang melibatkan seluruh kemampuan peserta didik secara maksimal untuk mencari sekaligus menyelidiki dengan langkah membentuk hipotesis lalu mengujinya dengan melakukan eksperimen, sehingga peserta didik terlibat secara maksimal dalam kegiatan pembelajaran dan dapat merumuskan sendiri penemuannya, membantu mengembangkan sikap percaya diri tentang apa yang ditemukan dalam proses *inquiry*.

Tingkatan dasar praktik pengajaran sains yang berorientasi *inquiry*. Wenning (2005) menjelaskan bahwa terdapat 5 tingkatan dasar dalam proses *inquiry* yaitu: *Discovery Learning*, *Interactive Demonstration*, *Inquiry Lesson*, *Inquiri Lab* dan *Hypothetical Inquiry*. Kelima tingkatan pembelajaran *inquiry* tersebut telah diurutkan berdasarkan kecerdasan intelektual dan pihak pengontrol. Kecerdasan intelektual adalah kecerdasan yang dimiliki peserta didik dalam mengikuti pembelajaran, sedangkan pihak pengontrol adalah yang mengontrol selama kegiatan pembelajaran. Pihak pengontrol menjadi pihak yang mendominasi dalam pelaksanaan pembelajaran dengan berperan dalam menemukan permasalahan, melakukan percobaan, serta merumuskan kesimpulan. Urutan pelaksanaan dalam proses *inquiry* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Urutan Pelaksanaan dalam Proses *Inquiry*

Discovery Learning	Interactive Demonstration	Inquiry Lesson	Inquiry Lab	Hypothetical Inquiry App Hyl Inquiry
Low	← Intellectual Sophistication →			High
Teacher	← Locus of Control →			Student

(Wenning, 2005)

Berdasarkan table di atas urutan pelaksanaan pembelajaran *inquiry* bergerak dari kiri ke kanan. Peningkatan kecerdasan peserta didik dalam pelaksanaan kegiatan *inquiry* yaitu bergerak dari bagian kiri ke bagian kanan. Di mana pada bagian paling kiri biasanya diterapkan pada peserta didik dengan kecerdasan yang rendah, sedangkan pada bagian paling kanan diterapkan pada peserta didik dengan kecerdasan tinggi. Pihak pengontrol bergerak dari guru ke peserta didik yaitu dari kiri ke kanan, di mana pada bagian paling kiri guru lebih banyak mendominasi kegiatan pembelajaran sehingga peserta didik cenderung diam atau bersifat pasif, sedangkan pada bagian paling kanan peserta didik lebih banyak mendominasi dan guru hanya mendampingi dan mengawasi selama proses pembelajaran.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Wenning (2011) bahwa model pembelajaran *inquiry* terbagi menjadi 6 tingkatan, yaitu *discovery learning, interactive demonstration, inquiry lessons, inquiry laboratory, real world application, and hypothetical inquiry*, level model *inquiry* disesuaikan dengan tingkat kognitif peserta didik dan aktivitas guru dalam proses pembelajaran, seperti pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Karakteristik Kegiatan Setiap Tahapan Pembelajaran *Inquiry*

<i>Levels of Inquiry</i>	<i>Primary pedagogical purpose</i>
<i>Discovery</i>	Peserta didik mengembangkan konsep berdasarkan pengalamannya langsung (untuk

<i>Learning</i>	membangun pengetahuan, fokus dan aktif terlibat dalam pembelajaran).
<i>Interactive Demonstration</i>	Peserta didik terlibat juga dalam penjelasan dan pembuatan hipotesis yang memungkinkan peserta didik memperoleh, mengidentifikasi, menghadapi, serta menyelesaikan konsep alternatif (berdasarkan pengalaman pengetahuan sebelumnya).
<i>Inquiry Lesson</i>	Peserta didik mengidentifikasi prinsip-prinsip ilmiah dan juga hubungannya (membangun pengetahuan lebih rinci dengan kerja kelompok).
<i>Inquiry Lab</i>	Peserta didik menetapkan hukum-hukum empiris berdasarkan pengukuran variabel (kerja kolaboratif digunakan untuk membangun pengetahuan yang lebih rinci).
<i>Real-World Application</i>	Peserta didik memecahkan masalah dengan menggunakan pendekatan berbasis masalah dan berbasis proyek.
<i>Hypothetical Inquiry</i>	Peserta didik menciptakan penjelasan untuk fenomena yang diamati (mengalami bentuk ilmu yang lebih realistis).

(Wenning, 2011).

Adapun tahapan-tahapan dalam *Inquiry Based Learning* menurut Wenning (2011) dijelaskan sebagai berikut,

a. *Discovery Learning*

Pembelajaran *Inquiry* memerlukan pengembangan konseptual pemahaman peserta didik atas dasar pengalaman sebelumnya. Fokus dari *discovery learning* yaitu dengan memanfaatkan pengalaman siswa untuk menciptakan sebuah permasalahan. Kegiatan pada tahapan ini biasanya berupa pengamatan fenomena.

b. *Interactive Demonstration*

Interactive demonstration yaitu berisi kegiatan demonstrasi yang diberikan guru mengenai sebuah percobaan sains, yang kemudian peserta didik memprediksi dan menjelaskan (mengapa dan bagaimana

sesuatu dapat terjadi). Percobaan sains yang dilakukan biasanya merupakan sebuah peragaan mengenai peristiwa yang biasa terjadi. Setelah melakukan demonstrasi, kemudian guru berperan untuk menanyakan dan meningkatkan prediksi peserta didik, menghadirkan respon positif, mengumpulkan pelajaran lebih lanjut, dan membantu peserta didik untuk mencari kesimpulan dari fakta-fakta yang telah dikumpulkan.

c. *Inquiry Lesson*

Tahap *inquiry lesson* terdapat kegiatan eksperimen sains yang lebih kompleks daripada demonstrasi interaktif. Eksperimen sains dilakukan dengan mempertimbangkan berbagai adanya pengaruh variabel percobaan yang saling mempengaruhi pada proses eksperimen. Peserta didik dapat memulai identifikasi dan mengontrol variabel-variabel yang muncul, sehingga dalam tahap ini bimbingan dari guru banyak diberikan secara langsung kepada peserta didik menggunakan pertanyaan yang bersifat membimbing.

d. *Inquiry Lab*

1) *Guided Inquiry Lab*

Tahap *guided inquiry lab* yaitu tahapan selanjutnya dari model pembelajaran *levels of inquiry* yang merupakan langkah awal untuk aktivitas laboratorium atau eksperimen. Dengan kata lain kegiatan eksperimen disini adalah kegiatan yang meliputi keterampilan mengidentifikasi variabel dan mengontrol variabel serta mengelola data. Ciri khusus dari tahap ini ialah adanya kegiatan *pre-lab*, yaitu kegiatan diskusi diawal pembelajaran dengan tambahan *multiple leading questioning* atau pertanyaan yang menuntun dari guru untuk melakukan prosedur percobaan. Kegiatan *pre-lab* berperan dalam mengaktifkan pengetahuan terdahulu peserta didik dan memberikan umpan balik kepada instruktur tentang pengetahuan yang dimiliki sebelumnya,

sedangkan *multiple leading questioning* berperan sebagai suatu prosedur percobaan tidak langsung.

2) *Bounded Inquiry Lab*

Tahap lainnya adalah *bounded inquiry lab*. Peningkatan pada tahap ini ialah pada kemampuan dan kemandirian peserta didik untuk merancang dan mengadakan eksperimen dengan sedikitnya panduan dari guru serta adanya *pre-lab* yang jelas. Pertanyaan panduan dari guru tidak sebanyak pada tahap sebelumnya (*guided inquiry lab*), sedangkan kegiatan *pre-lab* lebih berfokus pada aspek eksperimental seperti keselamatan laboratorium serta penggunaan peralatan perlindungan di laboratorium.

3) *Free Inquiry Lab*

Kegiatan pada tahap ini memberikan kebebasan lebih banyak bagi peserta didik dibandingkan dengan aktivitas lab yang dilakukan sebelumnya. Tahapan ini peserta didik mengidentifikasi sebuah permasalahan untuk dipecahkan yang kemudian menyusun sebuah rancangan eksperimen yang akan dilakukan. Panduan guru diganti dengan panduan dari peserta didik sendiri, sedangkan aktivitas *pre-lab* ditiadakan. Karena *free inquiry lab* membutuhkan kemampuan peserta didik yang lebih, maka tahap ini jarang digunakan di dalam kelas reguler. Adapun penggunaan lebih banyak dilakukan diluar kelas reguler, biasanya oleh mahasiswa pada semester panjang untuk melakukan proyek.

e. *Real –world Application*

Tahapan ini peserta didik hanya fokus pada memecahkan masalah yang berkaitan dengan situasi otentik, baik ketika bekerja secara individu ataupun kelompok secara kolaboratif menggunakan pendekatan berbasis masalah dan berbasis proyek.

f. *Hypothetical Inquiry*

1) *Pure Hypothetical Inquiry*

Tahap *Pure Hypothetical Inquiry* pada dasarnya merupakan riset yang dilakukan untuk memperluas pemahaman terkait hukum alam. Peserta didik menghubungkan secara empiris penjelasan hipotesis dari hukum-hukum sebelumnya dan menggunakan hipotesis tersebut untuk menjelaskan fenomena-fenomena fisika. Hasil yang akan diperoleh dari tahapan ini merupakan pembuktian dari hukum-hukum sebelumnya atau pembuktian mengenai kesalahan dari hukum-hukum tersebut, sehingga mengakibatkan munculnya teori-teori yang berbeda dari sebelumnya (teori-teori baru).

2) *Applied Hypothetical Inquiry*

Seluruh peserta didik pada tahap ini, ditempatkan untuk berperan aktif sebagai pemecah permasalahan yang ada dalam kehidupan nyata, Peserta didik harus membangun sebuah hipotesis untuk memformulasikan masalah dari fakta-fakta yang ada, kemudian memberikan argumen yang logis untuk mendukung hipotesis tersebut.

Berdasarkan tahapan-tahapan pembelajaran *inquiry* yang dijelaskan Wenning (2011) di atas, maka peneliti menggunakan ke-enam tahapan tersebut sehingga dapat dijadikan model pembelajaran berbasis *inquiry* (*Inquiry Based Learning*). Penerapan pada kegiatan pembelajaran, peneliti juga menerapkan ke-enam tahapan tersebut secara bertahap mulai dari pembelajaran dengan melibatkan kemampuan dasar sampai kemampuan yang lebih kompleks.

3. Pendekatan *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*)

Program integrasi *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah program pembelajaran yang di dalamnya terdapat penggabungan dua atau lebih bidang ilmu dan termuat dalam *STEM*. Semua aktivitas diprogram ini berpusat dengan melibatkan peserta didik

dalam mendefinisikan dan juga merumuskan suatu penyelesaian terhadap masalah autentik yang ada di dunia nyata. Terdapat empat bidang ilmu yang termuat dalam pendekatan *STEM*, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika. Menurut Becker dan Park (2011) pendidikan *STEM* merupakan suatu pendekatan di dalam pembelajaran dan pengajaran antara dua atau lebih dalam komponen *STEM* dengan disiplin ilmu lain.

STEM adalah integrasi empat disiplin bidang ilmu yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematika dalam pendekatan interdisipliner dan menerapkan konteks pada dunia nyata dan pembelajaran berbasis pada masalah (Dini dkk., 2017). Sejalan dengan itu Winarni dkk., (2016) juga menambahkan bahwa pendidikan *STEM* merupakan suatu pembelajaran yang secara terintegrasi antara empat disiplin ilmu (sains, teknologi, teknik, dan matematika) di mana tujuan pembelajaran ini untuk mengembangkan kreativitas peserta didik dalam mengatasi permasalahan nyata.

Becker dan Park (2011) menyatakan bahwa pendidikan dengan pendekatan *STEM* merupakan pendekatan pengajaran dan pembelajaran dengan dua atau lebih dalam komponen *STEM* atau antara satu komponen *STEM* dengan disiplin ilmu yang lain. Hal yang sama juga diungkapkan oleh Reeve dkk, (2013) bahwa pendidikan yang berbasis *STEM* sebagai pendekatan yang interdisiplin, di mana di pendekatan tersebut, siswa dituntut untuk memiliki pengetahuan serta keterampilan pada ke empat bidang ilmu. Pendekatan *STEM* ini mampu menciptakan sebuah sistem pembelajaran secara aktif karena keempat aspek tersebut dibutuhkan secara bersamaan untuk menyelesaikan masalah. Solusi yang diberikan menunjukkan bahwa peserta didik mampu untuk menyatukan konsep abstrak dari setiap aspek yang kompleks.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa *STEM* merupakan pendekatan yang diintegrasikan dari beberapa disiplin ilmu seperti ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika yang

menuntun peserta didik untuk aktif dalam pembelajaran sehingga memiliki pengetahuan dan keterampilan pada bidang ilmu tersebut.

Pendidikan terintegrasi *STEM* tidak hanya fokus mengembangkan konten sains, teknologi, teknik dan matematika, tetapi juga berupaya untuk menumbuhkan kemampuan dan keterampilan dalam memecahkan masalah serta penyelidikan ilmiah. Dalam melatih keterampilan pemecahan masalah juga harus didukung dengan perilaku ilmiah, maka peran pendidikan terintegrasi *STEM* juga untuk membangun masyarakat yang sadar literasi *STEM*. Literasi *STEM* ini mengacu pada kemampuan setiap individu untuk merealisasikan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan di dalam dunia kerja, di mana empat kemampuan tersebut dibutuhkan karena saling berkaitan. Tabel 3 berikut mendefinisikan literasi *STEM* menurut masing-masing dari empat bidang studi yang saling berkaitan.

Tabel 3. Definisi Literasi *STEM*

<i>Science</i> (Sains)	Literasi Ilmiah : kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
<i>Technologi</i> (Teknologi)	Literasi Teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru memengaruhi individu, dan masyarakat.
<i>Engineering</i> (Teknik)	Literasi Desain: Pemahaman bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).

<i>Mathematic</i> (Matematika)	Literasi Matematika: Kemampuan dalam menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dan penerapannya.
--------------------------------	---

(Asmuniv, 2015)

Menurut Winarni dkk, (2016) terdapat tiga metode pendekatan pembelajaran dalam pendidikan *STEM* dan perbedaan antara masing-masing metode itu terletak pada tingkat konten *STEM* yang dapat diterapkan. Tiga metode pendekatan pendidikan *STEM* yang sering digunakan yaitu metode pendekatan silo (terpisah), tertanam (*embedded*), dan pendekatan terpadu (terintegrasi).

1. Metode pendekatan silo (terpisah) yaitu pendidikan *STEM* yang mengacu pada instruksi terisolasi, yang mana setiap mata pelajaran *STEM* diajarkan secara individu (Dugger, 2010). Pembelajaran hanya terkonsentrasi pada masing-masing individu sehingga memungkinkan peserta didik untuk mendapatkan pemahaman lebih dalam tentang isi dari masing-masing mata pelajaran.
2. Metode pendekatan tertanam (*embedded*) yaitu pendidikan *STEM* yang lebih menekankan untuk mempertahankan keefektifan dari materi pelajaran, tidak fokus pada interdisiplin dari mata pelajaran. Pendekatan tertanam meningkatkan pembelajaran dengan cara menghubungkan materi utama dengan materi lain yang tidak diutamakan atau materi yang tertanam, tetapi bidang yang tidak diutamakan tersebut (Winarni dkk., 2016).
3. Metode pendekatan *STEM* terpadu (terintegrasi) bertujuan menghapus pemisah antara masing-masing bidang *STEM* pada pendekatan silo

dan pendekatan tertanam (*embedded*), dan untuk mengajar peserta didik sebagai salah satu subjek (Breiner *et al.*, 2012). Pendekatan integrasi *STEM* didasari dan dibangun dari beberapa disiplin ilmu sehingga menjadi satu kesatuan yang baik, pendekatan ini dapat membangun peserta didik dalam belajar memahami konsep akademis yang digabungkan dengan pembelajaran kehidupan sehari-hari. Penelitian ini menerapkan pendekatan *STEM* terpadu (integrasi).

Tujuan dari pendekatan *STEM* yaitu untuk menerapkan konsep yang sudah dipahami oleh peserta didik. Peserta didik dapat mengembangkan kompetensi yang harus diterapkan dalam berbagai situasi dan permasalahan yang muncul dalam kehidupan nyata (Wicaksono, 2020). Beers (2011) juga menambahkan bahwa kurikulum yang berbasis *STEM* akan mampu melibatkan keterampilan abad 21 dalam diri peserta didik, yaitu meliputi *creativity* (kreatifitas), *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (kolaborasi), dan *communication* (komunikasi).

Untuk menjadi sukses peserta didik membutuhkan keterampilan abad 21. Terlepas dari istilah yang digunakan untuk menggambarkannya, semua definisi keterampilan abad 21 sudah relevan dengan aspek kehidupan yang dasar maupun kompleks. Jika dahulu terfokus pada keterampilan menghafal, namun sekarang sebagian besar berfokus pada jenis pemikiran yang kompleks, sistem pembelajaran, dan keterampilan komunikasi yang serupa dan semuanya lebih menuntut untuk diajarkan dan dipelajari. Mengatasi integrasi keterampilan abad 21 melalui pendidikan sains, teknologi, teknik, dan matematika (*STEM*) adalah langkah terbaik untuk diimplementasikan. Jika *STEM* sudah dipandang sebagai solusi praktis yang potensial untuk pengembangan kualitas pembelajaran di masa yang akan datang, maka upaya untuk menggabungkan strategi berbasis *STEM* ke dalam proses pembelajaran perlu dipertimbangkan (Abdurrahman dkk., 2019).

Berdasarkan pendapat para ahli tersebut, untuk mampu memecahkan suatu permasalahan serta mampu berpikir secara logis, sehingga dapat meningkatkan keterampilan yang dibutuhkan pada abad-21, maka peserta didik dapat diberikan pembelajaran dengan pendekatan *STEM* yang diprediksi dapat meningkatkan kemampuan kreativitas, berpikir kritis, kolaborasi (bekerja sama) dan komunikasi.

4. *Flipped Classroom*

Awidi dan Paynter (2018) menyatakan bahwa *flipped Classroom* dipilih untuk pembelajaran lanjutan, biasanya dilaksanakan dengan tujuan untuk meningkatkan keterlibatan peserta didik di dalam pembelajaran, meningkatkan pengalaman belajar peserta didik dan pada akhirnya meningkatkan hasil belajar siswa. Peserta didik yang belajar dengan metode *flipped classroom* menunjukkan kinerja yang lebih tinggi dalam penetapan tujuan, strategi tugas, manajemen waktu, pencarian bantuan, dan pengaturan diri (Hwang & Lai, 2016).

Flipped Classroom menurut Wang, Jou dan Hwang (2018) proses dan desain pembelajaran *flipping classroom* ini didasarkan pada permodelan ilmiah, dan dapat dianggap lebih menguntungkan dibandingkan dengan instruksi kelas *flipping* sederhana atau bentuk instruksi lain untuk mengajar materi fisika. Tujuan dari *flipped classroom* adalah untuk menyediakan beberapa sesi konstruksi pengetahuan dengan tujuan akhir dari pembelajaran yaitu untuk membangun pengetahuan dan konsep yang benar.

Elfeky *et al.*, (2019) dalam hasil penelitiannya menunjukkan bahwa, peserta didik yang pembelajaran menggunakan strategi *flipped classroom* yang dilengkapi dengan pengatur tingkat lanjut menunjukkan keterampilan yang lebih baik dalam domain studi terutama, definisi operasional, mengidentifikasi dan mengendalikan variable, merumuskan

hipotesis, bereksperimen, menafsirkan data, dan keterampilan proses yang terintegrasi secara keseluruhan.

(Wang, Jou & Hwang, 2018)

Di bawah ekosistem instruksi berdasarkan pemodelan fisika, instruktur (tutor), siswa, dan orang tua dapat memulai pembelajaran *flipping classroom* dalam berbagai konteks budaya, komunitas, dan sekolah.

Berdasarkan pendapat para ahli di atas maka dapat disimpulkan *Flipped classroom* merupakan metode pembelajaran yang mana peserta didik sebelum belajar di kelas mempelajari materi lebih dahulu di rumah sesuai dengan tugas yang diberikan oleh guru. Metode ini juga digunakan oleh guru ketika ada peserta didik yang tidak hadir di kelas karena sesuatu hal guru bisa membuat video apa yang diajarkannya dan diberikan kepada yang tidak masuk kelas tersebut. Metode *flipped classroom* juga berfungsi sebagai jembatan bagi peserta didik untuk menghubungkan dunia fisik nyata dengan model mental mereka, dan lebih dari mampu dalam membantu peserta didik membangun model konsep berdasarkan model mental mereka. Ini juga membuktikan bahwa teknologi pendidikan memainkan fungsi aktif dan penting dalam mendorong perubahan paradigma dalam struktur kognitif peserta didik.

5. Berpikir sistem (*System thinking skills*)

Menurut York *et al.*, (2019) berpikir sistem adalah pendekatan holistik untuk memeriksa sistem dunia nyata yang kompleks, di mana fokusnya bukan pada komponen individu dari sistem tetapi pada hubungan timbal balik yang dinamis antara komponen dan pada pola penyelesaian serta perilaku yang muncul dari hubungan timbal balik tersebut. Sementara pendekatan pemikiran sistem pada awalnya digunakan di bidang-bidang seperti bisnis, biologi, dan lainnya, baru-baru ini pendekatan ini telah diterapkan dalam konteks pendidikan.

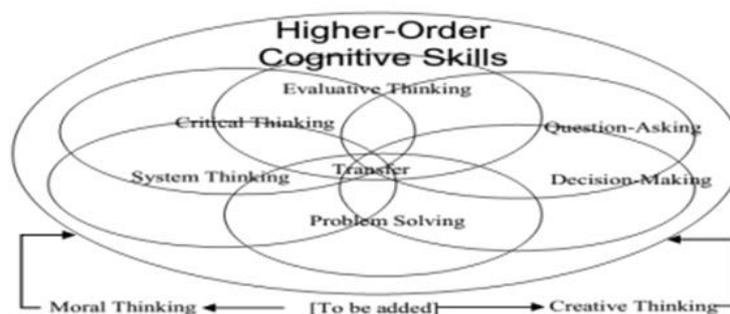
Berpikir sistem merupakan sebuah proses pemahaman tentang bagaimana satu hal dapat mempengaruhi hal yang lainnya secara keseluruhan.

Pemahaman ini dicontohkan sebagai sebuah ekosistem, yang mana di dalamnya terdapat unsur-unsur seperti udara, air, tumbuhan, hewan, dan makhluk-mahluk yang ada, saling bekerja sama untuk melanjutkan atau mengakhiri kehidupannya. Di dalam pemahaman ini, peserta didik dituntut untuk mampu memahami masalah, memilih pendekatan dan strategi pemecahan serta menyelesaikan masalah. Kemampuan pemecahan masalah pada dasarnya merupakan tujuan pembelajaran yang menjadi kebutuhan peserta didik dalam menghadapi kehidupan dunia nyata.

Pemikiran sistem menurut Matlin (2016) merupakan pusat untuk memahami dan menanggapi tantangan global, dan Ia berpendapat bahwa pengajaran dan juga praktik yang menggunakan pendekatan berpikir sistem dapat merangkul pendekatan yang melintasi batas-batas disiplin ilmu yang lain. Mahaffy (2018) juga menambahkan jika berpikir sistem diterapkan pada pendidikan STEM, berpikir sistem menggambarkan pendekatan yang bergerak melampaui pengetahuan yang terfragmentasi dan reduksionis tentang konten disipliner ke yang lebih terintegrasi dan pemahaman holistik dari lapangan.

Kemampuan berpikir sistem dalam penelitian ini adalah kemampuan peserta didik dalam memahami segala sesuatu secara keseluruhan dan bukan hanya sebagai jumlah dari bagian-bagian tertentu yang ada di dalam kehidupan manusia, sehingga secara konsep berpikir sistem yaitu maknanya adalah menyeluruh. Dalam *systems thinking*, fokusnya pada keseluruhan himpunan besar dari bagian-bagian lebih kecil dan bagaimana bagian itu saling berinteraksi dan berkaitan, bukan lagi elemen-elemen kecil yang saling terpisah, *systems thinking* merupakan cara pandang peserta didik terhadap dunia dan segala sesuatu yang ada di dalamnya. Berpikir sistem merupakan salah satu jenis pemikiran yang

kompleks. Kompleksitas dan keterhubungan pemikiran sistem dengan aspek lain dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Konteks Berpikir Tingkat Tinggi

(Meilinda *et al.*, 2018)

(Meilinda *et al.*, 2018) berdasarkan hasil kerangka teori berpikir sistem *GST*, *Cybernetic* dan *Dinamis*, indikator berpikir sistem dibagi menjadi empat indikator yaitu indikator berpikir sistem I (pra persyaratan), Indikator berpikir sistem II (dasar), indikator berpikir sistem III (menengah), dan indikator berpikir sistem IV (pakar koheren). Hasil studi empiris fase pengembangan indikator Berpikir sistem Bidang IPA . Berdasarkan hasil dari fase eksplorasi teori berpikir sistem maka dikembangkan indikator berpikir sistem ini menggunakan framework (Boersma *et al.*, 2013) yang dikembangkan dalam fase pengembangan dalam empat indikator dengan masing-masing terdiri dari 3 sub indikator seperti pada Tabel 4.

Tabel 4. Indikator Berpikir Sistem

Indikator Berpikir sistem	Sub Indikator Berpikir sistem
Mampu mengenali struktur dan peran dari komponen dan sistem	<ol style="list-style-type: none"> 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

Mampu menganalisis interaksi komponen dalam sistem	<ol style="list-style-type: none">1. Menganalisis hubungan antar konsep pada level yang berbeda2. Mengorganisasi komponen dan subkomponen, proses, dan interaksi terjadi diantaranya dalam frame work sistem.3. Mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi diantara komponen dan sub komponen dalam sistem.
Mampu menganalisis pola/ pemodelan dalam sistem	<ol style="list-style-type: none">1. Membuat generalisasi pola yang dibentuk oleh sistem.2. Merancang sebuah pola interaksi dari komponen-komponen yang dapat dideteksi keberadaannya pada sistem yang tertutup.3. Membuat/mengembangkan pemodelan yang menggambarkan kedudukan seluruh komponen dan sub komponen dalam frame sistem dalam bentuk 2D/3D.
Mampu memprediksi/ 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 komponendalam sistem dengan menggunakan pemodelan atau pola yang telah dirancang sebelumnya.3. Mengimplementasi pola baru berdasarkan hasil prediksi retropeksi.

Penelitian yang dilakukan oleh Catalina Foothills, yaitu sekolah di Arizona, Amerika (2018) menyatakan bahwa berpikir sistem adalah siapa saja yang menggunakan berpikir sistem sebagai sebuah kebiasaan dalam kombinasi dengan konsep dan alat visual dapat meningkatkan pemahaman tentang sistem dan bagaimana pengaruhnya terhadap konsekuensi jangka pendek dan jangka panjang. Banyak konsep berpikir sistem yang tertanam baik secara eksplisit maupun implisit. Berpikir sistem memberi siswa cara yang lebih efektif untuk menafsirkan kompleksitas dunia tempat mereka tinggal, di mana dunia yang semakin dinamis, global, dan kompleks.

6. Perubahan Iklim (*Climate Change*)

Lembaga Penerbangan dan Antariksa Nasional (2002) menyatakan bahwa perubahan iklim didefinisikan sebagai perubahan rata-rata salah satu atau lebih elemen cuaca pada suatu wilayah tertentu. Sedangkan istilah perubahan iklim menurut skala global yaitu perubahan iklim dengan acuan wilayah bumi secara keseluruhan. Lebih lanjut Intergovernmental Panel on Climate Change (2001) menyatakan bahwa perubahan iklim merujuk pada variasi rata-rata kondisi iklim suatu tempat atau pada variabilitasnya yang nyata secara statistik untuk jangka waktu yang panjang.

Bumi secara alami menyerap panas dari radiasi panas matahari yang sebagian diserap dan sebagian lagi dipantulkan ke luar angkasa. Lapisan atmosfer terdapat gas-gas rumah kaca yang menahan sebagian panas tetap ada di atmosfer sehingga bumi menjadi hangat dan layak untuk ditinggali. Mekanisme inilah yang disebut efek gas rumah kaca. Mekanisme terjadinya efek rumah kaca dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Mekanisme Efek Rumah Kaca

Pemanasan global terjadi karena adanya peningkatan gas-gas rumah kaca yang menyebabkan efek rumah kaca yang berlebihan pada atmosfer bumi. Peningkatan suhu telah terjadi selama empat dekade terakhir yang disebabkan oleh meningkatnya konsentrasi CO₂ dan gas rumah kaca lainnya akibat dari perilaku manusia itu sendiri. Menurut Pratama (2019) menyatakan bahwa meningkatnya suhu pada permukaan bumi dapat mengakibatkan terganggunya ekosistem dan mekanisme biota di bumi. Selain itu, dampak yang lain adalah mencairnya es di wilayah kutub hingga meningkatkan volume air laut dan mengancam kebedaraan daratan. Karena suhu merupakan salah satu parameter dari iklim, maka saat terjadi perubahan suhu secara global akan mengakibatkan terjadinya perubahan iklim secara global pula.

Climate Change Performance Index (CCPI) menyatakan bahwa negara Indonesia turun tiga peringkat dari tahun lalu menjadi 27 di CCPI tahun ini. Indonesia menunjukkan kinerja yang cukup baik dalam kategori energi terbarukan. CCPI merupakan salah satu instrument yang dibuat dengan tujuan untuk memperkuat transparansi politik iklim yang berskala internasional serta bagaimana implementasi kebijakan- kebijakan yang dilakukan oleh suatu negara khususnya terkait dengan permasalahan iklim. Kriteria untuk penilaian CCPI ini didasarkan pada lima penilaian level emisi CO₂, peningkatan emisi CO₂ yang terjadi, keberadaan energi

terbarukan, efisiensi dalam penggunaan energi serta kebijakan yang mendukung dalam permasalahan iklim. Meskipun masih tergolong dalam kategori rata-rata, Indonesia termasuk negara yang dianggap mengalami penurunan nilai untuk empat kriteria selain kebijakan yang mendukung permasalahan iklim (Haryanto & Prahara, 2017).

Keterkaitan antara model pembelajaran inkuiri dengan materi yang dipilih yaitu di mana di dalam model pembelajaran inkuiri peserta didik diberikan perlakuan untuk berpikir kritis, analitis, dan sistematis dalam menemukan jawaban ataupun solusi secara mandiri dari berbagai permasalahan yang berkaitan dengan perubahan iklim yang salah satunya disebabkan oleh kadar CO₂ yang terus meningkat. Peserta didik secara mandiri berusaha menemukan solusi dari permasalahan tersebut melalui kegiatan laboratorium real maupun virtual. Kemampuan melakukan keterampilan proses sains sangat mendukung melakukan penemuan dalam pembelajaran inkuiri.

Salah satu materi baru di Kurikulum 2013 pada SMA adalah materi pemanasan global (*global warming*). Materi pemanasan global dipelajari oleh siswa di SMA kelas XI semester II dengan Kompetensi Dasar (KD) 3.12; Menganalisis gejala pemanasan global, efek rumah kaca, dan perubahan iklim serta dampaknya bagi kehidupan dan lingkungan.

Kurangnya informasi tentang materi pemanasan global membuat peserta didik kebingungan dalam memahami faktor-faktor apa saja yang dapat menyebabkan terjadinya perubahan iklim. Faktor-faktor yang mempengaruhi terjadinya perubahan iklim seperti peningkatan temperatur permukaan bumi sebenarnya dapat diketahui melalui kegiatan laboratorium. Kegiatan laboratorium dapat mempermudah peserta didik mentransfer materi yang bersifat abstrak menjadi konkrit.

7. Pemetaan Materi Penelitian

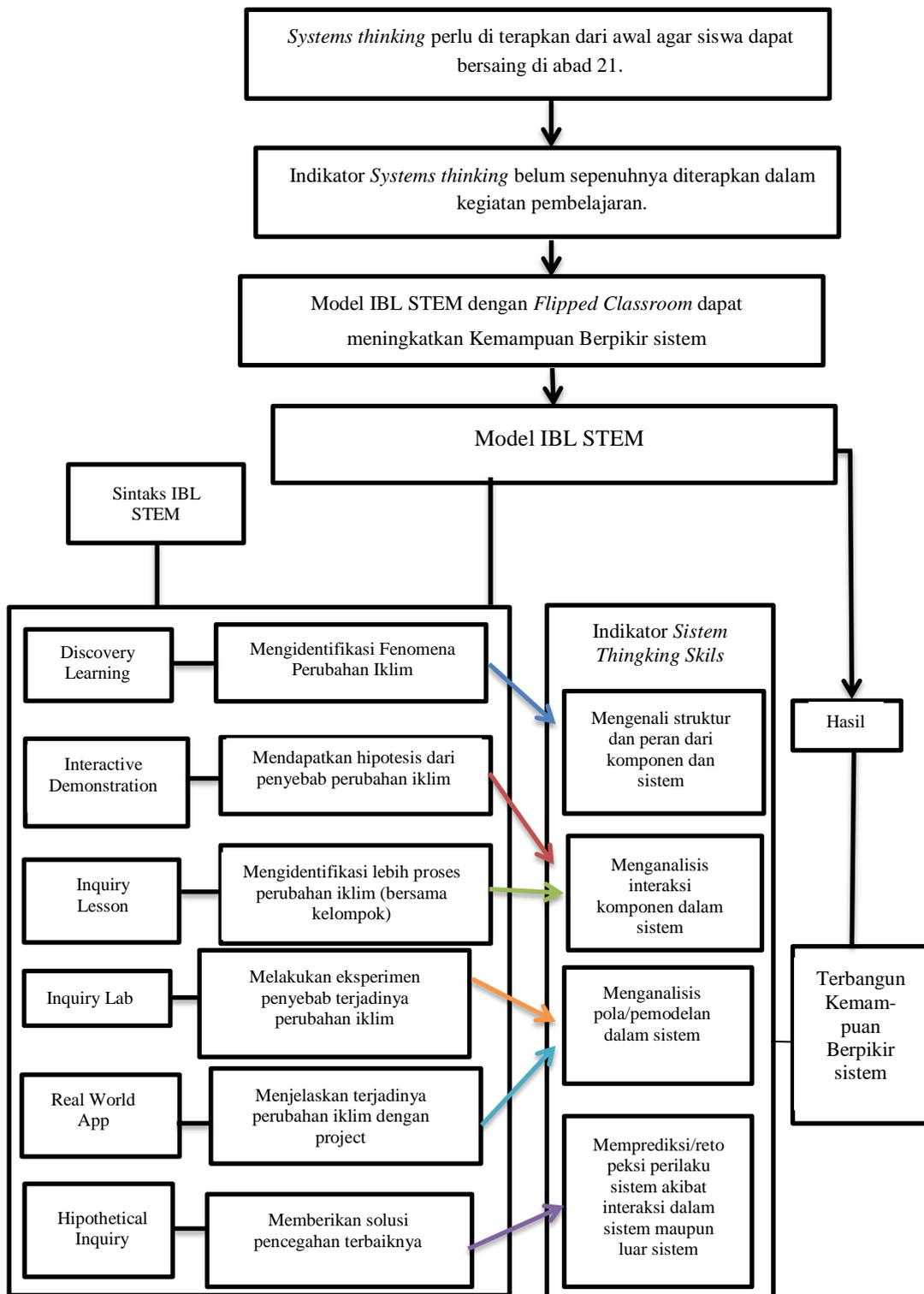
Penelitian ini mengimplementasikan pembelajaran *inquiry* (IBL) dengan pendekatan terpadu STEM. Integrasi dalam pembelajaran dapat dilakukan dengan minimal dua disiplin, namun tidak terbatas untuk dua disiplin. Materi yang terkait pada KD 3.12 dipetakan pada Tabel 5.

Tabel 5. Pemetaan Materi KD 3.12.

Aspek STEM	Materi
<i>Science</i>	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Faktual</i> Penyebab naiknya suhu dipermukaan bumi yaitu emisi dari karbon (CO₂). • <i>Konseptual</i> Tumbuhan menghirup CO₂ dan mengeluarkan O₂, semakin banyak tumbuhan maka semakin mengurangi emisi karbon (CO₂). • <i>Prosedural</i> Merancang pembuatan TCC (<i>Terrarium Climate Changes</i>)
<i>Technology</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Pemanfaatan internet untuk mencari informasi terkait perubahan iklim. • Pemanfaatan video pembelajaran, pembuatan produk berupa <i>terrarium climate changes</i>, serta PPT.
<i>Engineering</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Merancang desain alat peraga sederhana <i>terrarium climate changes</i>. • Membuat alat peraga sederhana <i>terrarium climate changes</i>. • Menguji coba <i>terrarium climate changes</i>.
<i>Mathematics</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis apa yang terjadi pada percobaan pola pertumbuhan tanaman pada <i>terrarium climate changes</i> terhadap waktu dengan menganalogikan seperti gas rumah kaca yang ada di bumi. • Mengidentifikasi apa saja dampak dari perubahan iklim.

B. Kerangka Pemikiran

Berdasarkan latar belakang masalah dan kerangka teoritis yang telah dipaparkan di atas bahwa model pembelajaran dalam proses pembelajaran merupakan hal yang penting untuk diperhatikan. Di mana penggunaan media pembelajaran pada abad 21 dapat menumbuhkan rasa ingin tahu peserta didik, dan mampu memberikan rangsangan belajar untuk peserta didik. Dengan begitu media pembelajaran yang digunakan harus menarik dan mudah untuk digunakan. Implementasi sekuensial model pembelajaran inovatif yang relevan dengan tuntutan kebutuhan global dan diharapkan dapat memengaruhi berpikir sistem peserta didik adalah model *Inquiry Based Learning* (IBL). Melalui 6 tahap pembelajaran *IBL* peserta didik tidak hanya sekedar dapat memecahkan masalah yang diberikan oleh guru tetapi model ini juga dapat melibatkan peserta didik secara aktif dalam pembelajaran dan menumbuhkan kemampuan berpikir bagaimana suatu hal dapat terkait satu dengan yang lainnya atau berpikir sistem pada peserta didik. Pendekatan STEM terintegrasi dapat memberikan pengalaman belajar peserta didik yang lebih bermakna dengan cara mengaitkan disiplin ilmu pengetahuan dan keterampilan dengan pengalaman pribadi, sehingga peserta didik dapat memahami konsep materi dengan baik. Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan variabel bebasnya yaitu Model *IBL* dengan pendekatan STEM, variabel terikatnya yaitu berpikir sistem *skill*, dan variabel moderatornya yaitu berbasis *flipped classroom*. Berikut ini adalah kerangka pemikiran peneliti yang akan dilakukan dalam penelitiannya, yaitu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Bagan Kerangka Pemikiran

Berdasarkan kerangka pemikiran di atas, dapat diketahui bahwa penelitian yang digunakan yaitu eksperimen dan menggunakan dua kelas, yaitu kelas eksperimen dan kelas control. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan model pembelajaran *IBL STEM* berbasis *flipped classroom*, sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan dengan model pembelajaran PBL dengan pendekatan saintifik. Masing-masing kelas pada awal pembelajaran diberikan soal *pretest* dan pada akhir pembelajaran diberikan soal *posttest* untuk mengetahui peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Penerapan *IBL STEM* diukur dengan cara membandingkan perbedaan rata-rata N-gain hasil belajar peserta didik antara kelas eksperimen dan kelas kontrol. Penelitian ini berasumsi bahwa terdapat perbedaan peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada kelas eksperimen yang menggunakan model pembelajaran *IBL STEM* berbasis *flipped classroom* lebih tinggi jika dibandingkan dengan kelas control. Karena melalui pendekatan *STEM* peserta didik akan mengaitkan sains (*science*), teknologi (*technology*), rekayasa (*engineering*), dan matematika (*mathematics*) dalam pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran *IBL*, serta peserta didik dituntut untuk menyelesaikan masalah dengan memasukan kemungkinan-kemungkinan yang lain, sehingga kemampuan berpikir sistem peserta didik dapat meningkat.

C. Anggapan Dasar

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

1. Peserta didik memiliki kemampuan awal yang sama baik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
2. Kelas eksperimen dan kelas kontrol membelajarkan materi tentang perubahan iklim (*climate changes*).
3. Faktor-faktor diluar penelitian diabaikan.

D. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kerangka teoritis dan kerangka pemikiran diatas, maka hipotesis pada penelitian ini yaitu:

H₀ : Terdapat perbedaan dalam menggunakan model IBL *STEM* berbasis *flipped classroom* terhadap peningkatan berpikir sistem pada peserta didik.

H₁ : Tidak ada perbedaan dalam menggunakan model IBL *STEM* berbasis *flipped classroom* terhadap peningkatan kemampuan berpikir sistem pada peserta didik.

III. METODE PENELITIAN

A. Pelaksanaan Penelitian

Penelitian ini telah dilaksanakan pada semester genap tahun ajaran 2021/2022, tepatnya di SMA Negeri 1 Pagelaran alamat Jl.Raya Gumukrejo, Gumuk Rejo, Kec. Pagelaran, Kab. Pringsewu, Lampung 35376.

B. Populasi Penelitian

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seluruh peserta didik kelas XI IPA SMA Negeri 1 Pagelaran pada semester genap pada Tahun Ajaran 2021/2022 yang berjumlah 4 kelas.

C. Sampel Penelitian

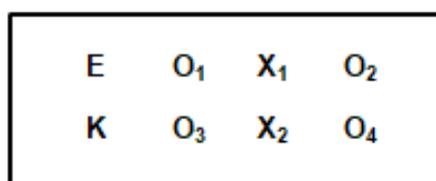
Teknik pengambilan sampel pada penelitian ini menggunakan teknik purposive sampling untuk seluruh siswa kelas XI IPA SMA Negeri 1 Pagelaran pada semester genap pada Tahun Ajaran 2021/2022.

D. Variabel Penelitian

Variabel pada penelitian ini adalah variabel bebas yaitu IBL dengan pendekatan *STEM*, variabel terikat yaitu meningkatkan kemampuan *systems thinking* peserta didik, dan variabel moderatornya adalah berbasis *flipped classroom*.

E. Desain Penelitian

Desain penelitian ini adalah penelitian kuantitatif eksperimen. Di mana penelitian kuantitatif eksperimen adalah penelitian ilmiah yang sistematis terhadap bagian-bagian dan fenomena serta antar hubungannya. Penelitian ini adalah penelitian dengan menggunakan metode *quasi eksperiment design* dengan desain penelitian *non-equivalent control group design*, yaitu satu kelompok eksperimen diberi perlakuan tertentu dan satu kelompok lainnya dijadikan kelompok kontrol. Penelitian ini memanipulasi perilaku individu atau kelompok yang diamati berupa situasi atau tindakan tertentu untuk dilihat pengaruhnya. Secara umum desain penelitian yang akan digunakan dapat digambarkan pada Gambar di bawah.



Gambar 4. Desain Eksperimen Pretest-Posttest *Control Group Design*

Keterangan:

E : Kelas eksperimen

K : Kelas kontrol

O₁ : Pretest pada kelas eksperimen

O₂: Posttest pada kelas eksperimen

O₃ : Pretest pada kelas kontrol

O₄ : Posttest pada kelas kontrol

X₁ : Perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran IBL dengan pendekatan *STEM*

X₂ : Perlakuan pembelajaran menggunakan model pembelajaran PBL dengan pendekatan saintifik.

(Sugiyono, 2013)

F. Prosedur Pelaksanaan Penelitian

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

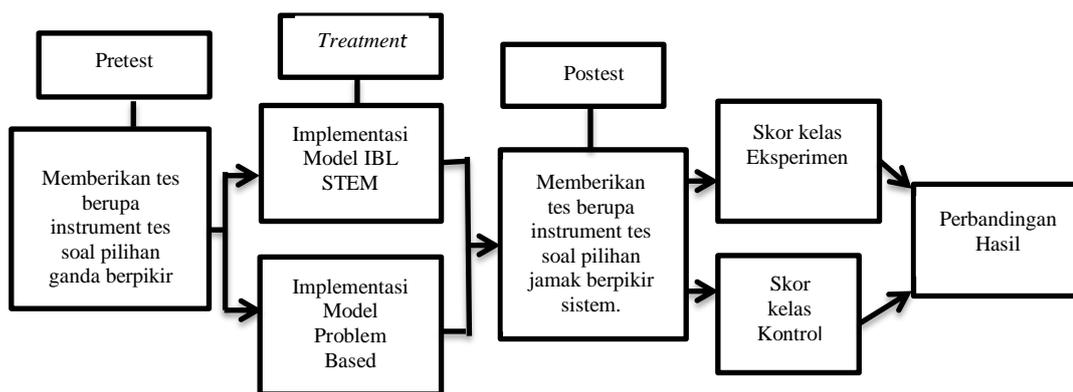
1. Tahap persiapan

Adapun kegiatan pada tahap ini yaitu.

- a. Peneliti meminta izin untuk melakukan penelitian di SMA Negeri 1 Pagelaran.
- b. Peneliti melakukan wawancara dengan pendidik mata pelajaran fisika di SMA Negeri 1 Pagelaran mengenai masalah yang dihadapi oleh peserta didik.
- c. Peneliti menentukan sampel penelitian.
- d. Peneliti mengkaji teori yang relevan dengan judul penelitian yang dilakukan.
- e. Peneliti menyusun RPP dan instrumen yang digunakan dalam proses pelaksanaan penelitian.

2. Tahap pelaksanaan

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap pelaksanaan, yaitu dapat dilihat pada Gambar dan Tabel berikut ini.



Gambar 5. Tahapan Pelaksanaan

Tabel 6. Tahap Pelaksanaan pada Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol

Kelas Eksperimen	Kelas Kontrol
a. Peneliti mengukur kemampuan <i>systems thinking</i> awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .	a. Peneliti mengukur kemampuan <i>systems thinking</i> awal peserta didik dengan memberikan <i>pretest</i> .
b. Peneliti memberikan perlakuan menggunakan pembelajaran IBL <i>STEM</i> yang berbasis <i>flipped classroom</i> .	b. peneliti memberikan perlakuan menggunakan PBL dengan pendekatan saintifik.
c. Peneliti memberikan <i>posttest</i> kepada peserta didik	c. Peneliti memberiakn <i>posttest</i> kepada peserta didik

3. Tahap Akhir

Adapun kegiatan yang dilakukan pada tahap akhir ini, yaitu.

- a. Mengolah data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik serta instrument pendukung lainnya.
- b. Membandingkan hasil analisis data insturmen tes sebelum perlakuan dan setelah diberi perlakuan untuk menentukan apakah terdapat perbedaan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada kelas eksperimen dan kelas kontrol.
- c. Memberikan kesimpulan berdasarkan hasil yang diperoleh melalui analisis data dan selanjutnya menyusun laporan penelitian.

G. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian merupakan alat ukur yang digunakan peneliti untuk mengumpulkan data mengenai objek yang digunakan untuk menjawab permasalahan. Adapun instrumen penelitian yang digunakan dalam penelitian ini, yaitu.

1. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) adalah pegangan seorang guru dalam mengajar di dalam kelas. RPP dibuat oleh guru untuk membantunya dalam mengajar agar sesuai dengan Standar Kompetensi dan Kompetensi Dasar. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) berisi pengaturan yang berkenaan dengan perkiraan atau proyeksi tentang apa yang akan dilakukan pada saat kegiatan belajar mengajar berlangsung, apabila perencanaan disusun secara matang maka proses dan hasil pembelajaran tidak akan jauh dari perkiraan.
2. Instrumen pengukuran kemampuan *systems thinking* peserta didik instrumen ini berupa lembar tes soal yang digunakan pada saat *pretest* dan *posttest* dan berbentuk soal pilihan jamak untuk mengukur hasil belajar peserta didik.

H. Analisis Instrumen Penelitian

Sebelum instrumen dipakai dalam sampel, instrumen harus diuji terlebih dahulu dengan menggunakan uji validitas dan uji reliabilitas dengan menggunakan program *IBM SPSS Statistics 21*.

1. Uji Validitas

Agar suatu instrumen atau alat yang digunakan untuk meneliti harus valid. Instrumen yang valid menunjukkan bahwa alat ukur yang digunakan untuk memperoleh data tersebut valid. Valid berarti instrumen tersebut dapat digunakan untuk mengukur apa yang seharusnya diukur (ketepatan). Untuk menguji validitas instrument digunakan rumus korelasi *product moment* sebagai berikut :

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

Keterangan:

r_{xy} : Koefisien korelasi antara variabel X dan variabel Y

N : Jumlah peserta didik yang dites

X : Skor butir soal

Y : Skor total

Uji validitas pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan SPSS versi 21.0 dengan menggunakan metode *pearson correlation*. Jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$ dengan taraf signifikan ($\alpha = 0,05$) maka instrumen tersebut valid. Namun jika $r_{hitung} < r_{tabel}$ maka instrumen tersebut tidak valid. Adapun koefisien validitas mengacu pada Tabel 7.

Tabel 7. Interpretasi Koefisien Korelasi

Nilai r_{xy}	Interpretasi Validitas
0,80 – 1,00	Sangat Tinggi
0,60 – 0,80	Tinggi
0,40 – 0,60	Sedang
0,20 – 0,40	Rendah
0,00 – 0,20	Sangat Rendah

(Arikunto, 2013:213)

2. Uji Reliabilitas

Instrumen yang reliabel adalah instrumen yang bila digunakan beberapa kali untuk mengukur objek yang sama, akan menghasilkan data yang sama. Perhitungan untuk mencari harga reliabilitas instrumen dengan menggunakan rumus alpha, yaitu:

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

Di mana:

r_{11} : Reliabilitas yang dicari

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

$\sum \delta_t^2$: Varians total

Uji reliabilitas adalah indeks yang menunjukkan sejauh mana alat pengukuran dapat diandalkan. Uji ini diperlukan untuk mendapatkan data sesuai dengan tujuan pengukuran. Instrumen yang dinyatakan reliabel dapat diinterpretasikan seperti pada Tabel 8.

Tabel 8. Klasifikasi Efisiensi Reliabilitas

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

(Arikunto, 2013: 239)

Setelah uji instrumen dilakukan, dan didapatkan hasil uji validitas dan reliabilitas yang diinginkan, maka instrument sudah siap digunakan kemudian diberikan pada sampel yang sesungguhnya.

I. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengumpulan data hasil belajar yang dilakukan dengan teknik tes. Bentuk tes berupa soal pilihan jamak yang terdiri dari 35 soal pada topik perubahan iklim yang diberikan pada kelas eksperimen dan dengan soal yang sama diberikan pada kelas kontrol. Tes yang diberikan bertujuan untuk mengetahui peningkatan kemampuan *systems thinking* peserta didik dengan pendekatan *STEM* menggunakan model IBL berbasis *flipped classroom* pada kelas eksperimen dan pembelajaran PBL dengan pendekatan saintifik pada kelas kontrol. Data hasil *pretest* dan *posttest* peserta didik, selanjutnya akan dilakukan tabulasi data, yaitu penyusunan data ke dalam bentuk Tabel dengan tujuan agar data dapat mudah disusun, dijumlah, dianalisis, dan disajikan. Adapun penilaian ini menggunakan rumus:

$$\text{nilai hasil belajar} = \frac{\text{skor yang diperoleh}}{\text{skor maksimum}} \times 100\%$$

Hasil belajar peserta didik di lihat dari kriteria berikut ini:

80 = baik sekali

66 – 79 = baik

56 – 65 = cukup

40 – 55 = kurang

40 = kurang sekali

J. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

1. Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini adalah data hasil *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir sistem yang kemudian dianalisis menggunakan N-gain untuk mengetahui perbedaan *pretest* dan *posttest* pada kelas eksperimen dan kelas kontrol. Untuk mengetahui hal tersebut menggunakan rumus berikut ini:

$$N - \text{Gain} = \frac{\text{Posttest} - \text{Pretest}}{\text{skor maksimum} - \text{Pretest}}$$

Hasil perhitungan N -gain kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi seperti pada Tabel 9.

Tabel 9. Klasifikasi N-Gain

Rata-rata N-Gain	Klasifikasi
$(g) \geq 0,07$	Tinggi
$0,30 \leq (g) < 0,07$	Sedang
$(g) < 0,30$	Rendah

(Meltzer, 2002)

2. Pengujian Hipotesis

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

1. Uji Normalitas

Uji normalitas dilakukan untuk mengetahui suatu sampel penelitian berdistribusi secara normal atau tidak. Uji normalitas dilakukan dengan menggunakan Kolmogorov Smirnov dan Ketentuan:

H_0 : Data berdistribusi normal

H_1 : Data tidak berdistribusi normal

Dengan dasar pengambilan keputusan

- a. Apabila nilai Sig atau nilai probabilitas $> 0,05$, maka H_0 diterima.
- b. Apabila nilai Sig atau nilai probabilitas $< 0,05$, maka H_0 ditolak.

2. Uji Homogenitas

Uji homogenitas ini dilakukan untuk mengetahui kehomogenan dari sample yang diberikan pada penelitian ini. Uji homogenitas ini menggunakan rumus:

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

Keterangan :

S_1^2 = Varians terbesar

S_2^2 = Varians terkecil

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

parametrik, apabila data tidak homogen maka dapat dilakukan uji hipotesis non-parametrik.

3. Uji Hipotesis

Data yang diperoleh digunakan untuk mengetahui terdapat perbedaan atau tidak antara kedua kelompok sampel. Hipotesis yang akan diujikan dengan *Independent Sampel T-test* sebagai berikut.

a. Hipotesis

H_0 : tidak terdapat perbedaan rata-rata kemampuan *systems thinking* peserta didik dengan menggunakan *IBL STEM* berbasis *flipped classroom*.

H_1 : terdapat perbedaan rata-rata kemampuan *systems thinking* peserta didik dengan menggunakan *IBL STEM* berbasis *flipped classroom*.

b. Pengambilan keputusan

1. H_0 ditolak jika Sig atau probabilitas lebih kecil dari 0,05
2. H_0 diterima jika Sig atau probabilitas lebih besar dari 0,05

4. Effect Size

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

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

Keterangan:

δ : Effect size

Y_e : Nilai rata-rata perlakuan eksperimen

Y_c : Nilai rata-rata perlakuan kontrol

S_c : Simpangan baku kelompok pembanding

Adapun hasil perhitungan dapat diinterpretasikan dalam Tabel 10 berikut.

Tabel 10. Interpretasi *Effect Size*

Nilai <i>effect size</i>	Interpretasi
1	2
$0,8 \leq d \leq 2,0$	Besar
$0,5 \leq d \leq 0,8$	Sedang
$0,2 \leq d \leq 0,5$	Kecil

(Cohen *et al.*, 2007)5. Uji *Analysis of Covariance* (ANCOVA)

Demi ketelitian dan kecepatan dalam pengujian hipotesis penelitian, analisis data penelitian ini dilakukan menggunakan bantuan software SPSS versi 21. Hasil analisis dari semua variabel terikat dirangkum untuk menemukan pola umum. Tujuan ANCOVA adalah untuk mengetahui atau melihat pengaruh treatment/perlakuan/factor terhadap variabel dependen dengan mengontrol variabel lain. Adapun langkah-langkah melakukan analisis ANCOVA pada SPSS adalah sebagai berikut:

- a. Pada menu Toolbar SPSS dipilih *Analyze*, kemudian dipilih *General Linear Model* → *Univariate*;
- b. Memasukkan variabel Y pada posisi *Dependent Variable*;
- c. Memasukkan variabel Model Pembelajaran pada *Fixed Factor* (s);
- d. Memasukkan variabel kovariat, yaitu pretest pada posisi *Covariates*(s);
- e. Pada Model: dipilih *Full Factorial*. Kemudian di-Klik *Continue*;
- f. Pada Option: pilih *Descriptive statistics*, *Estimates of effect size*, dan *Parameter Estimates*. Klik *Continue*;
- g. Kemudian dipilih OK

(Field, 2009)

V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa *Inquiry Based Learning (IBL) STEM* dengan *Flipped Classroom* dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik pada topik perubahan iklim. Inovasi pembelajaran antara perubahan iklim dengan penelitian ini berdampak pada peningkatan kemampuan berpikir sistem pada semua indikator dengan kelompok eksperimen yang lebih tinggi dibandingkan dengan kelompok kontrol. Hal ini menunjukkan bahwa pembelajaran fisika dengan materi perubahan iklim menggunakan model *Inquiry Based Learning (IBL) STEM* dengan *Flipped Classroom* berpotensi untuk meningkatkan keinginan belajar siswa secara holistik dan mampu membangun iklim belajar yang baik.

B. Saran

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

1. Agar pembelajaran perubahan iklim lebih meningkatkan peran serta atau keterlibatan siswa menjadi aktif, guru perlu menyediakan *platform* pembelajaran *online* yang menarik sehingga dapat lebih meningkatkan keterlibatan siswa dalam proses.
2. Penelitian ini memiliki keterbatasan pada saat uji coba produk tepatnya cuaca kurang mendukung, sehingga untuk penelitian selanjutnya disarankan memiliki alternatif terbaik agar uji coba produk tetap berjalan dengan lancar, disamping itu sampel yang kecil belum bisa menjadi landasan bagi kesimpulan yang lebih umum.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdi A., (2014). The Effect of Inquiry-based Learning Method on Students' Academic Achievement in Science Course. *Universal Journal of Educational Research*, 2(1), 37-41.
- Abdurrahman, Ariyani, Achmad, & Nurulsari, N. (2019). Designing an Inquiry-based STEM Learning strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st-century Skills: A Preliminary Research. *Journal of Physics: Conf. Series*.
- Aini, Shoufie Nur. (2015). Pengembangan Instrumen Asesmen Kinerja Siswa SMA Kelas X untuk Mengukur Keterampilan Berhipotesis. Skripsi. Universitas Negeri Malang.
- Amineh. JR & Davatgari HA. (2015). Review of Constructivism and Social Constructivism. *Journal of Social Sciences, Literature and Languages*, 1(1), 9-16.
- Arifiyani, C., & Susanti, S. (2020). Pengembangan Media Pembelajaran Video Pengamatan pada Mata Pelajaran Akuntansi Lembaga/Pemerintah Kelas XI Akuntansi di SMK Negeri Surabaya. *Jurnal Pendidikan Akuntansi (JPAK)*. 8 (3), 103-112.
- Arikunto, S. (2013). Dasar-dasar Evaluasi Pendidikan. Jakarta: Bumi Aksara.
- Asmuniv. (2015). Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA). *Diakses dari* :<http://www.vedcmalang.com/pppstkboemlg/index.php/menuutama/listrielectro/1507-asv9>.
- Awidi I.T. & Paynter M., (2018). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience, *Computers & Education. Computers and Education*.

- Azizah, Rismatul., Yuliati, Lia., & Latifah, Eny. (2015). Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika Pada Peserta didik SMA. *Jurnal Penelitian Fisika dan Aplikasinya (JPFA)*. 5(2), 44-50.
- Becker, K. H., & Park, K. (2011). Integrative approaches among science, technology, engineering, and mathematics (STEM) subjects on students' learning: A meta-analysis. *Journal of STEM education: Innovations and research*, 12(5).
- Beers, S. (2011). 21st Century Skills: Preparing Students For Their Future. 50 Diakses dari http://www.yinghuaacademy.org/wpcontent/uploads/2014/10/21st_century_skills.pdf. 1-6
- Boersma K., Waarlo A. J. & Klaassen K. (2011). The Feasibility of Systems Thinking in Biology Education. *Journal of Biological Education*. 45 (4). 190-7
- Breiner, J. M., Harkness, S. S., Johnson, C. C., & Koehler, C. M. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3–11
- Buchanan, Crist S. M., Harlan, Mary Ann, Bruce, Christine, & Edwards, Sylvia. (2016). Inquiry based learning models, information literacy, and student engagement: a literature review. *School Libraries Worldwide*, 22(2), 23-39.
- Cabrera D., Colosi L., & Lobdell C. (2008). Systems thinking. *EPP (Evaluation and Program Planning)*. 31, 299–310.
- Capraro, R. M, Capraro, M, M & Morgan , J.R. (2013). *STEM Project Based Learning: an Integrated Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM) Approach* . Rotterdam: Sense Publisher
- Catalina Foothills Unified District School. (2018). Systems Thinking Rubric Grades K-2. *Envision 21 Deep Learning*, Tucson. Arizona.
- Chai C. S. dan Kong S. C. (2017). Professional learning for 21st century education. *J. Comput. Educ.* Beijing Normal University.
- Clark S., John E. P., Cindy M. F., Roose D., Ginn J., & Daneri D. R. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PLoS ONE* 12(4).
- Cohen, L., Manion, L., & Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). London, New York: *Routledge Falmer*.

- Dini, S. P., Maharta, N., & Suana, W. (2018). Pengembangan Video Pembelajaran Flipped classroom Pada Materi Dinamika Rotasi Berbasis STEM. *Prosiding SKF 2017*. Universitas Lampung. Bandar Lampung. Hal. 231-240.
- Dugger, W. E. (2010). Evolution of STEM in the United States. *International Technology and Engineering Educators Association*. 1(1), 1-8.
- Elfeky A. I. M., Masadeh T. S. Y., & Elbyaly M. Y. H. (2019). Advance Organizers in Flipped Classroom via E-learning Management System and the Promotion of Integrated Science Process Skills, *Thinking Skills and Creativity*.
- Evagorou M., Korfiatis K., Nicolaou C. & Constantinou C. (2009). An Investigation of the Potential of Interactive Simulations for Developing System Thinking Skills in Elementary School: A case study with fifth-graders and sixth-graders, *International Journal of Science Education*, 31(5), 655-674.
- Firman, H. (2015). Pendidikan Sains Berbasis STEM: Konsep, Pengembangan, dan Peranan Riset Pascasarjana. *Seminar Nasional Pendidikan IPA dan PKLH*, 1-9.
- Fitri, Herman, & Haris, A. (2020). Analisis Kemampuan Memprediksi dalam Pembelajaran Fisika Peserta Didik Kelas XII MIA SMA Negeri 9 Makassar. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika (JSPF)*. 16(2), 100-107.
- Frida, S. T., Ivan D. A. I., & Try N. F. (2020). Studi Pustaka Miskonsepsi Siswa dalam Konsep Gerak Lurus, Gerak Parabola, dan Gerak Melingkar. *Jurnal Kependidikan Betara*, 1(4), 208-217.
- Glanemann N., Willner S. N., & Livermenn A., (2020). Paris Climate Agreement passes the cost-benefit test. *Nature Communications*. Vol 11 (110).
- Grace E., Kelton M. L., Owen J. P., Diaz M. A., White A., Danielson R. W., Butterfield P., Fallon M., & Schafer M. G. (2021). Integrating Arts with STEM to Foster Systems Thinking. *National Institute on Out-of-School Time*.
- Hafizah, S. (2020). Penggunaan dan Pengembangan Video dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Fisika (JPF) FKIP UM Metro*. 8 (2). 225-240.
- Harini, R. & Susilo, B. (2017). Kajian Spasial Dampak Perubahan Iklim terhadap Produksi Pertanian. *Jurnal AGRIPITA*, Vol 1(1).

- Haryanto H. C., & Prahara S, A. (2017). Yakinkah dengan Adanya Perubahan Iklim. *INQUIRY Jurnal Ilmiah Psikologi*, Vol. 8(2), 88 – 99.
- Hwang, G. J., & Lai, C. L. (2016). A self-regulated flipped classroom approach to improving students' learning performance in a mathematics course. *Computers & Education*, 100, 126–140
- Iskandar, E. (2016). Penggunaan Multimedia Laboratorium Virtual Fisika untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Kelas X SMA N 4 Lahat. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 3(1), 61–65.
- Mahaffy, P. G., Brush, E. J., Haack, J. A., & Ho, F. M. (2018). Special Issue on Reimagining Chemistry Education: *Systems Thinking*, and Green and Sustainable Chemistry. *Journal of Chemical Education*.
- Masgumelar, N. K. & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan dan Pembelajaran. *GHAITSA : Islamic Education Journal*, 2(1).
- Matlin, S. A., Mehta, G., Hopf, H., & Krief, A. (2016). One-world chemistry and systems thinking. *Nature Chemistry*, 8(5), 393-398.
- Mayer, K., & Krajcik, J. (2015). Designing and Assessing Scientific Modeling Tasks. *In Encyclopedia of Science Education*(291-297).
- Meltzer, D. E. (2002). The Relationship Between Mathematics Preparation And Conceptual Learning Gains In Physic: A Possible Hidden Variable In Diagnostic Pre-Test Score. *Journal of am J Phys*, 70 (12), 1259-1268.
- Meilinda, N. Y. Rustaman, H. Firman & B. Tjasyono. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content . *Journal of Physics: Conference Series*.
- Nattawut P., & Somkiat T. (2021). Using Digital Storytelling To Enhance Thai Student Analytical Thinking And Learning Achievement By Use Of A Flipped Classroom Environment Model And Inquiry-Based Learning (IBL). *PalArchs' Journal of Archeology of Egypt/Egyptologi (PJAEE)*, 18(4), 1829-1843.
- Nuraeni R., Setiono & Aliyah H., (2020). Analisis Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan Manusia. *Jurnal Pedagogi Hayati*, 4 (1).
- Paradesa, R. (2015). Kemampuan berpikir kritis matematis mahasiswa melalui pendekatan konstruktivisme pada matakuliah matematika keuangan. *Jurnal Pendidikan Matematika RAFA*, Vol.1(2), 306-325.

- Payong, M. R. (2020). Zona Perkembangan Proksimal dan Pendidikan Berbasis Konstruktivisme Sosial Menurut Lev Semyonovich Vygotsky. *JKPM: Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan Missio*, 12(2), 164 – 178.
- Pedaste M., Mario M., Leijen A., & Sarapuu T. (2012). Improving Students' Inquiry Skills through Reflection and Self-Regulation Scaffolds. *Old City Publishing. Cognition and Learning*, Vol. 9, 81–95
- Pratama N. S. & Edi Istiyono. (2015). Studi Pelaksanaan Pembelajaran Fisika Berbasis Higher Order Thinking (HOTS) Pada Kelas X di SMA Negeri Kota Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Fisika dan Pendidikan Fisika (SNFPF)*. 6(1), 104-122.
- Pratama R., 2019. Efek Rumah Kaca Terhadap Bumi. *Buletin Utama Teknik* Vol. 14 (2)
- Rangkuti, N. A. (2014). Konstruktivisme Dan Pembelajaran Matematika. *Jurnal Darul 'Ilmi*, Vol. 2(2).
- Reeve, Edward M. & Avery Zanj K. (2013). Developing Effective STEM Professional Development Program. *Journal of Technology Education*. Vol. 25(1).
- Saputri, A. Y., Abdurrahman., Suyatna, A. (2020). Implementasi Pendekatan STEM Berbasis Inquiry Based Learning terhadap Hasil Belajar dan Kecemasan Kognitif Peserta Didik. *Jurnal Inovasi dan Pembelajaran Fisika*, 7(2), 118-128.
- Sartika, D. (2019). Pentingnya Pendidikan Berbasis STEM dalam Kurikulum 2013. *Jurnal Ilmu Sosial dan Pendidikan*, 3(3), 89-93.
- Secker, C. (2002). Effects of Inquiry-Based Teacher Practices on Science Excellence and Equity. *The Journal of Educational Research*, Vol. 95(3), 151–160
- Sugiyarti, Lina & Arif, A. (2018). Pembelajaran Abad 21 di SD. Prosiding Seminar dan Diskusi Nasional Pendidikan Dasar. Tersedia pada [journal.unj.ac.id › index.php › psdpd › article › view](http://journal.unj.ac.id/index.php/psdpd/article/view). Diakses pada 7 November 2019.
- Sugiyono. (2013). *Metode Penelitian Kombinasi*. Bandung: Alfabeta.
- Sugrah, N. (2019). Implementasi Teori Belajar Konstruktivisme Dalam Pembelajaran Sains. *Humanika, Kajian Ilmiah Mata Kuliah Umum*, 19(2), 121-138.

- Tsai H. Y., Chung C. C., & Lou S. J. (2017). Construction and Development of iSTEM Learning Model. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*. 14 (1), 15 – 32.
- Waer H. P. & Mawardi M. (2021). Integrasi Model Inkuiri Terbimbing dan Pendekatan Flipped Classroom pada Pembelajaran Materi Sifat Koligatif Larutan untuk Siswa Kelas XII SMA/MA. *Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(3), 1029-1037.
- Wang J., Jou M., Yaozhong L., & Huang C. C. (2018). An Investigation on Teaching Performances of Model-Based Flipping Classroom for Physics Supported by Modern Teaching Technologies. *Computers in Human Behavior*, 84, 36-48.
- Wenning, Carl. J. (2005). Levels of inquiry: Hierarchies of Pedagogical Practice and Inquiry Processes. *Journal Physics Teacher Education Online*, 2(3), 3- 12
- Wenning, Carl. J. (2011). The levels of inquiry model of science teaching. *Journal Physics Teacher Education Online*, 6(2), 9-16.
- Wicaksono, A. G. (2020). Penyelenggaraan Pembelajaran IPA Berbasis Pendekatan Stem Dalam Menyongsong Era Revolusi Industri 4.0. *Lensa (Lentera Sains): Jurnal Pendidikan IPA*, 10 (1), 54-62.
- Winarni J., Zubaidah S., & Soepriono K. H. (2016). STEM : Apa, Mengapa, dan Bagaimana. *Pros. Semnas. Pendidikan IPA Pascasarjana UM*.
- Yano H. A., Ahmad Y., & Yunanri W. (2019). Analisis Sudut Panel Solar Cell Terhadap Daya Output dan Efisiensi Yang Dihasilkan. *Jurnal Program Studi Teknik Mesin UM Metro*, 8 (2), 177-181.
- Yulianti, Y., & Wulandari, D. (2021). Flipped Classroom : Model Pembelajaran untuk Mencapai Kecakapan Abad 21 Sesuai Kurikulum 2013. *Jurnal Kependidikan: Jurnal Hasil Penelitian dan Kajian Kepustakaan di Bidang Pendidikan, Pengajaran dan Pembelajaran*, 7(2), 372-384.
- York S., Lavi R., Dori Y. J., & Orgill M. (2019). Applications of Systems Thinking in STEM Education. *Journal of Chemical Education*.