

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN *FLIPPED CLASSROOM*
TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK**

(Tesis)

Oleh
FATONI LATIF
2023025001



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2024**

**PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN *FLIPPED CLASSROOM*
TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK**

Oleh

FATONI LATIF

Tesis

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

Pada

**Program Studi Magister Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDARLAMPUNG
2024**

ABSTRAK

PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK

Oleh

FATONI LATIF

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa pada materi perubahan iklim dengan menggunakan model pengembangan ADDIE. Subyek pada penelitian ini melibatkan 31 siswa kelas VIIA di SMP Al Kautsar Bandar Lampung yang dipilih secara *purposive sampling*. Pada tahap awal dilakukan analisis kondisi lapangan terhadap kinerja 30 responden guru di Lampung dengan hasil 70% guru belum pernah menggunakan *flipped classroom*, 65% belum pernah mengintegrasikan STEM, 73% belum memahami keterampilan berpikir sistem, serta dilakukan analisis kinerja terhadap 60 siswa di Lampung dengan hasil 72% pembelajaran dilakukan secara tradisonal, 73% belum pernah belajar dengan mengintegrasikan STEM dan nilai rata-rata keterampilan berpikir sistem masih rendah yaitu 40. Instrumen hasil pengembangan dinyatakan valid oleh validator dengan kriteria sangat tinggi yaitu 92,12% dan 92,52 % saat dilakukan uji terbatas kepada 6 guru IPA di Bandar Lampung. Implementasi pembelajaran dilakukan dengan model *Project Base Learning* dengan hasil penilaian keterlaksanaan pembelajaran 89% pada kriteria sangat tinggi dan penilaian kinerja siswa sebesar 88% berkriteria sangat tinggi. Dalam penerapannya program pembelajaran efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem ditinjau dari *n-Gain* sebesar 0,58 berkriteria sedang dan *effect size* sebesar 0,22 berkategori sedang. Keefektifan program pembelajaran juga didukung dengan kepraktisan program pembelajaran yang ditinjau dari penilaian pembuatan produk sebesar 88% berkriteria sangat tinggi serta mendapatkan respon positif dari guru sebesar 88% dengan kriteria sangat tinggi, dan respon positif siswa sebesar 81% dengan kriteria sangat tinggi. Berdasarkan hasil penelitian tersebut disimpulkan bahwa program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM efektif dan praktis dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa.

Kata kunci: Pembelajaran, *Flipped Classroom*, Integrasi STEM, Keterampilan Berpikir Sistem, Perubahan Iklim

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF STEM INTEGRATED FLIPPED CLASSROOM LEARNING PROGRAM TO IMPROVE STUDENTS' SYSTEMS THINKING SKILLS

By

FATONI LATIF

This research is to develop a flipped classroom integrated STEM learning program to improve students' systems thinking skills on climate change material using the ADDIE development model. The subjects of this research involved 31 class VIIA students at SMP Al Kautsar Bandar Lampung who were selected using purposive sampling. The initial stage is analysis of field conditions on the performance of 30 teacher respondents in Lampung with the results that 70% of teachers had never used a flipped classroom, 65% had never integrated STEM, 73% did not understand systems thinking skills, and performance analysis was carried out on 60 students in Lampung using the results of the research showing that 72% of them learned traditionally, 73% had never studied by integrating STEM and the average score for systems thinking skills was still low, namely 40. The design stage produces learning tools, questionnaire sheets and assessment instruments. At the development stage, namely expert validation, the results were 92.12% with very valid criteria and obtained 92.52% with very valids criteria in a limited test of 6 science teachers in Bandar Lampung. Implementation of learning uses the Project Base Learning model with implementation of learning assessment results of 89% on very high criteria and student performance assessment of 88% on very high criteria. During the evaluation process, the results showed that the learning program effectively improved systems thinking skills in terms of n-Gain of 0.58, a medium criterion, and an effect size of 0.22, a medium effect category. The effectiveness of the learning program is also supported by the practicality of the learning program as seen from the product manufacturing assessment of 88% with very high criteria and getting a positive response from teachers of 88% with very high criteria, and a positive response from students of 81% with very high criteria. Based on the research results, it can be concluded that the flipped classroom integrated STEM learning program is effective and practical in improving students' systems thinking skills.

Keywords: flipped classroom, STEM, System Thinking Skills, Climate Change

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN PROGRAM PEMBELAJARAN
FLIPPED CLASSROOM TERINTEGRASI STEM
UNTUK MENINGKATKAN KETERAMPILAN
BERPIKIR SISTEM PESERTA DIDIK**

Nama Mahasiswa : **Fatoni Latif**

Nomor Pokok Mahasiswa : 2023025001

Program Studi : Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

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

Pembimbing II,

Dr. Noor Fadiawati, M.Si.
NIP. 19660824 199111 2 001

2. Mengetahui

Ketua Jurusan
Pendidikan MIPA

Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.
NIP. 19600301198503 1 003

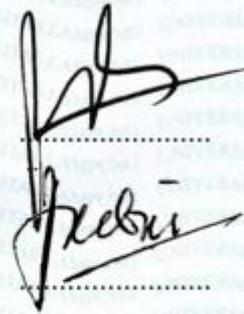
Ketua Program Studi
Magister Pendidikan IPA

Dr. Neni Hasjunidah, M.Si.
NIP. 19700327 199403 2 001

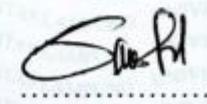
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

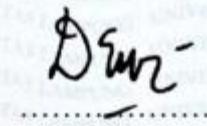
Ketua : Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si.



Sekretaris : Dr. Noor Fadiawati, M.Si.



Penguji Anggota : 1. Prof. Agus Suyatna, M.Si.



2. Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.

2. **Deputi Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



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



Direktur Program Pascasarjana
Prof. Dr. H. Murhadi, M.Si.
NIP. 19640326 198902 1 001

3. **Tanggal Lulus Ujian Tesis: 19 Januari 2024**

PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Fatoni Latif
Nomor Pokok Mahasiswa : 2023025001
Fakultas/Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA
Program Studi : Magister Pendidikan Ilmu Pengetahuan Alam
Alamat : JL. H.Komarudin Gg.Betik Gawi 7, Sukajaya,
Rajabasa Jaya, Bandar Lampung

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

Apabila ternyata kelak dikemudian hari terbukti ada ketidakbenaran dalam pernyataan saya di atas, maka saya akan bertanggung jawab sepenuhnya.

Bandar Lampung, 19 Januari 2024
Yang menyatakan



Fatoni Latif
NPM. 2023025001

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Sidorejo, 15 Maret 1987 sebagai anak pertama dari empat bersaudara yang merupakan buah hati Bapak Bahrin (alm) dan Ibu Yuryanah. Pendidikan formal diawali di SD Negeri 3 Sidorejo selesai pada tahun 1999, lalu jenjang pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 4 Kalirejo lulus pada tahun 2002, jenjang pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Kalirejo lulus pada tahun 2005, jenjang S1 Pendidikan Biologi Universitas Lampung lulus pada tahun 2012, Pendidikan Profesi Guru (PPG) di Universitas Negeri Malang lulus tahun 2018, dan Pendidikan Guru Penggerak (PGP) BGP Lampung angkatan VII lulus tahun 2023.

Selama S1 di Universitas Lampung, penulis mengikuti lembaga kemahasiswaan HIMASAKTA, FPPI, Forkom, Aliansi Pers Mahasiswa Lampung (APM), PMWS dan UKPM Teknokra. Setelah lulus S1, pada tahun 2012 penulis diterima sebagai guru di SMP Al Kautsar Bandar Lampung. Selama menjadi guru penulis pernah menjadi ketua Musyawarah Guru Mata Pelajaran (MGMP) Kota Bandar Lampung, dan tergabung dalam organisasi PGRI, selain itu penulis merupakan Pembina ekstrakurikuler KIR, OPPK, dan LCT, dan OSN IPA sampai sekarang. Pada tahun 2023 penulis menempuh pendidikan jenjang S2 Program Studi Magister Pendidikan IPA di Universitas Lampung.

MOTTO

“Orang sombong bagaikan orang yang berada di atas gunung, yang memandang orang di bawah kecil, tanpa menyadari orang yang di bawah memandangnya kecil juga ”

(Ali bi Abi Thalib)

“Tanpa perenungan yang mendalam sekalipun kita tahu, bahwa kita ada untuk orang lain”

(Albert Einstein)

“Dadio wong sing seneng mbantu wong liyo”

(Bahrn)

“Pendidikan adalah faktor terpenting untuk bisa hidup layak dan terhormat”

(Fatoni Latif)

PERSEMBAHAN

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Dengan menyebut nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang dan mengucapkan syukur kehadiran Allah SWT, Alhamdulillahirobbil'alamin, terima kasih kepada Allah SWT yang telah memberiku kesehatan, kesabaran, ketabahan, ridho, dan kesempatan untuk menyelesaikan tesis ini dan aku persembahkan karya usaha terbaikku ini kepada:

- 🧑‍👩 Bapak dan Ibuku (Bahrin (alm) dan Yuriyanah) tercinta yang telah membesarkanku dengan penuh cinta dan kasih sayang yang tulus, kesabaran dan keikhlasan dalam membimbing, mendidik, tak pernah lelah berkorban, dan memberikan semangat, motivasi serta doa untuk keberhasilan anaknya.
- 🧑‍👩 Istriku : Riska Martina, S.Si.,S.Pd. yang selalu ada disisiku sebagai pengingat, penyemangat dan yang selalu mendoakanku.
- 🧑‍👩 Anak-anakku : Ziya Afsa Afika dan Zhafira Dea Afika penyemangatku.
- 🧑‍👩 Adik-adikku : Bayu Astuti, S.PdI., Silahudin, S.PdI, Panggah Santoso, S.PdI, dan Rizki Pangestu yang selalu memberikan dorongan dan semangat.
- 🧑‍👩 Rekan-rekan guru di SMP Al Kautsar dan rekan-rekan satu angkatan yang selalu mendukung, memberikan semangat motivasi, dan doa selama perkuliahan terutama saat menyelesaikan tesis
- 🧑‍👩 Almamater tercinta Universitas Lampung yang telah menjadi tempatku menimba ilmu dan mendidik serta mengajariku tentang arti kehidupan

SANWACANA

Bismillaahirrahmaanirraahim.

Alhamdulillahirobbil'alamin, dengan mengucap syukur kehadiran Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang yang telah melimpahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis ini yang berjudul "Pengembangan Program Pembelajaran *Flipped Classroom* Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Keterampilan Berpikir Sistem Peserta Didik" sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Magister Pendidikan dapat diselesaikan dengan baik. Shalawat serta salam selalu tercurah kepada Nabi besar Rasulullah Muhammad SAW. Penulis menyadari terselesaikannya tesis ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A.,I.P.M., selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Prof. Dr. Sunyono, M.Si. selaku Dekan FKIP Unila;
3. Prof. Dr. Ir. Murhadi, M.Si., selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung;
4. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA Universitas Lampung;
5. Dr. Neni Hasnunidah, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA sekaligus Penguji II, serta validator aspek kesesuaian isi dan konstruksi atas segala bimbingan, kritik, dan saran untuk kebaikan daripada produk penelitian yang dihasilkan;
6. Prof. Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku Pembimbing I yang telah berkenan memberikan bimbingan, kesabaran, dan motivasinya untuk menyelesaikan penyusunan tesis, bekal ilmu dan nasihatnya untuk menjadi pribadi yang lebih baik dalam menjalani hidup kedepannya;

7. Dr. Noor Fadiawati, M.Si. selaku Pembimbing II, atas segala kemudahan, motivasi, dan saran dalam proses penyusunan tesis;
8. Prof. Agus Suyatna, M,Si, selaku Penguji I, dan validator aspek kesesuaian isi dan konstruksi atas segala bimbingan, kritik, dan saran untuk kebaikan dari produk penelitian yang dihasilkan;
9. Segenap civitas akademika program studi Magister Pendidikan IPA;
10. Yayasan Al Kautsar Lampung yang telah memberikan beasiswa dan segala kebijaksanaanya.
11. Kepala SMP Al Kautsar Bandar Lampung selaku pimpinan tempat penulis bekerja, atas segala kebijaksanaanya, motivasi, dan telah mengizinkan penulis untuk melakukan penelitian di sekolah yang dipimpin,
12. Teman-teman seperjuangan Program Studi Magister Pendidikan IPA tahun 2020 yang selalu mendukung dan memberikan motivasi dalam menyelesaikan penyusunan tesis.

Akhir kata, semoga Allah SWT melimpahkan rahmat dan karuniaNya dan semoga tesis ini dapat bermanfaat untuk kita semua.

Aamiin Ya Robal Alamin

Bandar Lampung, Januari 2024

Penulis

Fatoni Latif

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR GAMBAR	xviii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah.....	5
C. Tujuan Penelitian	5
D. Manfaat Penelitian	6
E. Ruang Lingkup Penelitian.....	6
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Teori Belajar Konektivisme	8
B. Teori Belajar Konstruktivisme	16
1. Konstruktivisme Jean Peaget	19
2. Konstruktivisme Vigotsky	20
C. Teori Pembelajaran Bermakna	21
D. Multimedia Pembelajaran	22
E. <i>E-Learning</i> dan <i>Google Classroom</i>	23
F. <i>Flipped Classroom</i>	24
G. Pembelajaran Terintegrasi STEM	29
H. Keterampilan Berpikir Sistem.....	34
I. Lembar Kerja Peserta Didik	37
J. Kerangka Berpikir Penelitian	43

III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian	45
B. Desain Penelitian	45
C. Langkah-Langkah Penelitian	46
1. <i>Analysis</i>	46
2. <i>Design</i>	46
3. <i>Development</i>	47
4. <i>Implementation</i>	48
5. <i>Evaluation</i>	49
D. Alur Penelitian	49
E. Instrumen Penelitian	50
1. Instrumen analisis kinerja guru dilapangan	50
2. Instrumen validasi aspek kesesuaian isi	50
3. Instrumen validasi aspek kesesuaian kontruksi	51
4. Soal pretest dan postest	51
5. Instrumen keterlaksanaan pembelajaran	52
6. Instrumen asesmen kinerja ilmiah	52
7. Instrumen penilaian pembuatan produk	52
8. Instrumen respon guru dan siswa	53
F. Sumber Data Penelitian	53
G. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis	54
1. Analisis data pendahuluan, vaidasi ahli, dan uji terbatas	54
2. Analisis uji validitas dan reliabilitas	55
3. Analisis data skor hasil pretest dan postes	56

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian	61
1. Tahap analisis	61
2. Tahap perancangan produk	73
3. Tahap pengembangan produk	75
4. Tahap implementasi	80
5. Tahap evaluasi	85
B. Pembahasan	99
1. Pembelajaran di luar kelas	101
2. Integrasi STEM dalam pembelajaran	106
3. Pembelajaran di dalam kelas	110
4. Respon siswa setelah pembelajaran	125

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	132
B. Saran	133

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN	155
1. Angket studi pendahuluan program untuk peserta didik	156
2. Angket studi pendahuluan program untuk peserta didik	166
3. Silabus	167
4. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran	169
5. Lembar Kerja Peserta Didik.....	187
6. Instrumen Asesment Keterampilan Berpikir Sistem.....	207
7. Hasil validasi ahli 1 dan 2 (Dosen) terhadap kesesuaian isi	224
8. Hasil validasi ahli 1 dan 2 (Dosen) terhadap konstruksi.....	226
9. Hasil uji coba terbatas terhadap kesesuaian isi dan kontruksi	228
10. Hasil uji validitas dan reliabilitas tes kreativitas ilmiah	233
11. Nilai pretes, postes, dan n-gain	238
12. Hasil uji hipotesis.....	240
13. Hasil uji ukuran pengaruh (<i>effect size</i>).....	241
14. Penilaian kinerja kreativitas ilmiah siswa.....	243
15. Penilaian pembuatan produk siswa.....	245
16. Penilaian keterlaksanaan pembelajaran	249
17. Hasil angket respon siswa.....	254
18. Hasil angket respon guru	257

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Berbagai pengertian komponen STEM.....	30
2. Aspek STEM Dalam Proses Pembelajaran.....	32
3. Sistematika <i>Google Classroom</i> berbasis STEM	33
4. Taksonomi Berpikir Sistem	35
5. Indikator Berpikir Sistem Pada Topik Perubahan Iklim.....	36
6. Kriteria Penggunaan LKPD	40
7. <i>The matching only pretest-postest control group design</i>	48
8. Penskoran Pada Angket Kesesuaian Isi dan Konstruksi.....	54
9. Tafsiran Skor Angket Kesesuaian Isi dan Konstruksi	55
10. Kriteria Derajat Reliabilitas (r_{11})	56
11. Kategori <i>n-gain</i>	57
12. Interpretasi <i>Effect Size</i>	59
13. Persentase Hasil Validasi Ahli	76
14. Saran dari Validator dan Hasil Perbaikan	77
15. Persentase Hasil Validasi Uji Terbatas	78
16. Data hasil uji validitas instrumen tes keterampilan berpikir sistem.....	79
17. Penilaian keterlaksanaan pembelajaran	84
18. Nilai Tertinggi, Terendah dan Simpangan Baku Pretest dan Postest	87
19. Nilai Tertinggi, Terendah dan Simpangan Baku <i>n-gain</i>	88
20. Data Hasil Uji Normalitas Nilai <i>Pretest</i> , <i>Postest</i> , dan <i>n-gain</i>	92
21. Hasil Uji <i>Paired Sample T-Test</i>	92
22. Data Hasil Perhitungan <i>Effect Size</i>	93
23. Penilaian Kinerja Ilmiah dan Integrasi STEM.....	95

24. Penilaian Pembuatan Produk	96
25. Persentase Hasil Respon Guru	97
26. Data Respon Siswa	98
27. Pertanyaan LKPD Sesuai Dengan Indikator Berpikir Sistem.....	104

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Perbandingan Kelas Tradisional dan flipped Classroom.....	25
2. Posisi Berpikir Sistem di Dalam Higher Order Thinking	34
3. Tahapan Model Pengembangan ADDIE.....	45
4. Alur program pembelajaran dengan pendekatan ADDIE	49
5. Studi Awal Pengetahuan Tentang <i>Flipped Classroom</i>	61
6. Studi Awal Pengetahuan dan Aplikasi STEM	64
7. Pemahaman dan Implementasi Keterampilan Berpikir Sistem.....	67
8. Penerapan Pembelajaran Flipped Classroom.....	69
9. Integrasi STEM Dalam Pembelajaran.....	70
10. Nilai Keterampilan Berpikir Sistem Siswa Pada Studi Pendahuluan	72
11. Desain Pengembangan <i>Flipped Classroom</i> terintegrasi STEM.....	83
12. Nilai Pretest dan Postest Kelas Kontrol	85
13. Nilai Pretest dan Postest Kelas Eksperimen.....	86
14. Perbandingan <i>n-gain</i> Kelas Kontrol dan Kelas Eksperimen.....	88
15. Nilai Keterampilan Berpikir Sistem Siswa	89
16. Peningkatan Keterampilan Berpikir Sistem Siswa	90
17. <i>N-gain</i> Keterampilan Berpikir Sistem Siswa Kelas Eksperimen	91
18. Interpretasi <i>effect size Cohen'sd</i>	94
19. LMS <i>google classroom</i>	102
20. Jawaban siswa dalam LKPD <i>Online</i>	104
21. Pertanyaan Ilmiah Siswa	111
22. Jawaban Siswa Tentang Komponen Penyusun Ekosistem.....	113
23. Kelebihan dan Kekurangan Serta Rencana Perbaikan Produk	115

24. Judul, Tujuan, dan Manfaat Pembuatan Produk	116
25. Alat dan Bahan Serta Prosedur Pembuatan Produk	116
26. Prosedur Pembuatan Produk	116
27. <i>Timeline</i> Proyek <i>Mini Green House</i>	117
28. Proses Pembuatan Produk	118
29. Hasil Percobaan Pada Kedua <i>Mini Green House</i>	120
30. Grafik Hasil Pengamatan Siswa.....	121
31. Proses Diskusi dan Presentasi Siswa	121
32. Jawaban Siswa Terkait Hasil Percobaan Pada <i>Mini Green House</i>	123
33. Jawaban Siswa Terkait Penyebab Kenaikan Suhu dan CO ₂	123
34. Jawaban Siswa Terkait Prediksi Perubahan Iklim	124
35. Kendala dan Saran Pembuatan Produk	125

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pendidikan abad 21 menuntut pembelajaran yang mencerminkan empat keterampilan hidup yang disebut 4C yaitu *Critical Thinking, Communication, Collabo-ration dan Creatifity* (Erdoğan, 2019; OCDE, 2018) dan merupakan aspek penting pendidikan masa kini (Ayu, 2019; Roychoudhury et al., 2017). Lebih lanjut (Ponto & Linder, 2011) menyebut *Critical Thinking and Problem Solving* dengan istilah *system thinking*.

Sistem thinking merupakan pendekatan *holistik* yang kompleks dan merupakan sistem di dunia nyata dimana fokus pada hubungan timbal balik yang dinamis antara komponen dan pola perilaku yang muncul dari hubungan timbal balik tersebut (Bausch, 2002; Evagorou et al., 2009; Hammond, 2017; Jacobson et al., 2006; Mandinach & Cline, 1993; Orgill et al., 2019). Keterampilan ini juga sudah diterapkan di berbagai konteks IPA dan kehidupan, diantaranya pada pembelajaran sistem keselamatan percobaan, (Zhang et al., 2019) perubahan iklim (Meilinda et al., 2019), sistem pernapasan (Nuraeni et al., 2020), sistem mitigasi banjir, (Dzulkarnain et al., 2019) prinsip biologis mendasar dari homeostasis, (Mor & Zion, 2019), sistem pengelolaan sampah (Kubanza & Simatele, 2018) sistem sejarah terbentuknya bumi (Rispoli, 2020).

Selain itu banyak hal positif yang didapat dari penerapan keterampilan berpikir sistem diantaranya dapat menumbuhkan kemampuan memecahkan masalah dan keahlian lain yang lebih sulit (Andriani & Hamdu, 2021; Meilinda et al., 2018), meningkatkan kemampuan menganalisis masalah secara terstruktur, membuat kesimpulan (Richmond, 1994), menganalisis dinamika sebuah pemodelan atau sistem (Rebs et al., 2019) dan membantu siswa , mengaitkan hubungan antara

masalah yang tampaknya tidak terkait menjadi saling berkaitan (Clark, Petersen, Frantz, Roose, Ginn, & Daneri, 2017; Rustaman, 2021). Kemampuan tersebut sesuai dengan tuntutan materi perubahan iklim yang merupakan materi yang kompleks sehingga untuk memahami variasi, penyebab dan efeknya memerlukan keterampilan berpikir sistem (Abbott, 2014; Roychoudhury et al., 2017; Shepardson et al., 2012).

Dalam pembelajaran di sekolah, materi-materi yang kompleks seperti perubahan iklim sering disampaikan dengan metode reduksi, yaitu dengan cara membagi setiap struktur dan dianalisis secara terpisah, hal tersebut mengakibatkan siswa akan kesulitan dalam mempelajari hubungan antar komponen, memahami pola interaksi, memodelkan, dan memprediksi serta rekonstruksi sebuah sistem (Krippner & Laszlo, 1998; Wilensky & Resnick, 1999). Karakteristik materi perubahan iklim yang cukup kompleks dan memiliki kedalaman materi membutuhkan waktu pembelajaran yang lebih banyak agar siswa dapat menguasai kompetensi yang diinginkan (Raved & Yarden, 2014; Riess & Mischo, 2010). Oleh karena itu, diperlukan sebuah program pembelajaran yang merupakan hubungan makna yang dirancang dan diterapkan dengan purposive. Suatu program dapat dipahami sebagai kelompok dari aktivitas yang dimaksudkan untuk mencapai satu atau terkait beberapa sasaran hasil (McDavid et al., 2018). Salah satu program pembelajaran yang efisien dalam memanfaatkan waktu dan tidak mengurangi esensi tingkat kedalaman dan kompleksitas materi yaitu *Flipped classroom*, hal tersebut karena pembelajaran menggunakan *flipped classroom* memberikan waktu yang lebih kepada peserta didik untuk belajar mandiri sebelum pertemuan kelas (Bergmann & Sams, 2011).

Flipped classroom merupakan desain pembelajaran yang dikembangkan oleh Jon Bergmann dan Aaron Sams, yaitu guru kimia SMA Woodland Park di Colorado, Amerika Serikat, awalnya program ini digunakan untuk membantu para siswanya yang tidak masuk kelas dengan membuat video pembelajaran apa yang sudah mereka ajarkan. Hasilnya sangat bagus, siswa bisa mengikuti pelajaran dan tidak ketinggalan. Model ini akhirnya dipakai juga oleh siswa yang sudah belajar di kelas sebagai bahan untuk memperdalam materi yang sudah dipelajarinya. Pada

pelaksanaanya *flipped classroom* diawali dengan pemberian video sebelum pembelajaran, sedangkan pembelajaran di dalam kelas digunakan untuk membahas dan mendiskusikan materi yang belum dipahami (Cho et al., 2021; Nwosisi et al., 2016), sehingga dianggap sebagai model yang ideal secara teoritis dan praktis dan tepat diajarkan baik secara full daring maupun campuran (Campillo & Miralles, 2021; Khan & Abdou, 2021).

Tren penelitian, menunjukkan 80% *flipped classroom* sudah diterapkan diberbagai dunia pendidikan (Akçayır & Akçayır, 2018). Hal tersebut dapat dipahami, karena penerapan *flipped classroom* memiliki beberapa nilai positif diantaranya dapat meningkatkan kemampuan *computational thinking*, bekerja dengan kelompok dan motivasi belajar serta kemampuan memecahkan masalah (B. Abdurrahman, 2020; Bordes et al., 2021; Gong et al., 2020), meningkatkan hasil belajar (Busebaia & John, 2020; Ramadhani et al., 2019; Suryawan et al., 2021), dan menciptakan lingkungan kelas yang lebih efektif dan aktif (Bates & Ludwig, 2020; Murafer et al., 2021; Tomas et al., 2019), serta membuat siswa lebih siap dalam belajar (Goedhart et al., 2019).

Program pembelajaran *Flipped classroom* akan lebih efektif jika dipadukan dengan Learning Manajemen System (LMS), hal tersebut karena memungkinkan peserta didik dapat mengakses materi lebih fleksibel tanpa batas ruang dan waktu (Hew et al., 2020; Kollmann, 2006). Ada berbagai LMS yang bisa digunakan dalam pembelajaran saat ini seperti rumah belajar, *google classroom*, ruang guru, zenius, *moodle*, siajarLMS, dan Edmodo (Pratomo & Wahanisa, 2021), akan tetapi peneliti memilih *google classroom* untuk dielaborasi dengan *flipped classroom* karena beberapa pertimbangan, diantaranya; gratis, mudah digunakan, dan merupakan *platform* daring yang inovatif dan efektif (Albashtawi & Al Bataineh, 2020; Ugwoke et al., 2018).

Dalam penerapannya *flipped classroom* dapat diintegrasikan dengan pendekatan yang mengombinasikan sains, teknologi, teknik dan matematika yang disajikan secara proporsional seperti STEM agar pembelajaran yang berlangsung menjadi lebih efektif (Bybee, 2013). Disamping itu integrasi STEM dalam pembelajaran memiliki banyak dampak positif diantaranya; merupakan pendekatan yang sesuai

dengan kemajuan teknologi (B. Abdurrahman, 2020; Widayanti et al., 2019), dan dapat meningkatkan keterlibatan, motivasi, kolaborasi, dan kinerja peserta didik (Ng & Chu, 2021; Sudianto et al., 2019), mampu meningkatkan keterampilan bernalar (Fitriani et al., 2017; Pertiwi & , Abdurrahman, 2017), sehingga akan mempengaruhi cara berpikir kritis dan problem solving (*sistem thinking*) peserta didik (Gómez & Suárez, 2020; Reynders et al., 2020; Wahono et al., 2021).

Selain itu implementasi STEM dalam pembelajaran menempatkan penyelidikan ilmiah dan eksperimen sebagai bentuk pemecahan masalah, serta masalah yang dipecahkan merupakan masalah di dunia nyata, sehingga pembelajaran yang diterima oleh peserta didik menjadi lebih bermakna (Fan et al., 2021), hal tersebut sangat berguna dalam kesuksesan pembelajaran IPA karena karakteristik pelajaran IPA menuntut siswa dapat membangun konsep sendiri dari hasil investigasi dan pemecahan masalah (Putri, 2019).

Salah satu materi IPA yang menuntut keterampilan pemecahan masalah dan berpikir kritis (berpikir sistem) adalah materi perubahan iklim (Meilinda et al., 2019), untuk itu penerapan STEM pada materi perubahan iklim layak untuk dipertimbangkan. Penelitian tentang pembelajaran *flipped classroom* sudah beberapa kali dilakukan tetapi yang meng-integrasikan *Sains, Teknologi, Engineering dan Mathematic* (STEM) sebagai *support* kedalam pembelajaran masih sedikit, sehingga perlu dikembangkan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM yang mendukung pembentukan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Berdasarkan analisis data studi pendahuluan terhadap 30 guru IPA SMP Negeri dan swasta di Provinsi Lampung menyatakan 70% guru belum memahami pengertian, tahapan dan cara menerapkan *flipped classroom*, dan 65% belum memahami, mengintegrasikan, menggunakan pembelajaran STEM serta 73% belum memahami indikator, dan belum menerapkan keterampilan berpikir sistem. Senada dengan hal tersebut, analisis data studi pendahuluan terhadap 60 siswa-siswi di Provinsi Lampung juga menyatakan didapatkan sebesar 72% pembelajaran dilakukan secara tradisional, 73% belum mengintegrasikan STEM dan nilai yang didapatkan siswa tentang berpikir sistem masih rendah yaitu 40.

Merujuk latar belakang tersebut, maka diperlukan suatu program pembelajaran yang adaptif digunakan pada masa kini dan disukai oleh peserta didik sehingga tercipta pembelajaran yang aktif dan efektif, serta bisa meningkatkan keterampilan peserta didik salah satunya berpikir sistem. Berdasarkan penjelasan yang telah dikemukakan di atas, peneliti tertarik untuk mengembangkan sebuah program pembelajaran *flipped classroom* yang diintegrasikan dengan STEM dengan tujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik pada materi perubahan iklim.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, rumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimanakah karakteristik program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik?
2. Bagaimanakah efektivitas program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik?
3. Bagaimanakah kepraktisan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik?

C. Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, disusun tujuan penelitian sebagai berikut:

1. Mendeskripsikan karakteristik program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.
2. Mendeskripsikan keefektivan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.
3. Mendeskripsikan kepraktisan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.

D. Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Bagi peserta didik
Memberikan pengalaman belajar menggunakan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM yang dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem peserta didik.
2. Bagi Guru
Memberikan solusi pembelajaran bagi guru yang mudah diakses dan dapat menciptakan suasana pembelajaran yang lebih bermakna dan dapat meningkatkan keterampilan berpikir sistem.
3. Bagi Sekolah
Memberikan pengarahannya agar guru menggunakan pendekatan yang membuat peserta didik dapat meningkatkan hasil belajarnya pada pembelajaran abad 21.
4. Bagi Dunia Pendidikan
Memberikan masukan dan sumbangan pemikiran dalam upaya peningkatan kualitas proses pembelajaran IPA.
5. Bagi Peneliti Lain
Memberikan informasi terkait pengajaran yang menggunakan *flipped classroom* terintegrasi STEM dapat meneruskan penelitian dengan menggunakan variabel bebas yang lain, memberikan ide kepada peneliti lain agar melakukan penelitian lain tentang keterampilan berpikir sistem.
6. Manfaat teoritis penelitian ini diharapkan dapat menambah dan memperkaya khasanah keilmuan tentang program pembelajaran *Flipped Classroom* dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa dalam pembelajaran.

E. Ruang Lingkup Penelitian

Adapun ruang lingkup pada penelitian ini adalah, sebagai berikut :

1. Pengembangan dalam penelitian ini adalah pengembangan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM yang meliputi RPP dan LKPD

2. Instrumen evaluasi berpikir sistem dalam materi perubahan iklim menggunakan *climate change system thinking instrument (CCSTI)* yang sudah dikembangkan oleh (Meilinda et al., 2019) dan sudah divalidasi secara teoritis dan empiris.
3. LMS untuk pembelajaran diluar kelas menggunakan *Google Classroom* yang merupakan kelas online yang menyediakan banyak *fitur* pembelajaran.
4. Indikator berpikir sistem (Hopper & Stave, 2008) , yaitu : mampu mengenali stuktur dan peran dari komponendan sistem, mampu menganalisisinteraksi komponen dalam sistem, mampu menganalisis pemodelan dalam sistem, dan dapat memperkirakan perilaku sistem akibat interaksi dalam sistem maupun luar sistem.
5. Pada proses pembelajaran di dalam kelas model yang digunakan yaitu *Project Base Learning* atau pembelajaran berbasis proyek
6. Program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dikatakan efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem jika minimal 75% siswa memiliki *n-gain* berkriteria sedang dan *effect size* kriteria sedang.
7. Program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dikatakan praktis dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem jika respon pendidik, repon peserta didik, penilaian kinerja ilmiah, dan penilaian pembuatan produk peserta didik minimal kriteria sedang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Teori Belajar Konektivisme

Perkembangan teknologi yang begitu cepat saat ini telah berimplikasi pada perubahan teori pembelajaran. Teori pembelajaran yang lebih tua tidak mampu menjelaskan perkembangan yang ada. Oleh karena itu lahirlah teori belajar baru yang dibangun dengan tanpa membuang teori lama yang telah ada. Sesuai perkembangan era digital saat ini lahir teori belajar konektivisme (Kontesa & Fauziati, 2022). Teori ini merupakan gagasan mengenai pembelajaran di abad ke-21 (Malikah & Fauziati, 2022), dan sangat sesuai untuk pembelajaran abad 21 yang ditandai dengan keterampilan digital, berpikir kritis, menyelesaikan masalah, kreatif, dan kolaboratif (M. Karim, 2021; Siyamta et al., 2000). Konektivisme juga menyatakan tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan aktivitas dan pengetahuan yang dibutuhkan dan dihubungkan dengan orang yang tepat dalam konteks yang tepat agar dapat diklasifikasikan sebagai belajar (Mardika, 2005).

Definisi pembelajaran dalam connectivism merupakan kegiatan yang diawali dengan kegiatan mengetahui dan selanjutnya adalah menciptakan pengetahuan dengan tindakan (*actionable knowledge*). Individu merupakan awal konektivisme. Pengetahuan pribadi berasal dari jaringan yang dimasukkan ke dalam organisasi dan institusi, dan pada gilirannya akan memberi umpan balik pada jaringan, serta memberikan pembelajaran bagi individu. Keterhubungan antara pribadi ke jaringan dan organisasi ini pada akhirnya menjadi siklus pengembangan pengetahuan (Siemens, 2020).

Frances Bell (2009), menyatakan bahwa dalam pembelajaran online, teori pembelajaran yang tepat adalah teori belajar konektivisme yang diperkenalkan oleh

Goerge Siesmens di mana materi pembelajaran akan didistribusikan melalui koneksi internet agar satu sama lain bisa terhubung. Goerge Siemens pertama kali memperkenalkan teori konektivisme dalam artikel online yang berjudul “A Learning Theory For The Digital Age”. Konektivisme yang diusulkan oleh Goerge adalah sebuah teori belajar yang bercirikan “Penguatan pembelajaran pengetahuan dan pemahaman melalui perluasan jaringan pribadi”. Sejak awal teori belajar connectivisme diposisikan sebagai teori belajar alternative yang lebih konsisten dengan lingkungan yang selalu berubah akibat perubahan teknologi. Dimana teknologi telah mengubah cara hidup, cara berkomunikasi, cara belajar dan cara mengajar. Perkembangan teknologi yang pesat ini memudahkan peserta didik, mahasiswa, pendidik, dan di seluruh satuan pendidikan di dunia untuk mengakses pengetahuan kapan saja dan dimana saja tanpa ada batasan waktu.

Ada dua pendapat ahli yang membuktikan bahwa teori belajar konektivisme cocok dengan pembelajaran online di antaranya sebagai berikut:

1. Menurut Downes, (2005) konektivisme merupakan distribusi pengetahuan yang memiliki karakteristik interaktif dalam koneksi jaringan.
2. Pendapat yang sama disampaikan oleh Siesmens (2004), teori konektivisme adalah pengganti dari teori belajar behaviorisme, kognitivisme dan konstruktivisme untuk era digital saat ini.

Teori belajar konektivisme memiliki prespektif, bahwa kegiatan pembelajaran dimulai dari kegiatan mengetahui sampai dengan kegiatan menciptakan pengetahuan. Pengambilan keputusan di era digital akan didasarkan pada landasan landasan yang berubah secara cepat, karena informasi baru akan diperoleh secara terus-menerus dan berkelanjutan, sehingga diperlukan kemampuan untuk dapat membedakan mana informasi yang penting dan tidak penting. Beberapa poin utama dalam teori connectivisme antara lain (1) pembelajaran merupakan suatu proses penghubung dari beberapa sumber informasi, (2) mendorong dan memelihara hubungan untuk memfasilitasi terjadinya pembelajaran berkelanjutan (continued learning), (3) keakuratan pengetahuan merupakan tujuan dari kegiatan

pembelajaran, (4) dapat memilah, memilih dan mengelola informasi untuk penentuan pengambilan suatu keputusan (Harahap et al., 2023).

Dalam teori konektivisme, pengetahuan bukan hanya pada satu individu, dalam hal ini pendidik saja, tetapi ada di berbagai lapisan dunia atau ada pada setiap orang. Dengan cara memanfaatkan jaringan internet terkoneksi dengan orang lain yang ada di lapisan dunia yang mempunyai pengetahuan yang beragam agar manusia dapat belajar lebih banyak berbagai pengetahuan. Penjelasan eksplisit dalam konektivisme memanfaatkan media digital untuk fasilitas pembelajaran dan membangun jaringan belajar dengan pihak lain. Dengan di dasarnya bahwa kenyataan di era informasi ini keputusan harus diambil dengan cepat karena perubahan pengetahuan terjadi begitu cepat yang menuntut setiap orang harus tetap belajar lebih banyak berbagai ilmu pengetahuan yang terkoneksi antara satu sama lain dalam jaringan internet (Wicaksono & Suradika, 2022).

Teori belajar konektivisme memberikan kesempatan kepada guru untuk memaksimalkan manfaat dari kemajuan teknologi informasi termasuk media sosial untuk menyebarkan, mendistribusikan ilmu pengetahuan dengan cara mengikuti berbagai komunitas yang terkoneksi dalam jaringan. Guru dapat memanfaatkan teori belajar konektivisme untuk proses pembelajaran dengan cara sebagai berikut:

1. Mengupgrade ilmu pengetahuan baru dengan cara mengadopsi teori belajar connectivisme, yang harus dilakukan guru adalah mengikuti blog seseorang yang isinya berbagai inovasi dalam dunia pendidikan untuk kepentingan meningkatkan profesi keprofesionalannya.
2. Dalam praktek pembelajaran guru harus dapat memanfaatkan berbagai layanan web yang digunakan untuk mendapatkan ilmu pengetahuan dan juga menyebarkan ilmu pengetahuan yang bermanfaat untuk meningkatkan pembelajaran yang berguna bagi dunia pendidikan.
3. Teori belajar connectivisme memberikan kesempatan kepada guru untuk menggunakan berbagai web untuk belajar seperti (Blog, Wiki, dll) dengan tujuan memperkaya berbagai sumber pembelajaran yang kreatif.

4. Kebebasan arus informasi saat ini membebaskan peserta didik untuk memilih web yang berguna sebagai sumber belajar yang ilmiah dengan cara mengolah informasi yang dapat dijadikan bahan pembelajaran secara selektif dan kritis.
5. Pada tahap evaluasi teori belajar connectivisme, guru melakukan penilaian terhadap hasil belajar peserta didik (Harahap et al., 2023).

Cara pembelajaran seperti yang dijelaskan di atas sering dilakukan oleh peserta didik di era kemajuan teknologi saat ini di mana peserta didik memanfaatkan informasi yang dibutuhkannya dengan mengakses web, blog, dll. Informasi yang didapatkan juga dibagikan melalui aplikasi-aplikasi yang ada di smartphone peserta didik seperti whatsapp, line, facebook dengan cara peserta didik mengolah informasi tersebut terlebih dahulu, kemudian dijadikan sebagai sumber belajar yang bermanfaat bagi peserta didik untuk menyelesaikan persoalan dalam pembelajaran. Teori belajar konektivisme menekankan kepada peserta didik untuk lebih selektif memproses berbagai sumber informasi, agar ketika melakukan kajian terhadap sumber informasi yang digunakan tidak salah dalam memilih sumber belajar yang tidak tepat (Saksono et al., 2023).

Penerapan teori belajar konektivisme dapat dimulai dari kegiatan mengumpulkan informasi, mengelola informasi, sampai dengan kegiatan menciptakan pengetahuan baru untuk memudahkan guru dan juga peserta didik dalam pengambilan keputusan karena informasi yang berubah secara cepat akan diperoleh secara terus-menerus dan berkelanjutan, oleh karena itu peserta didik dituntut untuk dapat membedakan informasi yang penting dan tidak penting sebagai landasan untuk memperoleh pengetahuan (Ariyanto & Fauziati, 2022). Konektivisme menguraikan 4 unsur dalam belajar yaitu: Otonomi, keterhubungan, keragaman, keterbukaan. Dalam prakteknya diterapkan fungsi manajemen pada proses perencanaan, pengorganisasian, sampai pada pengendaliannya agar dalam pembelajaran tepat sasaran dengan rencana yang telah ditetapkan (Karim, 2013). Selanjutnya terdapat beberapa prinsip yang perlu dipahami bersama dalam pembelajaran konektivisme. Adapun prinsip-prinsip tersebut menurut George Siemens (2005) sebagai berikut:

1. Di era derasnya arus informasi, berkembang keanekaragaman (*diversity*) pembelajaran dan pengetahuan serta pandangan, pendapat, dan opini
2. Pembelajaran terjadi dengan menghubungkan berbagai sumber-sumber informasi sebagai bahan pembelajaran terutama *node-node* khusus.
3. Implikasi dari kemajuan teknologi dan informasi begitu mudah mengakses ilmu pengetahuan, maka dari itu kapasitas untuk mengetahui sesuatu lebih penting dari pada apa yang saat ini diketahui.
4. Memelihara dan juga mendorong agar terjadinya pembelajaran yang berkelanjutan dengan cara merawat hubungan dengan *network* untuk memfasilitasi terjadinya pembelajaran.
5. Menghubungkan berbagai ide-ide dengan cara melihat berbagai hubungan antara bidang-bidang dengan menemukan konsep-konsep, hal tersebut merupakan keterampilan inti yang dibutuhkan.
6. Tujuan dari kegiatan pembelajaran *konektivisme* adalah *mengupdate* pengetahuan yang terbaru dengan memanfaatkan fasilitas teknologi yang ada.
7. Dalam pembelajaran *konektivisme* pengambilan suatu keputusan merupakan bagian dari proses pembelajaran.
8. Memproses setiap informasi dengan berbagai sumber belajar, mengolah informasi yang tepat agar bisa dijadikan sebagai bahan sumber belajar.
9. Informasi bergerak begitu cepat, maka dari itu diperlukan kejelian dalam melihat informasi yang harus dilihat dengan pergeseran realitas, karena pergeseran informasi dapat mempengaruhi pengambilan keputusan.

Pada aplikasinya teori belajar *konektivisme* dapat diterapkan dalam berbagai macam mata pelajaran dan disegala kondisi terutama pada saat pembelajaran *online* seperti sekarang ini di mana komponen sistem pembelajaran satu sama lain terkoneksi lewat jaringan internet, selain itu siswa dan guru pada zaman sekarang sudah familiar dengan internet dalam pembelajaran. *Konektivisme* mempunyai implikasi terhadap berbagai aspek kehidupan karena dengan membentuk jaringan dalam pembelajaran yang baik akan berdampak terhadap ilmu pengetahuan dan keterampilan peserta didik dalam setiap bidang pendidikan dan kehidupannya (Ferdiansyah et al., 2022).

Konektivisme diarahkan oleh pemahaman bahwa keputusan didasarkan pada perubahan yang cepat. Informasi baru diperoleh secara terus-menerus, yang terpenting adalah kemampuan untuk menentukan antara informasi yang penting dan tidak penting (Siemens, 2011). Dalam artikel ilmiahnya yang berjudul *Connectivism is the integration of principles explored by chaos, network, and complexity and self-organization theories*, George Siemens (2004) menjelaskan teori konektivisme merupakan integrasi prinsip yang dieksplorasi melalui teori *chaos, network, complexity, dan self-organizing*.

1. Chaos

Chaos artinya kekacauan/hilangnya prediktabilitas, yang dibuktikan dengan pengaturan yang rumit dan bertentangan dengan ketertiban. Hal ini tidak sebagaimana teori konstruktivisme yang menyatakan bahwa pembelajar berusaha untuk mengembangkan pemahaman dengan tugas membuat makna. Chaos menyatakan bahwa makna itu ada, dan tantangan pembelajar adalah mengenali pola-pola yang tampak tersembunyi. Membuat makna dan membentuk hubungan antara komunitas merupakan kegiatan yang penting. Gleick & Berry (1987) menyatakan seperti dalam cuaca, dan dalam gurauannya dikenal dengan butterfly effect atau efek kupu-kupu: “bahwa kupu-kupu yang mengaduk udara hari ini di Peking dapat mengubah sistem badai bulan di New York” Pernyataan Gleick di atas menganalogikan bahwa ketergantungan pada kondisi awal sangat mempengaruhi apa yang akan kita pelajari dan bagaimana kita akan bertindak dalam pembelajaran. Dalam pengambilan keputusan, perubahan yang terjadi pada hal yang mendasari pengambilan keputusan, maka akan menjadikan keputusan itu sendiri tidak lagi benar sebagaimana pada saat keputusan dibuat. Disinilah peran pembelajar yang utama adalah kemampuan untuk mengenali dan menyesuaikan diri dengan pola perubahan.

2. Jejaring

Belajar adalah sebagai penciptaan jaringan. Siemens menyatakan bahwa saat pelajar terlibat dalam menciptakan pembelajaran mereka sendiri dalam sebuah aringan, maka pemahaman akan muncul melalui penerapan metakognisi untuk mengevaluasi elemen mana yang bermanfaat dalam mencapai tujuan dan elemen

mana yang perlu dihilangkan. Dalam salah satu penelitiannya Siemens juga menyatakan tentang trend era peralihan saat ini adalah pembelajaran informal merupakan bagian yang signifikan dari pengalaman belajar seseorang. Pendidikan formal tidak lagi menjadi bagian utama pembelajaran. Pembelajaran sekarang dilakukan melalui beraneka cara, baik melalui praktek dalam komunitas, jejaring pribadi, atau melalui penyelesaian pekerjaan yang saling terkait. Saat ini kita memperoleh pembelajaran yang kita butuhkan tidak lagi secara individual, tetapi dengan melakukan keterhubungan atau jejaring. Jejaring dapat didefinisikan sebagai keterhubungan baik keterhubungan melalui jejaring komputer, maupun jejaring sosial lainnya. Manusia di dunia saat ini bersaing untuk mendapatkan hubungan, karena kemampuan untuk membangun hubungan adalah syarat untuk survival dalam lingkungan saat ini yang serba terkoneksi. Dalam pembelajaran, terdapat kecenderungan bahwa konsep pembelajaran yang akan dipakai adalah tergantung pada seberapa baik sesuatu itu terhubung dengan jejaring yang ada.

3. Kompleksitas

Kompleksitas artinya adanya suasana yang tidak teratur atau ruwet. Karena informasi yang datang begitu cepat dengan adanya teknologi digital.

4. *Self organizing* (mengatur diri sendiri)

Dalam era saat ini, pembelajaran sebagai sebuah kegiatan mengatur diri sendiri. Dalam proses ini dibutuhkan adanya sistem keterbukaan dalam memperoleh informasi. Mengatur diri sendiri dianalogkan sebagai ribuan semut yang secara spontan menghindari tabrakan satu dengan lainnya melalui cara membentuk barisan. Begitupun manusia akan mengatur dirinya masing-masing agar tidak terjadi benturan atau tabrakan baik dalam arti benturan fisik maupun dalam arti benturan berbagai kepentingan. Seseorang secara otomatis atau spontan akan mengubah perilakunya sesuai kondisi yang ada di lingkungannya masing-masing. Di era digital ini, kemampuan masing-masing orang untuk mengatur dirinya sendiri untuk menciptakan pengetahuan baru melalui keterhubungan antar sumber informasi menjadi penting untuk dipelajari.

Konektivisme dilandasi oleh pemahaman akan kenyataan bahwa pengambilan keputusan di era informasi akan didasarkan pada landasan landasan yang berubah dengan cepat. Informasi baru dapat diperoleh secara terus menerus. Hal yang penting saat ini adalah kemampuan untuk membedakan antara informasi yang penting dan tidak penting, dan kemampuan mengenali kapan sebuah informasi baru dapat mengubah sebuah keputusan yang telah dibuat (Siemens, 2011). Teori pembelajaran konektivisme telah diadopsi oleh institusi pendidikan dan telah mencetuskan gerakan Massive Open Online Courses (MOOC). Gerakan MOOC memberikan peluang kepada komunitas belajar untuk melatih diri dalam kecakapan dan keterampilan digital. Berikut 8 prinsip teori pembelajaran konektivisme:

1. Pembelajaran dan pengetahuan terlepas pada keragaman pendapat.
2. Belajar adalah proses menghubungkan simpul khusus atau sumber informasi.
3. Belajar mungkin berada di peralatan non manusia.
4. Kapasitas untuk mengetahui lebih banyak lebih penting daripada apa yang diketahui saat ini.
5. Kapasitas untuk melihat hubungan antara bidang, ide, dan konsep adalah keterampilan inti.
6. Pengetahuan yang akurat dan terkini adalah tujuan dari semua aktivitas pembelajaran konektivistis.
7. Pengambilan keputusan itu sendiri merupakan proses pembelajaran. Memilih apa yang harus dipelajari dan makna informasi yang masuk dilihat melalui lensa realitas yang berubah (Asmendri & Sari, 2018).

Konektivisme walaupun dalam prinsipnya berangkat dari prinsip ketidakaturan, namun perlu adanya suatu proses tambahan dimana peserta belajar tetap berhubungan dengan aktivitas yang ada pada portal. Connectivism menjadikan lingkungan belajar sebagai bagian untuk berbagi informasi dan berkolaborasi, bukan sebagai sumber belajar, namun lebih kepada tempat dimana menyatukan ragam informasi menjadi sebuah kesatuan.(Widarto et al., 2012). Konektivisme memberi kesempatan untuk memilih apa yang harus dipelajari dan makna informasi yang masuk disesuaikan dengan perubahan realitas. Jawaban yang

benar saat ini, mungkin besok bisa salah karena adanya perubahan iklim informasi yang mempengaruhi keputusan. Jadi, pembelajaran dalam teori belajar konektivisme ini menitik beratkan pada langkah aktif siswa untuk meng-koneksikan berbagai sumber belajar yang ada disesuaikan dengan kebutuhan dan tujuan belajar. Teori ini sangat cocok jika diterapkan dengan pembelajaran berbasis *e-learning* (Ni'mah et al., 2019), seperti halnya pembelajaran *flipped classroom* yang dalam pelaksanaannya menggunakan LMS dan internet untuk pembelajaran diluar kelas (Haeruman et al., 2021).

B. Teori Belajar Konstruktivisme

Teori belajar konstruktivisme adalah salah satu aliran filsafat yang menjelaskan bahwa seseorang dapat membentuk (konstruksi) pengetahuannya sendiri melalui proses belajar yang dilakukannya tanpa dituntun oleh orang lain (Setyaningsih & Subrata, 2023). Sehingga pengetahuan diperoleh dari hasil usaha seseorang itu sendiri dan bukan didapatkan atau dipindahkan dari orang ke orang lain (Suryana et al., 2022). Menurut Von Glasersfeld (2019), dalam proses mengkonstruksi pengetahuan diperlukan beberapa kemampuan sebagai berikut: 1) kemampuan mengingat dan menjelaskan lagi pengalaman, 2) kemampuan membandingkan, mengambil keputusan mengenai persamaan dan perbedaan, 3) kemampuan untuk lebih menyukai pengalaman yang satu daripada yang lain. Kemampuan mengingat dan mengungkapkan kembali pengalaman sangat penting karena pengalaman dibentuk oleh interaksi dengan pengalaman-pengalaman tersebut. Kemampuan membandingkan sangat penting untuk menarik sifat yang lebih umum dari pengalaman khusus serta melihat kesamaan dan perbedaannya untuk dapat membentuk klasifikasi dan membangun suatu pengetahuan. Kemampuan untuk lebih menyukai pengalaman yang satu daripada yang lain karena kadang seseorang lebih menyukai pengalaman tertentu daripada yang lain (Sariani et al., 2021).

Teori belajar konstruktivisme memberikan kebebasan peserta didik untuk mencari informasi yang dibutuhkan secara aktif. Dalam mengembangkan kemampuan diri peserta didik harus mampu menemukan pengetahuan, kompetensi, dan teknologi

yang diperlukan secara mandiri (Hein, 2018). Pembelajaran yang bersifat konstruktif memosisikan guru bukan satu-satunya sumber dalam belajar melainkan untuk membantu dan membimbing peserta didik dalam belajar dan memahami sebuah konsep, sehingga peserta didik memperoleh pengetahuan melalui penalaran, sehingga peserta didik paham dengan apa yang mereka pelajari (Glaserfeld, 2019).

Konstruktivisme memiliki pandangan bahwa pengetahuan tidak dapat ditransmisikan langsung oleh guru ke dalam pikiran peserta didik, melainkan proses perubahan memerlukan konstruksi aktif peserta didik (B. Bell, 1993). Hal-hal yang dapat dilakukan peserta didik dalam mengonstruksi suatu pengetahuan baru yaitu pengalaman mengadakan kegiatan mengamati, menebak, melakukan, dan mencoba. Prinsip-prinsip panduan pemikiran konstruktivisme yang disampaikan Hein (2018) yaitu; 1) belajar adalah proses aktif dimana peserta didik harus melakukan sesuatu, 2) orang yang belajar harus mampu memberi makna terhadap apa yang telah dipelajari, 3) pengalaman langsung sangat diperlukan dalam proses pembelajaran, 4) bahasa yang digunakan akan memengaruhi pembelajaran, 5) belajar adalah kegiatan sosial dimana terdapat keterkaitan yang erat antara peserta didik dengan guru, sesama peserta didik, termasuk lingkungan keluarga dan masyarakat, 6) belajar bersifat kontekstual, dalam hal ini peserta didik tidak dapat memisahkan proses belajar dengan fenomena kehidupan sehari-hari, 7) pengetahuan baru perlu dikaitkan dengan pengetahuan sebelumnya, 8) belajar tidak dapat dilakukan secara instan, melainkan memerlukan waktu dan proses, dan 9) kunci dari pembelajaran adalah motivasi.

Pandangan beberapa ahli mengenai konstruktivisme jika dikaitkan dalam pembelajaran, seperti Hill yang mengemukakan bahwa adalah pembelajaran yang bersifat generatif, yaitu tindakan mencipta sesuatu makna dari apa yang dipelajari. Konstruktivisme merupakan proses dimana siswa menghasilkan sesuatu dari apa yang dipelajarinya, dengan kata lain bahwa bagaimana siswa memadukan sebuah pembelajaran dengan melakukan atau mempraktikkan dalam kehidupannya agar berguna untuk kemaslahatan hidup orang banyak (Cahyo, 2019). Menurut Brooks and Brooks, konstruktivisme adalah suatu pendekatan

dalam pembelajaran yang mengarahkan pada penemuan suatu konsep yang lahir dari pandangan, gambaran, dan inisiatif dari siswa itu sendiri (Brooks & Brooks, 1993). Konstruktivisme adalah suatu pendekatan dimana siswa harus secara individu menemukan dan mentransformasikan informasi yang kompleks, memeriksa informasi dengan aturan yang ada dan merevisinya jika perlu (Aziz & Sanwil, 2022). Konstruktivistik adalah proses membangun atau menyusun pengetahuan baru dalam struktur kognitif siswa berdasarkan pengalaman.

Konstruktivisme adalah pembelajaran yang berfokus pada siswa sebagai pusat dalam proses pembelajaran. Pembelajaran ini disajikan agar lebih merangsang dan memberi peluang kepada siswa untuk berfikir inovatif dan mengembangkan potensinya secara optimal (Sugrah, 2020). Teori ini menegaskan bahwa pengetahuan itu mutlak diperoleh dari konstruksi atau pembentukan pemahaman dalam diri seseorang terhadap bahan yang mereka pelajari dan juga melalui pengalaman yang diterima oleh panca indra. Jadi, pembelajaran konstruktivistik adalah proses pembelajaran yang aktif dalam membangun pengetahuan, melalui interpretasi secara individual dengan bantuan lingkungan yang nyata, dan pembelajarannya berpusat pada siswa.

Menurut pandangan konstruktivistik, lingkungan belajar sangat berperan penting dalam memunculkan berbagai pandangan dan interpretasi terhadap realitas, konstruksi pengetahuan, dan aktivitas-aktivitas lain yang didasarkan pada pengalaman (Khoirotunnisa, 2022). Siswa membentuk pengetahuannya melalui interaksi, interaksi pada diri sendiri maupun dengan lingkungan sekitar (Suparno, 1997). Lingkungan belajar yang bersifat konstruktivistik menekankan pemberian kesempatan pada peserta didik untuk mengintegrasikan pengetahuan awal dan pengalaman mereka dalam proses konstruksi pengetahuan baru (Jonassen & Rohrer-Murphy, 1999). Menurut Amelia & Rusman (2022), terdapat lima indikator inti dalam lingkungan belajar konstruktivistik yang menjadi parameter untuk mengevaluasi lingkungan belajar berbasis konstruktivistik yaitu 1) memfasilitasi proses konstruksi pengetahuan peserta didik, 2) relevansi dan kebermaknaan pengalaman belajar, 3) hakikat sains dan dilema dalam perubahan konseptual, 4) otonomi dalam penge-

lolaan lingkungan belajar, 5) interaksi social. Sebagai suatu teori pembelajaran, konstruktivisme muncul belakangan setelah behaviorisme dan kognitivisme walaupun semangat konstruktivisme sendiri sudah muncul sejak awal abad 20. Dua tokoh penting pembentukan teori konstruktivisme adalah Jean Piaget dan Lev Vygotsky (Saputro & Pakpahan, 2021).

1. Konstruktivisme Jean Piaget

Piaget dikenal sebagai salah satu tokoh psikologi yang mengawali pendekatan konstruktivisme sebagai teori pembelajaran atau proses belajar mengajar. Adapun pandangannya mengenai hal ini dikenal dengan teori *Individual Cognitive Constructivist*. Teori ini dikemukakan oleh Piaget pada tahun 1977. Menurut piaget, manusia mempunyai struktur pengetahuan dalam otaknya, seperti kotak-kotak yang mempunyai makna di setiap ruangnya. Pengalaman yang sama bagi seseorang akan dimaknai berbeda oleh masing-masing individu dan disimpan dalam kotak yang berbeda. Setiap pengetahuan yang baru akan dihubungkan dengan pengetahuan yang telah terstruktur dalam otak. Oleh karena itu, pada saat belajar, sebenarnya telah terjadi dua proses dalam dirinya, yaitu proses organisasi informasi dan proses adaptasi (Wastyanti, 2021). Piaget berpendapat bahwa sejak kecil setiap anak sudah memiliki struktur kognitif yang kemudian dinamakan "skema". Skema terbentuk karena pengalaman. Semakin dewasa anak, maka semakin sempurna skema yang dimilikinya. Proses penyempurnaan skema dilakukan melalui proses asimilasi dan akomodasi (Hanafi & Sumitro, 2019).

Tahap pertama dalam teori Piaget adalah proses asimilasi yaitu proses penyerapan informasi baru dalam pikirannya, sedangkan akomodasi adalah penyusunan kembali pola pikiran karena adanya informasi baru yang didapatkan, sehingga informasi tersebut mempunyai tempat, selain itu akomodasi merupakan proses pembentukan mental baru yang cocok dengan rangsangan baru atau memodifikasi skema pemahaman yang sudah ada sehingga cocok dengan rangsangan itu (Nasir, 2022). Proses asimilasi merupakan proses kognitif dan penyerapan beberapa pengalaman baru ketika seseorang mampu memadukan persepsi atau stimulus ke dalam skema perilaku yang sudah ada (Putra, 2022).

2. Konstruktivisme Vigotsky

Salah satu konsep dasar dari konstruktivisme dalam belajar adalah interaksi sosial antara individu dengan lingkungannya. Menurut Vigotsky belajar adalah sebuah proses yang melibatkan dua elemen penting. Pertama, belajar merupakan proses secara biologi sebagai proses dasar. Kedua, belajar merupakan proses psikososial sebagai proses yang lebih tinggi dan esensinya berkaitan dengan lingkungan sosial budaya (Wastyanti, 2021). Sehingga munculnya perilaku seseorang karena intervening kedua elemen tersebut. Pada saat seseorang mendapatkan stimulus dari lingkungannya, ia akan menggunakan fisiknya berupa alat indranya untuk menyerap stimulus tersebut, kemudian dengan menggunakan saraf otaknya informasi yang telah diterima akan diproses (Sariani et al., 2021). Keterlibatan alat indra dalam menyerap stimulus dan saraf otak dalam mengelola informasi yang diperoleh merupakan proses secara fisikpsikologi sebagai elemen dasar dalam belajar (Haryanto, 2020).

Pengetahuan yang telah masuk sebagai hasil dari proses elemen dasar ini akan lebih berkembang ketika mereka berinteraksi dengan lingkungan sosial budaya mereka (Faqumala & Pranoto, 2020). Oleh karena itu, Vigotsky menekankan pada peran interaksi sosial sebagai proses pengembangan belajar seseorang. Belajar dimulai ketika seorang anak dalam perkembangan zone proximal, yaitu suatu tingkat yang dicapai oleh seorang anak ketika ia melakukan perilaku sosial. Zone ini juga bisa dikatakan sebagai seorang anak yang tidak dapat melakukan pekerjaannya sendiri tetapi memerlukan bantuan kelompok atau orang dewasa (Suardipa, 2020). Dalam pembelajaran, zone proximal ini dapat dipahami pula sebagai selisih antara apa yang bisa dikerjakan seseorang dengan kelompoknya atau dengan bantuan orang dewasa (Sariani et al., 2021).

Menurut Vigotsky fungsi mental tingkat tinggi biasanya ada dalam percakapan atau komunikasi dan kerja sama di antara individu-individu (proses sosialisasi) sebelum akhirnya itu berada dalam diri individu (internalisasi) (Wibowo, 2020). Oleh karena itu, ketika seseorang berbagi pengetahuan dengan orang lain, dan akhirnya pengetahuan itu masuk menjadi pengetahuan personal, disebut dengan "*private speech*". Vigotsky menjelaskan bahwa adanya kesadaran sebagai akhir

dari sosialisasi tersebut. Dalam belajar bahasa misalnya, ucapan pertama kita dengan orang lain adalah bertujuan untuk komunikasi, akan tetapi sekali kita menguasainya, ucapan tersebut akan terinternalisasi dalam diri kita dan menjadi “*inner speech*” atau “*private speech*”. *Private speech* ini dapat diamati ketika saat seorang anak kecil berbicara dengan dirinya sendiri, terutama jika dihadapkan dengan permasalahan yang sulit. Namun demikian, sebagaimana studi-studi yang dilakukan, anak-anak yang sering menggunakan *private speech* dalam mengatasi persoalan lebih efektif memecahkan masalahnya dari pada yang tidak menggunakan *private speech* (Sariani et al., 2021).

C. Teori Pembelajaran Bermakna

Teori pembelajaran bermakna menyatakan bahwa materi yang dipelajari telah dikaitkan dengan konsep yang ada dalam struktur kognitif dengan cara memungkinkan pemahaman dari berbagai macam hal yang berhubungan secara signifikan. Faktor utama yang mempengaruhi belajar bermakna adalah struktur kognitif yang telah ada, stabilitas dan kejelasan pengetahuan dalam satu bidang studi dan pada waktu tertentu. Sifat-sifat struktur kognitif menentukan validitas dan kejelasan arti-arti yang timbul pada waktu informasi baru masuk ke dalam struktur kognitif itu, demikian pula sifat proses interaksi yang terjadi. Ausubel menolak pendapat bahwa semua kegiatan belajar dengan menemukan adalah bermakna, sedangkan kegiatan dengan ceramah adalah kurang bermakna. Belajar ini perlu bila seseorang memperoleh informasi baru dalam dunia pengetahuan yang sama sekali tidak berhubungan dengan apa yang telah ia ketahui. (Ausubel, 2010). Hal yang paling mendasar adalah bahwa pembelajaran yang bermakna tidak hanya membantu peserta didik memperoleh struktur pengetahuan yang lebih kuat, tetapi itu juga sarana untuk menciptakan pengetahuan baru (Novak & Canas, 2006).

Menurut Ausubel dan Novak (2010) ada tiga kebaikan belajar bermakna, yaitu:

- 1) Informasi yang dipelajari secara bermakna lebih lama diingat oleh seseorang.
- 2) informasi baru yang telah dikaitkan dengan konsep-konsep yang relevan sebelumnya dapat meningkatkan konsep yang telah dikuasai sebelumnya sehingga

memudahkan proses belajar mengajar berikutnya untuk memberi pelajaran yang mirip. 3) Informasi yang pernah dilupakan setelah pernah dikuasai sebelumnya masih meninggalkan kesan sehingga memudahkan proses belajar mengajar untuk materi pelajaran yang mirip walaupun telah lupa.

D. Multimedia Pembelajaran

Penggunaan multimedia dalam proses pembelajaran bertujuan untuk meningkatkan pemahaman konsep siswa, meningkatkan motivasi belajar siswa dan menciptakan proses pembelajaran yang lebih bermakna. Pembelajaran yang bermakna didefinisikan sebagai pemahaman yang mendalam mengenai suatu materi, proses pengaturan mental yang dikaitkan secara masuk akal dengan struktur kognitif dan menghubungkan pengetahuan baru dengan yang sudah ada. Pembelajaran bermakna menggambarkan kemampuan seseorang untuk menerapkan pengetahuan yang sudah diketahui pada situasi dan kondisi yang nyata, baru dan berbeda (Mayer & Clark, 2002).

Pembelajaran bermakna memerlukan peran serta siswa dalam proses kognitif selama pembelajaran berlangsung, tetapi kapasitas siswa dalam menggunakan proses kognitifnya memiliki keterbatasan. Untuk mengatasi hal tersebut, guru harus menciptakan rekognisi melalui penggunaan multimedia, penggunaan multimedia pembelajaran memiliki sensitifitas terhadap beban proses kognitif siswa selama pembelajaran (Mayer & Moreno, 2003). Kondisi tersebut menunjukkan adanya interaksi antara multimedia dan proses kognitif selama proses pembelajaran berlangsung, interaksi tersebut dikenal dengan model teori kognitif multimedia pembelajaran yang dikembangkan oleh Mayer. Ada tiga asumsi yang menjadi teori kognitif multimedia pembelajaran, asumsi ini merupakan dasar pengembangan dan penggunaan multimedia dalam proses pembelajaran. Asumsi ini menjadi acuan untuk mengembangkan dan menghasilkan multimedia pembelajaran yang baik berdasarkan pemahaman bagaimana pikiran memproses informasi. Penjelasan tiga asumsi tersebut adalah sebagai berikut; 1) Manusia memiliki sistem pemrosesan informasi yang terdiri dari dua saluran yang memiliki tugas yang berbeda yaitu saluran verbal dan saluran visual. Saluran audio/verbal

merupakan saluran yang digunakan untuk memproses informasi dalam bentuk audio dan representasi verbal seperti kata-kata atau teks yang terdapat pada multimedia. Sementara itu, saluran visual/piktorial merupakan saluran yang digunakan untuk memproses informasi dalam bentuk gambar dan representasi visual lainnya seperti gambar, grafik, charta dan ilustrasi. Asumsi dua saluran pemrosesan informasi ini didasarkan pada teori dualcoding dari Paivio dan teori kerja memori dari Baddeley (Mayer, 2005). 2) Dua saluran sistem pemrosesan informasi pada manusia memiliki keterbatasan, proses kerja kognitif hanya menghasilkan informasi dalam jumlah terbatas pada satu waktu tertentu yang diperoleh dari saluran verbal dan saluran visual. Kondisi keterbatasan pada dua saluran tersebut menunjukkan perlunya kombinasi aspek verbal dan visual yang saling melengkapi pada multimedia pembelajaran yang bertujuan untuk memfasilitasi proses kognitif yang terjadi pada siswa. 3) Pembelajaran bermakna memerlukan sejumlah besar proses kognitif yang berlangsung secara visual dan verbal. Asumsi ini didasarkan pada teori pembelajaran aktif Mayer & Moreno, (2003) yang menyatakan bahwa dalam proses pembelajaran aktif terjadi beberapa tahapan yaitu pemilihan informasi, pengolahan informasi dan pengintegrasian informasi. Pada proses tersebut juga terdapat aktifitas pemusatan fokus perhatian pada materi yang diajarkan, pengaturan secara mental mengenai materi yang sedang diajarkan ke dalam struktur kognitif dan proses mengkaitkan antara materi yang dipelajari dengan pengetahuan yang sudah ada.

E. E-Learning dan Google Classroom

E-Learning merupakan sarana menerapkan pendidikan yang dapat diterapkan dalam berbagai model pendidikan dan filosofi pendidikan praktik. *E-Learning* memungkinkan bentuk yang unik dari pendidikan yang menggabungkan paradigma pendidikan di kelas dan pendidikan jarak jauh. Dalam penerapannya *E-learning* dapat menyajikan content pendidikan dan fasilitas pendidikan lainnya. Penerapan *E-learning* diharapkan tidak merubah tujuan intruksional dan tujuan kinerja sehingga keuntungan pedagogis akan tetap tercapai (Nichols, 2003), selain itu *E-learning* merupakan suatu proses pembelajaran yang berbasis elektronik yang memungkinkan untuk dikembangkan dalam bentuk website

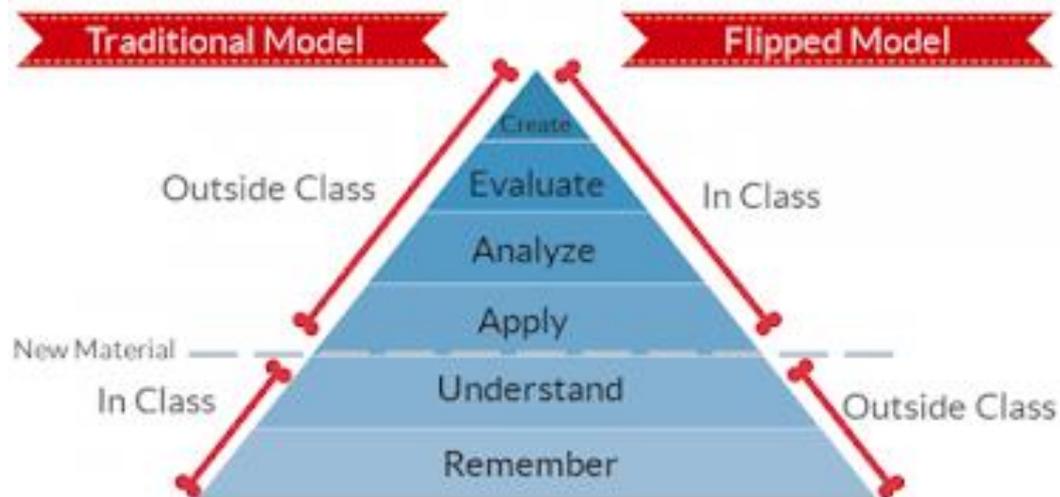
(Costaner et al., 2020) yang arahan dan isi materinya disampaikan melalui internet (Watson et al., 2004) dan bertujuan untuk menghemat waktu, biaya serta agar mencapai pembelajaran yang lebih baik, cepat dan mudah (Zare et al., 2016). Faktor keunggulan lain terletak pada fleksibilitas dalam penerapannya sebagai penunjang proses belajar mengajar di dalam kelas dan memungkinkan proses pembelajaran jarak jauh (Anderson et al., 2006; Matzavela & Alepis, 2021; Subiyantoro, 2021), sehingga peserta didik merasa memiliki kebebasan terhadap pembelajaran, termotivasi oleh konten materi, dan dapat memiliki keterampilan manajemen waktu dan teknologi yang kuat (Cavanaugh et al., 2009). Akan tetapi hal tersebut akan terwujud jika konten pembelajaran dirancang dengan baik, guru yang kompeten dan siap, serta penguasaan teknologi (Sun & Chen, 2016).

Salah satu pembelajaran *e-learning* yaitu pembelajaran yang dibantu penggunaan *google classroom*. Penggunaan *google classroom* berkontribusi terhadap kualitas belajar peserta didik dan praktis dalam penggunaannya (Abuzant et al., 2021; Albashtawi & Al Bataineh, 2020), serta dapat meningkatkan partisipasi aktif dan dinamika kelas yang lebih baik (Heggart & Yoo, 2018). Merujuk pada situs *google pendidikan* (<https://edu.google.com>), *google classroom* merupakan suatu aplikasi pembelajaran yang dapat digunakan secara gratis dan memiliki beberapa fungsi dan keunggulan, yaitu: Proses setting pembuatan kelas yang cepat dan nyaman, hemat dan efisiensi waktu, peserta kelas atau siswa tidak lagi harus mendownload tugas yang diberikan guru, mampu meningkatkan kerjasama dan komunikasi, penyimpanan data yang terpusat, berbagi sumber daya yang efisien, praktis dan cepat. Selain itu didukung oleh beberapa fitur yang menunjang pembelajaran online diantaranya; tugas (*assignments*), penilaian (*grading*), forum, laporan orisinalitas, arsip pembelajaran, aplikasi seluler, dan keamanan pribadi.

F. *Flipped Classroom*

Flipped classroom, merupakan teknik sederhana yang pada intinya memindahkan intruksi langsung yang biasanya dilakukan di dalam kelas menjadi intruksional dengan menonton dan berinteraksi dengan video sebelum datang kekelas, sedangkan di dalam kelas siswa terlibat dalam berbagai kegiatan yang memungkinkan

siswa untuk mempraktekkan konsep yang dipelajari menggunakan pemahaman dan berpikir tingkat tinggi (Bergmann & Sams, 2011). Perbandingan model tradisional dan *flipped classroom* dalam Gambar 1.



Gambar 1. Perbandingan kelas tradisional dan *flipped classroom* (Pardede, 2019)

Pergeseran waktu yang sederhana ini memiliki manfaat yang signifikan bagi hasil pembelajaran diantaranya; (1) di kelas biasa, siswa sering pulang dengan pekerjaan rumah yang sulit. (2) Tugas-tugas sulit tersebut dikerjakan di kelas tentunya dengan kehadiran seseorang yang ahli yaitu guru mata pelajaran. (3) Pada saat pertemuan di kelas akan lebih banyak waktu untuk guru dan siswa saling berinteraksi. (4) Siswa dapat menunda, memundurkan video atau mengulang video pembelajaran, yang dalam kelas tradisional hal tersebut tidak bisa dilakukan (Bergmann & Sams, 2016).

Pembelajaran yang menggunakan *flipped classroom* dalam proses belajarnya dimulai dari tingkat yang lebih rendah (memperoleh pengetahuan dan pemahaman di luar kelas), dan ketika di dalam kelas berfokus pada bentuk-bentuk yang lebih tinggi yaitu aplikasi, analisis, sintesis dan evaluasi, (B. Abdurrahman, 2020; Afiyan, 2019). Selain itu pembelajaran *flipped classroom* akan memberi kesempatan siswa untuk mengulang-ulang video tersebut hingga siswa benar-benar paham terhadap sebuah materi, dan dapat mengakses video tersebut dari manapun dan

kapanpun bahkan bisa didownload dan dapat menontonnya berulang-ulang sehingga memberi kesempatan peserta didik untuk lebih aktif dalam belajar (Abeysekera & Dawson, 2015; El-Senousy & Alquda, 2017; McCarthy, 2016; Nwosisi et al., 2016).

Robert Talbert (2017) dalam bukunya yang berjudul *flipped learning : A guide for higher education faculty* menyebutkan pembelajaran menggunakan *flipped classroom* dapat mengatasi berbagai masalah yang ditemui dalam pembelajaran tradisional diantaranya ; (1) Dalam pembelajaran *flipped* siswa dapat menggunakan pertemuan kelas untuk mengerjakan atau memecahkan masalah tingkat lanjut. (2) guru dibebaskan untuk merencanakan kegiatan apapun yang aktif, kreatif dengan tujuan kebermanfaatan. (3) Mendorong siswa mandiri karena pembelajaran dapat diatur sendiri tanpa adanya paksaan. (4) Peserta didik yang lebih produktif, profesional, dan “dewasa” akan tercipta. Sedangkan Les Cahiers Du (2020) menjelaskan *flipped classroom* seharusnya menjadi sebuah cara untuk meningkatkan interaksi pribadi dan kontak antara guru dan siswa, menjadi lingkungan belajar yang didesain terbalik sehingga siswa memikul tanggung jawab untuk belajar sendiri di bawah bimbingan guru, guru disini tidak lagi menjadi ”actor di atas panggung” tetapi menjadi “pemandu di samping”.

The Flipped Learning Network (2014) menyatakan *flipped classroom* ditunjang oleh empat pilar yang huruf inisialnya membentuk akronim FLIP, yakni: *Flexible environment, Learning culture, Intentional content, dan Professional educator*. Pilar pertama mengacu pada fleksibilitas dalam hal waktu dan tempat pembelajaran maupun gaya belajar yang dapat dipilih siswa. Ketika melakukan aktiivitas mengenal dan mengkonstruksi pengetahuan, siswa dapat melakukan pembelajaran di tempat dan pada waktu yang paling disenangi serta disesuaikan dengan gaya dan kecepatan belajarnya. Siswa yang lebih suka gaya belajar auditorial dapat memilih mendengar rekaman ceramah guru. Siswa yang lebih menyukai gaya belajar visual dapat menonton video pembelajaran. Yang lebih menyenangi gaya belajar verbal bisa memilih membaca teks. Dengan demikian, guru juga bersikap *fleksibel* dalam hal pemenuhan tenggat waktu oleh siswa, selagi hal itu masih

berada dalam periode yang telah ditentukan. Aktivitas pembelajaran di Tahap 2 dan Tahap 3 juga perlu disesuaikan dengan preferensi siswa. Jika para siswa lebih menyukai debat daripada didiskusikan ketika belajar di sesi tatap muka, maka pembelajaran sebaiknya dilakukan melalui debat. Jika siswa lebih suka membuat film pendek daripada menulis makalah sebagai tugas akhir, maka guru juga perlu memfasilitasi, dengan catatan fleksibilitas yang dipilih harus relevan dengan konten dan tujuan pembelajaran. Pilar kedua, budaya pembelajaran, mengacu pada pendekatan pembelajaran yang berpusat pada siswa (*student-centered*) yang mengembangkan otonomi siswa menuju independensi dalam pembelajaran. Jika dalam kelas tradisional guru merupakan sumber informasi utama, sedangkan para siswa berperan seperti busa yang menyerap informasi atau ‘penonton’ yang menyimak ceramah atau presentasi guru, maka dalam *flipped classroom* siswa berperan sebagai ‘kreator’ yang mengkonstruksi pengetahuan atau aktor yang terlibat dalam pertunjukan dan sekaligus menjadi evaluator pembelajaran masing-masing.

Pembelajaran yang efektif dapat berlangsung hanya jika para siswa terlibat secara aktif. Belajar berbeda dengan menonton sepakbola. Siswa tidak bisa belajar optimal jika dia hanya duduk dan mendengar ceramah guru, menghafal informasi, mengerjakan tugas yang jawabannya sudah dikemas mirip dengan informasi yang dihafal. Agar benar-benar menguasai pengetahuan/keterampilan dengan baik, siswa harus mempertanyakan informasi yang diperoleh, mengaitkan dengan yang baru serta pengalaman dan realita, melihat pengetahuan/keterampilan itu dari berbagai sudut pandang orang lain (teman sekelas, guru, dll.), dan menerapkan pengetahuan/keterampilan baru dalam kehidupan sehari-hari. Singkatnya, pembelajaran yang efektif memungkinkan setiap siswa menjadikan pengetahuan/ keterampilan yang dipelajari menjadi bagian dari dirinya sendiri, dan ini bisa dicapai hanya jika pembelajaran benar-benar berpusat pada murid.

Pilar ketiga, konten pembelajaran yang diprogram dengan baik oleh guru sehingga semua aktivitas pembelajaran terintegrasi dengan tujuan dan melibatkan serta sekaligus mengembangkan keterampilan berpikir. Dengan demikian, siswa tidak

hanya menguasai pengetahuan yang dipelajari tetapi juga mengembangkan keterampilan berpikir. Agar pengintegrasian tersebut efektif, guru perlu memastikan bahwa waktu pembelajaran yang tersedia benar-benar dioptimalkan untuk men-capai tujuan pembelajaran dengan metode dan strategi yang menarik. Pilar keempat menekankan bahwa guru yang menjalankan *flipped classroom* harus benar-benar profesional. Tuntutan terhadap *profesionalisme* guru jauh lebih tinggi daripada tuntutan kelas tradisional. Dalam *flipped classroom*, guru tidak hanya menguasai bidang studi yang diajarkan dan kompeten membangun *blended learning* yang efektif untuk bidang studi itu tetapi juga harus berkomitmen untuk terus memonitor, membimbing dan memberi umpan balik ketika dibutuhkan. Jika guru yang menyelenggarakan pembelajaran tradisional tidak lagi berkomunikasi dengan siswa setelah tatap muka selesai, guru yang menyelenggarakan *Flipped classroom* tetap terhubung dan membimbing siswa secara berkelanjutan melalui komunikasi daring. Selain itu, guru yang menjalankan *flipped classroom* juga harus menjadi praktisi yang reflektif, terbuka pada kritik yang konstruktif, dan bisa menerima serta memanfaatkan berbagai dinamika yang timbul untuk menyempurnakan dan memperbaiki pembelajaran.

Konstruktivisme dalam *flipped classroom*, adanya dukungan keempat pilar di atas membuat *flipped classroom* sangat sesuai dengan konstruktivisme, pendekatan atau filsafat pembelajaran yang memandang bahwa pembelajaran tidak berlangsung di ruang hampa, tetapi dalam sebuah konteks dan terkait dengan pengalaman sebelumnya. Setiap peserta didik memperoleh pengetahuan atau keterampilan baru dengan cara menghubungkan informasi baru dengan pengalaman untuk menciptakan makna pada informasi baru dan pengalaman itu. Dengan demikian, dalam setiap pembelajaran siswa merupakan pencipta, bukan penerima pengetahuan (Wen et al., 2015). Menurut konstruktivisme, pengetahuan bukan sebuah entitas yang berada di luar pikiran dan dapat dituangkan atau ditransfer ke dalam pikiran orang lain. Konstruktivisme menentang pendekatan objektivisme yang menyatakan *flipped classroom* dapat dilakukan dengan memindahkan atau mentransfer pengetahuan dari seorang pemberi guru kepada siswa. Konstruktivisme menekankan bahwa sebagai kreator pengetahuan, siswa harus terlibat dan ber-

peran aktif dalam pembelajaran (Pardede, 2019). Karena dalam pembelajaran siswa merupakan kreator pengetahuan, tugas utama seorang guru bukanlah men-transfer informasi tetapi merancang sebuah lingkungan pembelajaran yang otentik, yang memfasilitasi, merangsang, dan merekreasi kehidupan nyata untuk memperkaya pengalaman bermakna bagi siswa. Lingkungan belajar seperti itu memberikan pengalaman dan kesempatan berlimpah kepada mahasiswa untuk membangun pengetahuan dalam suatu konteks. Selama pembelajaran berlangsung masing-masing siswa akan membangun pemahaman yang unik terhadap informasi baru yang diterima (Herrington et al., 2022).

Dalam penerapannya ada 2 tipe *flipped classroom* yaitu *traditional flipped classroom* dan *peer instruction flipped*. *traditional flipped* pada pelaksanaannya meminta peserta didik untuk menonton video pembelajaran atau media lainnya di rumah dan mempersiapkan diri untuk mengikuti pembelajaran di kelas. Langkah selanjutnya peserta didik mengerjakan tugas yang berkaitan dikelas dengan menerapkan kemampuan dalam proyek atau simulasi lainnya. Pada pendekatan *Peer Instruction Flipped* siswa diminta untuk menonton video pembelajaran di rumah, kemudian saat di kelas, guru memberikan tes soal pertama secara individu. Peserta didik saling beradu pendapat terkait jawaban mereka dan menerapkan pembelajaran untuk menguatkan konsep (Steele, 2013). Pemilihan *peer instruction flipped* dalam pembelajaran diharapkan dapat bersinergi dengan penggunaan LMS *google classroom* dan dapat meningkatkan keterampilan problem solving siswa yang merupakan bagian dari keterampilan berpikir kritis (Azizah et al., 2022).

G. Pembelajaran Terintegrasi STEM

STEM merupakan pembelajaran yang dalam penerapannya menggunakan *science*, *technology*, *engineering*, dan *mathematics* dalam satu kesatuan dan mengaitkan antara konteks kehidupan sehari-hari, sekolah, dunia kerja, dan dunia global serta dalam implementasinya tidak memisahkan komponen-komponen tersebut. Beberapa keunggulan antara lain dapat menyiapkan generasi penerus yang siap menghadapi perkembangan zaman, membantu mengembangkan inovasi dalam

kehidupan, meningkatkan ketertarikan peserta didik terkait profesi di bidang STEM, menjadikan pembelajaran sesuai dengan kehidupan, membantu peserta didik untuk membangun konsep diri secara aktif, serta meningkatkan literasi peserta didik (Nurhasanah, 2023).

STEM merupakan satu kesatuan yang tidak terpisah walaupun definisi masing-masing bagian dielaborasi oleh berbagai organisasi profesional yang berbeda (Lihat Tabel 1).

Tabel 1. Berbagai pengertian komponen STEM

<i>Science</i>	Kemampuan untuk menggunakan pengetahuan ilmiah (fisika, kimia, biologi, dan ilmu ruang) dan proses untuk memahami, dan untuk berpartisipasi dalam keputusan yang mempengaruhi ilmu pengetahuan dalam kehidupan dan kesehatan, bumi lingkungan, dan teknologi (OCDE, 2018).
	Pengetahuan dan pemahaman tentang konsep-konsep ilmiah dan proses yang diperlukan untuk pengambilan keputusan pribadi, partisipasi dalam urusan sipil dan budaya, dan produktivitas ekonomi (NRC, 1996).
<i>Technology</i>	Kemampuan untuk menunjukkan kreativitas dan inovasi, berkomunikasi dan kolaborasi, melakukan penelitian dan menggunakan informasi, berpikir kritis, memecahkan masalah, membuat keputusan dan menggunakan teknologi secara efektif dan produktif (ISTE, 2007).
<i>Engineering</i>	Kemampuan untuk secara sistematis dan kreatif menerapkan prinsip-prinsip ilmiah untuk tujuan praktis seperti desain, manufaktur, dan operasi yang efisien dan terstruktur (OCDE, 2018).
<i>Mathematics</i>	Kapasitas untuk mengidentifikasi, memahami, dan terlibat dalam matematika, untuk membuat penilaian yang cukup beralasan bahwa matematika berperan dalam kehidupan manusia saat ini dan masa depan, kehidupan pekerja, kehidupan sosial dan teman sebaya dan keluarga, dan kehidupan warga yang konstruktif, peduli, dan reflektif (OCDE, 2018).

Keberhasilan pembelajaran yang diterapkan di dalam kelas tidak terlepas dari metode, pendekatan, dan model apa yang digunakan oleh guru selama proses pembelajaran. Oleh karena itu guru harus jeli memilih metode yang akan digunakan. Pembelajaran terintegrasi STEM diharapkan dapat membuat peserta didik

memiliki keterampilan belajar dan berinovasi yang meliputi kreatif, melakukan pembaruan, mendisain, berpikir kritis, memecahkan masalah, komunikasi, kolaborasi, manajemen informasi, dan memanfaatkan teknologi serta mengaplikasikannya dalam sebuah produk (Beers, 2020; Stohlmann et al., 2021; Subekt et al., 2020).

STEM digunakan sebagai pendekatan dalam melakukan kegiatan belajar mengajar dan perancangan serta peranan guru dalam pembelajaran yang terintegrasi STEM harus bersesuaian dengan pembelajaran (Astri et al., 2022; Han et al., 2021). Terdapat tiga bagian dalam membuat rencana pembelajaran terintegrasi STEM yaitu menganalisis kurikulum, menentukan topik pembelajaran IPA dan mengorganisir kegiatan pembelajaran (Alifa et al., 2022). Pembelajaran terintegrasi STEM yang dimaksudkan disini yaitu peserta didik harus mampu menggabungkan keempat komponen dalam STEM selama proses pembelajaran berlangsung, bukan memandang STEM sebagai empat komponen pelajaran yang terpisah-pisah. Pengintegrasian mata pelajaran tersebut dimulai dengan identifikasi masalah nyata yang terjadi di lingkungan peserta didik dengan menggunakan pemikiran tingkat tinggi seperti keterampilan berpikir kritis dan kemampuan pemecahan masalah sehingga dapat diambil kesimpulan sebagai upaya penyelesaian masalah tersebut merupakan bagian yang dapat diselesaikan dengan STEM (Hebebcı, 2022; H. Wang et al., 2011).

Setiap aspek dari STEM memiliki ciri-ciri khusus yang membedakan antara ke empat aspek tersebut. Masing-masing dari aspek membantu peserta didik menyelesaikan masalah jauh lebih komprehensif jika diintegrasikan. Adapun ke tiga ciri tersebut berdasarkan defenisi yang dijabarkan oleh (Roehrig et al., 2021) yakni: (1) sains yang mewakili pengetahuan mengenai hukum-hukum dan konsep yang berlaku di alam dan sekitar kita, (2) teknologi merupakan sebuah sistem yang digunakan dalam mendesain serta menggunakan sebuah alat buatan yang dapat memudahkan pekerjaan manusia, (3) teknik atau *Engineering* adalah pengetahuan untuk mengoperasikan atau mendesain sebuah produk untuk menyelesaikan sebuah masalah, dan (4) matematika adalah ilmu yang menghubungkan antara

besaran, angka dan ruang yang hanya membutuhkan argumen secara logis tanpa atau disertai dengan bukti empiris dan dapat dibuktikan. Seluruh aspek ini dapat membuat pengetahuan menjadi lebih bermakna jika diintegrasikan dalam proses pembelajaran tanpa harus dipisah-pisahkan. Integrasi STEM dalam pembelajaran terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Aspek STEM dalam proses pembelajaran

<i>Science</i>	<i>Technology</i>	<i>Engineering</i>	<i>Mathematics</i>
Mengajukan pertanyaan	Mendefinisikan Masalah	Menjadi sadar akan jaringan sistem teknologi dimana masyarakat bergantung	Memahami pertanyaan dan mampu berpikir sistem
Mengembangkan dan menggunakan model	Mengembangkan dan menggunakan Model		Model dengan matematika
Merencanakan dan melakukanin vestigasi	Merencanakan dan melakukan investigasi	Belajar bagaimana menggunakan teknologi baru sebagaimana yang tersedia	Menggunakan alat-alat yang tepat secara strategis
Menganalisis dan Menginterpretasikan data	Menganalisis dan Menginterpretasikan data		Menghadirkan ketelitian dan Ketepatan
Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Menggunakan matematika dan berpikir komputasional	Mengenali bahwa teknologi memainkan peran dalam kemajuan sains dan teknologi	Memberi alasan secara abstrakdan kuantitatif
Membangun penjelasan	Mendesain solusi		Memanfaatkan Struktur
Memadukan argumen dari bukti-bukti	Memadukan argumen ada dari bukti-bukti	Membuat keputusan yang tepat terkait teknologi dan merealasikannya dengan masyarakat dan lingkungan	Membangun argumen yang layak dan mengkritisi alasan pihak lain
Mencari, mengevaluasi dan mengomunikasikan informasi	Mencari, mengevaluasi dan mengomunikasikan informasi		Mengekpresikan secara tepat dan beraturan dari alasan yang berulang-ulang

(Afrian et al., 2022)

Banyak cara yang dapat digunakan dalam praktik pengintegrasian STEM dalam pembelajaran, akan tetapi pola serta level keterpaduannya bergantung dari banyak faktor (Moore et al., 2020). Salah satu pengintegrasian STEM yaitu pada model-model pembelajaran yang memiliki orientasi pada penyelesaian masalah, pada

projek, dan membangun kemampuan berpikir tingkat tinggi seperti Inquiri-Base Learning, Problem-Based Learning (PBL) dan Project-Based Learning (PjBL) (Abdurrahman,2022; Lee et al., 2019; Rugh et al., 2021). Selain model-model pembelajaran tersebut STEM juga cocok diterapkan dengan menggunakan LMS *google classroom*, hal tersebut terlihat dari berbagai penelitian yang menunjukkan STEM berbantu *google classroom* dapat meningkatkan kreterampilan siswa (Aif et al., 2020), meningkatkan rasa peraya diri siswa pada saat proses pembelajaran (Evans et al., 2020), menumbuhkan kemampuan berpikir kritis (Karunia et al., 2022), selain itu penggunaan LMS *google classroom* sejalan dengan salah satu karakteristik STEM yaitu teknologi, dimana *google classroom* sendiri merupakan teknologi yang dikembangkan dalam dunia pendidikan (Syakur et al., 2020). Berikut sistematika LMS *google clasroom* berbasis STEM yang akan dikembangkan pada penelitian ini.

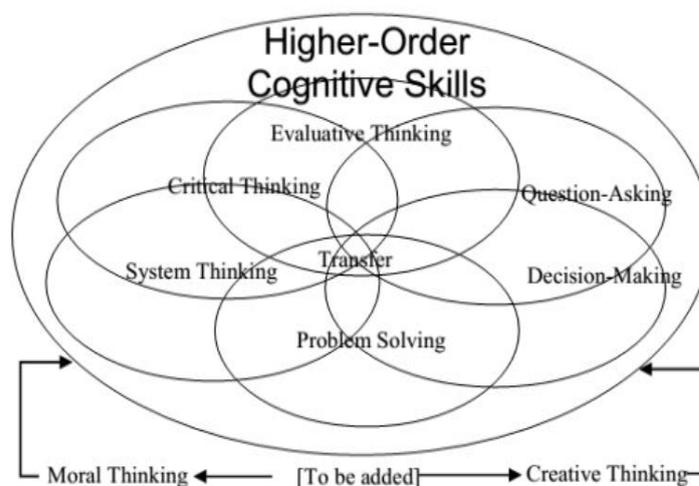
Tabel 3. Sistematika *google clasroom* berbasis STEM

<i>Google Classroom</i>	<i>STEM</i>
Judul Bab	<i>Sains</i> :materi yang disediakan adalah materi sains
KD, Tujuan, dan Indikator	<i>Sains</i> : stimulus yang diberikan kepada peserta didik dapat mengembangkan pemikiran peserta didik untuk menggali pengetahuan
Penerapan materi dengan menggunakan video, Analisis Produk, dan Merancang	<p>Science</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pengetahuan Faktual: Dampak Efek rumah kaca terhadap perubahan iklim • Konseptual: Penerapan <i>mini green house</i> dapat mengurangi pemanasan global • Prosedural:Prosedur percobaan pemodelan <i>mini green house</i> <p>Technology</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menyajikan video • Pemanfaatan internet untuk mengakses informasi • Menggunakan <i>Google Clasroom</i> sebagai LMS • Penggunaan thermometer sebagai alat ukur suhu pada <i>mini greem house</i> • Penggunaan alat pengukur CO₂ pada <i>mini green house</i>
Pembuatan produk	<p>Engineering</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menganalisis Produk • Merancang pemodelan <i>mini green house</i> • Membuat <i>mini green house</i> • Mengkomunikasikan hasil <p>Mathematics</p> <ul style="list-style-type: none"> • Menentukan ukuran suhu pada pemodelan <i>mini green house</i> • Menganalisis adanya perubahan suhu dan CO₂
Soal-soal uji kompetensi	<i>Sains</i> Soal yang digunakan saat <i>pretest</i> dan <i>posttest</i>

H. Keterampilan Berpikir Sistem

Keterampilan berpikir sistem merupakan suatu bentuk alternatif cara berpikir di luar paradigma mekanistik dan reduksionis yang melihat suatu fenomena melalui analisis bagian-bagian penyusunnya secara terpisah (Checkland, 1988). Dalam perspektif berpikir sistem, pemahaman yang menyeluruh akan suatu fenomena dihasilkan dari analisis berbagai tingkatan komponen penyusun dengan melihat keterkaitan antar komponen yang mencirikan bagian dari suatu sistem (Wang et al., 2022), hal tersebut menuntut pemahaman yang lebih dalam antara keterkaitan, hubungan, interaksi, dan perilaku di antara elemen-elemen yang menjadi ciri seluruh sistem (Mawarni, n.d.,2019).

Kemampuan berpikir sistem tidak hanya dalam aspek pengetahuan saja tetapi juga dalam kemampuan pemecahan masalah dan keahlian lain yang lebih sulit. Pemikiran sistem adalah jenis pemikiran yang kompleks dan bagian dari berpikir kritis (Richmond, 1993, 1994). Berpikir sistem menuntut seseorang untuk memiliki keterampilan berpikir kritis dan memiliki kecakapan untuk memecahkan sebuah masalah, ketiga keterampilan tersebut saling berkaitan satu dengan lainnya (Ponto & Linder, 2011). Posisi keterampilan berpikir sistem dapat dilihat dari ilustrasi Gambar 2.



Gambar 2. Posisi berpikir sistem di dalam *higher order thinking* (Zoller, 2015)

Kemampuan berpikir sistem siswa dapat diuraikan berdasarkan ketercapaian indikator yang dicapai siswa dalam menyelesaikan suatu permasalahan yang diberikan terkait dengan materi. Berikut ini indikator ketercapaian berpikir sistem.

Tabel 4. Taksonomi berpikir sistem

Level	Indikator	
1	Mengenali Interaksi	Melihat sistem secara menyeluruh, memahami setiap komponen sebagai sebuah sistem yang terus berkembang.
2	Mengidentifikasi hubungan timbal balik	Mengenali/ mengidentifikasi interaksi dan hubungan timbal balik antara komponen dalam sistem.
3	Memahami perilaku dinamis	Memahami keterkaitan hubungan timbal balik dan perilaku/sikap manusia sebagai bagian dari sistem
4	Membedakan tipe variable dan aliran informasi	Memahami perbedaan tipe variable, tahapan dan tingkatan informasi yang terkait dengan variable tersebut dalam menjelaskan suatu sistem
5	Menggunakan model konseptual	Menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi
6	Membuat model simulasi	Menjelaskan hubungan komponen sistem dalam logika matematika dengan menggunakan variable kualitatif dan kuantitatif
7	Menguji kebijakan	Menggunakan simulasi untuk menguji hipotesis dan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem

(Hopper & Stave, 2008)

Indikator berpikir sistem pada penerapannya disesuaikan dengan mata pelajaran dan pokok pembahasan. Pada materi perubahan iklim indikator juga disesuaikan dengan konteks materi yang diajarkan di dalam kelas. Berdasarkan hasil pemetaan kerangka teori berpikir sistem GST, Cybernatic dan Dinamis, maka indikator berpikir sistem pada materi pokok perubahan iklim dibangun menjadi empat indikator dari tujuh indikator yaitu; Indikator berpikir sistem I (prasyarat), Indikator berpikir sistem II (dasar), Indikator berpikir sistem III (menengah), dan indikator berpikir sistem IV (ahli koheren) (Meilinda et al., 2018). Hasil pemetaan tersebut dikembangkan dalam indikator seperti pada Tabel 5.

Tabel 5. Indikator berpikir sistem pada topik perubahan iklim

No	Indikator Berpikir Sistem	Sub Indikator Berpikir Sistem
(1)	(2)	(3)
1	Mampu mengenali struktur dan peran dari komponendan sistem	1. Mengidentifikasi komponen sub komponen serta fungsinya dalamsistem.
		2. Mengidentifikasi hubungan struktur dan fungsi antar komponensistem pada level sistem yang sama.
		3. Memetakan konsep-konsep dalamsistem pada level yang spesifik
2	Mampu menganalisis interaksi komponen dalam sistem	1. Menganalisis hubungan anta konsep pada level yang berbeda
		2. Mengorganisasi komponen dan subkomponen, proses, dan interaksi terjadi diantaranya dalam <i>frame work</i> sistem.
		3. Mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi diantara komponen
3	Mampu menganalisis pola/ pemodelan dalam sistem	1. Membuat gambaran umum pola yang terbentuk oleh sistem
		2. Berimprovisasi sebuah pola interaksi dari komponen- komponen yang dapat dideteksi keberadaannya pada sistem yang tertutup
		3. Mengembangkan pemodelan yang menggambarkan kedudukan seluruh komponen dan sub komponen dalam frame sistem dalam bentuk 2D/3D
4	Dapat memperkirakan/ retropeksi perilaku sistem akibat interaksi dalam sistem maupun luar sistem	1. Memprediksi/meretropeksi prilaku yang muncul dari sistem akibat interaksi antar komponen dalam sistem
		2. Memprediksi/retropeksi akibat yang muncul dari adanya interverasi terhadap sistem yang menyebabkan hilang atau bertambahnya komponen/ sub komponen dalam sistem dengan memakai pemodelan atau pola yang telah dirancang sebelumnya
		3. Mengimplementasi pola baru berdasarkan hasil prediksi retropeksi

(Meilinda et al., 2018)

Kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan untuk siswa saat belajar sains yang relevan dengan kehidupan (Vachliotis et al., 2021), hal tersebut karena pada saat belajar ilmu pengetahuan alam siswa selalu ditekankan untuk memahami konsep dalam materi yang kompleks, seperti materi siklus dan sistem organ (Liu at al., 2019). Untuk memahami materi yang kompleks siswa sangat memerlukan keterampilan berpikir sistem mengingat pembekalan ilmu di sekolah masih berfokus

pada fakta yang terisolasi pada hubungan yang sistemik dan proses dari waktu ke waktu (Nuraeni et al., 2020), selain itu dapat berkontribusi pada pengembangan pemahaman siswa dari sistem kehidupan yang dinamis (Schuler et al., 2018) dan dapat membantu siswa dalam mengambil keputusan secara komprehensif serta mengaitkan dampak dari persoalan di bidang lain (Clark et al., 2021).

Manfaat dari Berpikir Sistem antara lain:

1. Memberi pemahaman atas keterkaitan elemen-elemen yang mempengaruhi kinerja.
2. Menjadi bahasa bersama untuk dialog tentang struktur dan proses sistem
3. Memetakan dan simulasi apa yang dipahami bersama.
4. Fenomena dasar yang berkembang dengan memerhatikan interaksi dari berbagai yang berkaitan.
5. Penyelesaian masalah dengan pendekatan antar disiplin yang bekerja sama secara sinergis sebagai pemecah masalah
6. Keterbukaan menerima hal-hal baru yang berkembang cepat, untuk meningkatkan efektivitas dari keluarga dan organisasi.

Kelabihan dari berpikir sistem adalah seseorang dapat berharap untuk lebih memahami akar yang dalam dari kompleks ini perilaku untuk memprediksi atau mereka dengan lebih baik dan, pada akhirnya, menyesuaikan hasil prediksinya. Dengan pertumbuhan eksponensial sistem di dunia kita semakin membutuhkan pemikir sistem untuk mengatasi masalah kompleks ini. Ini membutuhkan peregangan jauh melampaui disiplin ilmu dan teknik, yang sebenarnya mencakup setiap aspek kehidupan. Sekarang lebih dari sebelumnya, pemikiran sistem diperlukan untuk mempersiapkan sistem yang semakin kompleks, mengglobal di masa depan (Roychoudhury et al., 2017).

I. Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD)

Salah satu produk yang dikembangkan pada penelitian ini adalah LKPD yang akan digunakan sebagai penunjang proses pembelajaran.

1. Pengertian, struktur dan fungsi LKPD

Lembar kerja peserta didik merupakan salah satu sumber belajar yang dapat dikembangkan oleh guru sebagai fasilitator dalam kegiatan pembelajaran. LKPD yang disusun dapat dirancang dan dikembangkan sesuai situasi dan kondisi dalam kegiatan pembelajaran yang dihadapi (Syahdi et al., 2021). LKPD merupakan lembaran di mana siswa mengerjakan sesuatu terkait dengan apa yang sedang dipelajarinya. Sesuatu yang dipelajari sangat beragam, seperti melakukan percobaan, mengidentifikasi bagian-bagian, membuat tabel, melakukan pengamatan, menuliskan atau menggambar hasil pengamatannya, mencatat data hasil pengamatan, menganalisis data hasil pengamatan, dan menarik kesimpulan (Syukriamsyah, 2019).

Menurut Abdurrahman (2015) LKPD merupakan sejumlah lembar yang berisi aktivitas yang bisa dilakukan oleh siswa untuk melaksanakan aktivitas realistik berkaitan dengan objek/permasalahan yang sedang dipelajari. Menurut Dahar (2011), Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) adalah lembar kerja yang berisikan informasi dan interaksi dari guru kepada siswa agar siswa dapat mengerjakan sendiri suatu aktivitas belajar, melalui praktek atau penerapan hasil-hasil belajar untuk mencapai tujuan instruksional. LKPD merupakan jenis *hand out* yang dimaksudkan untuk membantu siswa dalam belajar secara terarah. Berbagai kegiatan siswa bisa merujuk pada LKPD seperti kegiatan observasi, eksperimen, maupun demonstrasi untuk mempermudah proses penyelidikan atau memecahkan suatu permasalahan (Kustriani, 2019). Berdasarkan definisi di atas maka dapat disimpulkan bahwa Lembar Kerja Peserta Didik merupakan salah satu media pembelajaran yang menuntut adanya partisipasi aktif siswa, karena pada dasarnya merupakan bentuk usaha guru untuk membimbing siswa secara terstruktur, melalui kegiatan yang mampu memberikan daya tarik kepada siswa dalam proses pembelajaran.

Struktur LKPD perlu diperhatikan ketika akan menyusunnya agar penggunaannya benar-benar tepat guna dan efektif membantu guru dalam mencapai tujuan pembelajaran. Menurut Salirawati (2004) menyatakan bahwa struktur LKPD meliputi nomor LKPD yang dimaksudkan untuk memudahkan guru untuk

mengenal dan menggunakannya, judul kegiatan yang berisi topik kegiatan sesuai dengan KD, terdapat tujuan yang merupakan tujuan pembelajaran sesuai dengan KD. Apabila dalam kegiatan pembelajaran terdapat percobaan yang hendak dilakukan, maka di dalam LKPD harus terdapat alat dan bahan, prosedur kerja serta tabel untuk menuliskan hasil percobaan. Untuk kegiatan yang tidak memerlukan data, maka tabel data dapat diganti dengan kotak kosong di mana siswa dapat menulis, menggambar, atau berhitung. Komponen LKPD juga meliputi pertanyaan-pertanyaan yang dapat mengarahkan siswa membangun konsep. Pertanyaan-pertanyaan tersebut merupakan bahan diskusi ketika mengerjakan LKPD

LKPD selain sebagai media pembelajaran juga mempunyai beberapa fungsi yaitu sebagai panduan siswa di dalam melakukan kegiatan belajar, seperti melakukan percobaan dan memandu siswa menuliskan hasil pengamatan, sebagai lembar diskusi dan lembar penemuan, di mana LKPD berisi sejumlah pertanyaan yang menuntun siswa melakukan diskusi dalam rangka memahami dan untuk memperoleh konsep-konsep yang dipelajari. LKPD juga berfungsi untuk melatih siswa berfikir lebih kritis serta meningkatkan minat siswa dalam proses pembelajaran (Salirawati, 2004). LKPD berfungsi sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif dan alat bantu untuk melengkapi proses belajar mengajar supaya lebih menarik perhatian siswa, membantu siswa dalam menangkap penjelasan yang diberikan guru pada saat belajar. LKPD juga dapat menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan pada siswa (Djamarah & Aswan, 2002).

Penggunaan LKPD dapat mengoptimalkan media pembelajaran yang terbatas, membantu siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran, serta meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah sehingga pembelajaran lebih bermakna. Penggunaan LKPD pada saat proses pembelajaran dapat meningkatkan kepercayaan diri pada siswa dan meningkatkan rasa ingin tahu siswa terhadap materi pembelajaran (Hendriani & Gusteti, 2021), selain itu dapat melatih siswa menggunakan waktu seefektif mungkin dan menjadi alternatif bagi guru dalam menghemat waktu penyajian suatu topik (Widjajanti, 2008).

Berdasarkan uraian mengenai fungsi penggunaan LKPD di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa fungsi LKPD yaitu guru dapat mengarahkan siswanya untuk menemukan dan mengaplikasikan konsep-konsep melalui aktivitasnya sendiri atau dalam kelompok kerja, meningkatkan kemampuan siswa dalam memecahkan masalah, melatih siswa berpikir kritis, menumbuhkan pemikiran yang teratur dan berkesinambungan pada siswa, meningkatkan kepercayaan diri pada siswa dan meningkatkan rasa ingin tahu siswa, membantu siswa lebih aktif dalam proses pembelajaran dimana pembelajaran berpusat pada siswa

2. Kriteria penggunaan LKPD

LKPD digunakan sebagai alat bantu dalam proses pembelajaran bukan dijadikan sebagai satu-satunya sumber belajar atau sebagai pengganti guru, sehingga dalam menyusun harus mengacu pada beberapa kriteria yang harus dipahami. Berikut ini kriteria penggunaan LKPD menurut (A. Abdurrahman, 2015).

Tabel 6. Kriteria penggunaan LKPD

Kriteria	Penjelasan
Tujuan pembuatan	<ul style="list-style-type: none"> • Memberikan penguatan dan penunjang tujuan dan indikator yang akan dicapai di dalam pembelajaran berdasarkan kompetensi dalam kurikulum yang berlaku. • Membantu siswa dalam mencapai tujuan pembelajaran • Memberikan pengalaman belajar yang kaya di dalam kelas • Memotivasi siswa • Memberikan kesempatan kepada siswa untuk mengembangkan keterampilan dan kemampuan memecahkan masalah serta menanamkan sikap ilmiah
Bahan Penyusun	<ul style="list-style-type: none"> • Harus tersusun secara logis dan sistematis • Memperhatikan kemampuan dan tahap perkembangan siswa • Mampu memberikan motivasi siswa untuk mengembangkan rasa ingin tahu • Bersifat kontekstual
Kebutuhan Siswa	<ul style="list-style-type: none"> • Menarik siswa untuk berpartisipasi • Bersifat atraktif • Meningkatkan rasa percaya diri siswa • Mendorong siswa untuk mengetahui lebih banyak • Diksi yang digunakan memperhatikan tahap perkembangan dan usia siswa
Prinsip Penggunaan	<ul style="list-style-type: none"> • Bukan sebagai pengganti guru dalam pembelajaran, tetapi sebagai sarana untuk membantu guru agar siswa mencapai tujuan pembelajaran • Digunakan untuk menumbuhkan minat untuk berpartisipasi siswa dalam pembelajaran, baik itu melalui diskusi maupun percobaan

3. Langkah-langkah penyusunan LKPD

Penyusunan LKPD perlu memperhatikan langkah-langkah penyusunan yang baik dan benar agar penggunaannya dapat berfungsi sebagaimana mestinya. Langkah-langkah penyusunan LKPD menurut (Laila et al., 2019) sebagai berikut:

- a. Menganalisis kurikulum;
- b. Menyusun peta kebutuhan, peta kebutuhan sangat diperlukan guna mengetahui jumlah LKPD yang harus ditulis;
- c. Menentukan judul;
- d. Penyusunan materi;
- e. Memperhatikan struktur LKPD seperti judul, petunjuk belajar, kompetensi yang akan dicapai, informasi pendukung, tugas-tugas dan langkah-langkah kerja.

Menurut Abdurrahman (2015), ketika seorang guru hendak menyusun sebuah LKPD, maka guru bisa memulainya dengan melakukan kajian kurikulum, yakni dengan:

- a. Mengkaji KI, KD, indikator dan materi yang akan diajarkan, berdasarkan kajian tersebut;
- b. Guru melakukan pemetaan bagian mana saja yang membutuhkan LKPD di dalam pembelajarannya, guru harus jeli dalam mengkaji materi ajar apa saja yang membutuhkan dan memang sesuai dalam penggunaannya, jangan sampai LKPD yang dibuat dalam rangka memudahkan siswa mencapai tujuan pembelajaran, malah sebaliknya;
- c. Menentukan judul yang dibuat, yang dilanjutkan dengan;
- d. Menulis LKPD (dengan memperhatikan struktur LKPD);
- e. Menentukan alat penilaian, yang secara umum menilai pengetahuan, keterampilan dan sikap siswa, produk yang dihasilkan, batasan waktu yang telah disepakati, jawaban siswa atas pertanyaan-pertanyaan.

4. Tujuan dan manfaat

Penggunaan LKPD dalam proses pembelajaran bertujuan untuk mengaktifkan peserta didik dalam proses belajar mengajar, membantu siswa dalam membangun konsep, membantu peserta didik untuk menambah informasi tentang konsep yang

dipelajari melalui kegiatan belajar secara sistematis (Darmojo & Kaligis, 1992). LKPD dapat digunakan sebagai pedoman guru dan siswa dalam melaksanakan proses belajar mengajar karena dapat memudahkan guru dalam mengelola proses belajar mengajar dan memudahkan guru memantau keberhasilan siswa untuk mencapai sasaran belajar (Salirawati, 2004). LKPD yang berkualitas baik sangat besar peranannya dalam proses pembelajaran, untuk itu pada saat penyusunannya harus memenuhi beberapa syarat tertentu. Menurut Widjajanti (2008), ada beberapa syarat penyusunan LKPD yaitu :

a. syarat didaktik

LKPD yang berkualitas harus memenuhi syarat-syarat didaktik yang dapat dijabarkan sebagai berikut :

- 1) Mengajak siswa aktif dalam proses pembelajaran;
- 2) Memberi penekanan pada proses untuk menemukan konsep;
- 3) Memiliki variasi stimulus;
- 4) Dapat mengembangkan kemampuan komunikasi.

b. syarat konstruksi

Syarat-syarat konstruksi berkenaan dengan penggunaan bahasa, susunan kalimat, kosakata, tingkat kesukaran, dan kejelasan yang pada hakikatnya harus tepat guna dalam arti dapat dimengerti oleh pihak pengguna, yaitu siswa. Syarat-syarat konstruksi tersebut yaitu:

- 1) Menggunakan bahasa yang sesuai dengan tingkat kedewasaan anak;
- 2) Menggunakan struktur kalimat yang jelas;
- 3) Urutan kegiatan dalam LKPD dimulai dari yang paling sederhana sampai yang kompleks;
- 4) Menghindari pertanyaan yang terlalu terbuka;
- 5) Menyediakan ruang yang cukup untuk memberi keleluasaan pada siswa untuk menulis maupun menggambar pada LKPD, ruang tersebut dapat berupa *space kosong* maupun kolom;
- 6) Menggunakan kalimat yang sederhana dan pendek. Kalimat yang panjang tidak menjamin kejelasan instruksi atau isi. Namun kalimat yang terlalu pendek juga dapat mengundang pertanyaan;

- 7) Menggunakan lebih banyak ilustrasi daripada kata-kata. Gambar lebih dekat pada sifat konkrit sedangkan kata-kata lebih dekat pada sifat “formal” atau abstrak sehingga lebih sukar dimengerti oleh siswa;
- 8) Dapat digunakan oleh anak-anak, baik yang lamban maupun yang cepat;
- 9) Memiliki tujuan yang jelas;
- 10) Mempunyai identitas untuk memudahkan penggunaannya seperti kelas, mata pelajaran, topik, KI KD yang akan dicapai, indikator. LKPD juga dilengkapi dengan *cover*, daftar isi dan kata pengantar.

c. syarat teknis

Syarat teknis menekankan pada penyajian LKPD, yaitu berupa tulisan, gambar dan penampilannya dalam LKPD. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyajian LKPD yang memperhatikan syarat teknis yaitu:

- 1) Untuk penulisan topik, hendaknya digunakan ukuran huruf yang lebih besar dan ditebalkan;
- 2) Menserasikan antara ukuran huruf dan ukuran gambar;
- 3) Memilih gambar yang baik relevan, yaitu gambar yang dapat menyampaikan pesan/isi dari gambar tersebut secara efektif kepada pengguna LKPD;
- 4) Memperhatikan tampilan LKPD seperti desain cover yang menarik (dari segi perpaduan warna, gambar pada cover dan variasi bentuk huruf), menserasikan kombinasi warna pada kegiatan-kegiatan dalam LKPD, menserasikan variasi bentuk dan ukuran huruf pada kegiatan-kegiatan dalam LKPD, menyesuaikan letak gambar dan tulisan agar terlihat menarik.

J. Kerangka Berpikir Penelitian

Pembelajaran sains saat ini dihadapkan pada berbagai tantangan yang berhubungan dengan aspek keterampilan, proses pembelajaran dan materi kajian. Ketiga aspek ini saling terkait satu sama lain, dalam arti permasalahan pada satu aspek juga berkontribusi pada tidak optimalnya peran aspek lainnya. Permasalahan yang sering muncul ialah kesulitan peserta didik dalam mempelajari materi sains yang kompleks dan sistematis, salah satu materi sains yang dianggap kompleks yaitu materi perubahan iklim. Hal tersebut karena program pembelajaran yang sering

digunakan masih bersifat tradisional sehingga belum bisa menumbuhkan keterampilan berpikir sistem yang dibutuhkan untuk memahami materi yang sistematis. Dalam mengasah keterampilan berpikir sistem siswa diperlukan penguasaan materi yang kompleks dan mendalam. Oleh karena itu diperlukan program pembelajaran yang tidak mengurangi esensi tingkat kedalaman dan kompleksitas materi. *Flipped classroom* berpotensi dapat meningkatkan efisiensi pembelajaran, hal tersebut karena pembelajaran menggunakan *flipped classroom* memberikan waktu yang lebih kepada peserta didik untuk belajar mandiri sebelum pertemuan kelas. Dalam pelaksanaannya diperlukan pendekatan STEM sebagai *support* yang terintegrasi di dalam pembelajaran. Pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dicakup dalam LMS *google classroom* yang akan digunakan, seperti *science* yang terdapat pada definisi materi perubahan iklim, *technology* pada penggunaan pembelajaran berbasis IT dengan menggunakan video dan penggunaan thermo-meter, *engineering* pada diadakannya salah satu masalah yang kemudian meng-arahkan peserta didik untuk merancang dan membuat alat sederhana untuk menyelesaikan permasalahan tersebut dan *mathematics* pada materi terlihat dari perbandingan dan perhitungan atau prosentase gas penyusun *mini green house* dan perhitungan suhu. Indikator keberhasilan keterampilan berpikir sistem diukur dengan soal yang diadopsi dari *climate change system thinking instrument* (CCSTI) yang dikembangkan oleh Meilinda (2018).

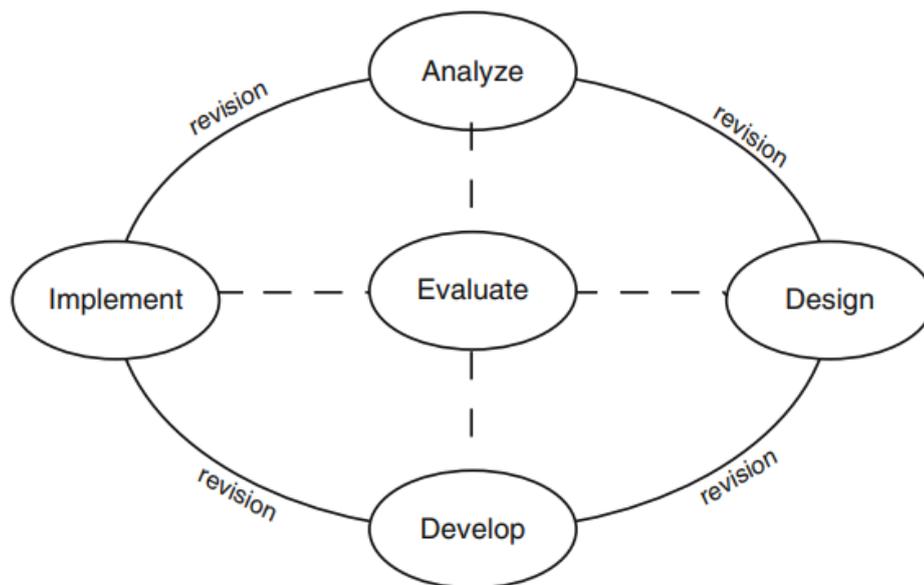
III. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Studi pendahuluan melalui observasi lapangan untuk mendapatkan informasi kinerja guru di lapangan menurut guru dan siswa dilakukan pada Bulan Februari tahun 2022 dan implementasi program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dilakukan pada Bulan Agustus 2023 di SMP Al Kautsar Bandar Lampung.

B. Desain Penelitian

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan model ADDIE yang dikembangkan oleh Branch. Model ADDIE terdiri dari lima tahap utama, yaitu *analysis* (analisis), *design* (desain), *development* (pengembangan), *implementation* (implementasi), dan *evaluation* (evaluasi). Tahapan model ADDIE dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Tahapan model pengembangan ADDIE

(Branch, 2009)

C. Langkah-langkah Penelitian

Langkah-langkah penelitian berdasarkan alur penelitian pada Gambar 3 adalah :

1. *Analysis*

Tahap *analysis* merupakan tahap pertama dari model ADDIE. Langkah analisis melalui dua tahap yaitu analisis kinerja dan analisis kebutuhan. Analisis kinerja dilakukan untuk mengetahui dan mengklarifikasi apakah masalah kinerja yang dihadapi memerlukan solusi berupa penyelenggaraan program atau perbaikan manajemen. Sedangkan analisis kebutuhan merupakan langkah yang diperlukan untuk menentukan kemampuan-kemampuan atau kompetensi yang perlu dipelajari peserta didik untuk meningkatkan kinerja atau prestasi belajar. Hal ini dilakukan apabila program pembelajaran dianggap sebagai solusi dari masalah pembelajaran yang sedang dihadapi (Branch, 2009).

Analisis kinerja dalam penelitian ini menghasilkan gambaran tentang program pembelajaran yang digunakan oleh guru, khususnya pada materi perubahan iklim. Analisis ini akan menghasilkan gambaran fakta, harapan dan alternatif penyelesaian masalah, sehingga memudahkan untuk menentukan langkah awal dalam penyusunan program pembelajaran yang akan dikembangkan. Pada tahap ini, peneliti melakukan analisis dengan pemberian angket kepada 30 orang guru IPA yang berasal dari sekolah Negeri dan Swasta yang tersebar di 15 kabupaten/kota di Lampung dan pemberian angket kepada 60 peserta didik SMP kelas VII yang berasal dari SMP Negeri dan Swasta yang tersebar di 15 kabupaten/kota di Lampung.

2. *Design*

Tahap ini meliputi penyusunan program pembelajaran, pemilihan media pembelajaran, pembuatan instrumen tes dan instrumen asesmen kinerja keterampilan. Pada tahap merancang perangkat pembelajaran meliputi menganalisis KI dan KD yang dipilih dalam penelitian, merancang karakteristik materi, keluasan dan kedalaman materi, dan alokasi waktu, menetapkan indikator pencapaian kompetensi yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun instrumen evaluasi hasil belajar

dan menyusun silabus, Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP), LKPD serta Instrumen test yang dalam pelaksanaannya menggunakan program pembelajaran *flipped classroom* berbantuan *google classroom*. RPP dan LKPD yang dirancang mengakomodir pembelajaran secara *online* atau diluar kelas dan pembelajaran di dalam kelas.

Rubrik penilaian pretes-postes disusun berdasarkan spesifikasi tujuan pembelajaran, yaitu untuk mengukur keterampilan berpikir sistem peserta didik SMP sebelum dan sesudah diterapkan program pembelajaran. Indikator tes yang dikembangkan meliputi kemampuan untuk mengidentifikasi komponen dan proses dalam sistem, kemampuan mengidentifikasi hubungan struktur dan peran dalam sistem, kemampuan memetakan fenomena iklim dalam komponen iklim tertentu, kemampuan menganalisis hubungan konsep pada satu level dengan level lain, kemampuan untuk mengidentifikasi proses umpan balik yang terjadi pada sistem, membuat generalisasi dari pola yang dibentuk oleh sistem, merancang pola interaksi dari komponen sistem yang keberadaannya dapat dideteksi, membuat atau mengembangkan model, kemampuan memprediksi efek yang muncul dari adanya intervensi terhadap sistem, kemampuan menerapkan pola sistem baru berdasarkan hasil prediksi. Hasil pengembangan perangkat pada tahap ini disebut sebagai *draft I* produk. *Draft I* produk terdiri atas RPP dan LKPD dan selanjutnya dilakukan validasi ahli.

3. Development

Draft I produk selanjutnya dilakukan uji validasi ahli. Validasi ahli merupakan teknik untuk memvalidasi atau menilai kelayakan produk yang dikembangkan. Validasi ini dilakukan oleh 2 orang ahli pendidikan IPA. Penilaian para ahli terhadap RPP dan LKPD yang akan digunakan pada pembelajaran IPA mencakup aspek kesesuaian isi dan konstruksi. Selanjutnya, perangkat diperbaiki/direvisi berdasarkan saran/masukan dari ahli sehingga dihasilkan produk yang layak diterapkan atau tidak pada pembelajaran. *Draft I* perangkat pembelajaran setelah direvisi berdasarkan masukan dari ahli disebut sebagai *draft II* produk. Setelah dihasilkan *draft II* produk, dilakukan ujicoba kepada 6 guru SMP Al Kautsar Bandar Lampung. Selanjutnya dilakukan revisi berdasarkan masukan dari guru

terkait aspek kesesuaian isi dan konstruksi produk yang sudah dikembangkan. *Draft* yang telah mengalami revisi ini disebut *draft* III produk.

4. Implementation

Implementation ini merupakan tahap penerapan *draft* III. Tahap ini bertujuan untuk membimbing peserta didik mencapai tujuan pembelajaran, memastikan bahwa pada akhir pembelajaran peserta didik memiliki kompetensi keterampilan berpikir sistem. Dalam pelaksanaannya penelitian dilakukan di SMP Al Kautsar Bandar Lampung dengan menggunakan desain *Quasi Eksperimen; The Matching Only Pretest-Posttest Control Group Design* (Fraenkel & Wallen, 2013). Desain ini bertujuan untuk menyelidiki kemungkinan hubungan sebab akibat dengan cara memberikan satu atau lebih perlakuan dan kemudian membandingkan hasilnya. Dalam desain ini kedua kelompok diberikan tes awal (*pretest*) dengan instrumen yang sama, kelompok eksperimen diberikan treatment dengan menggunakan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM, sedangkan kelompok kontrol diberi perlakuan dengan pembelajaran konvensional. Setelah itu, kedua kelompok melakukan tes akhir (*post test*), hasil kedua tes kemudian diolah dan dibandingkan. Desain eksperimen dalam penelitian ini ditunjukkan dalam tabel berikut:

Tabel 6. The matching only pretest-posttest control group design

Treatment Group	M	O	X	O
Control Group	M	O	C	O

(Fraenkel & Wallen, 2013)

Keterangan :

M : *Matching Only*

O : Pre test

X : Treatment kelompok eksperimen

C : Treatment kelompok kontrol

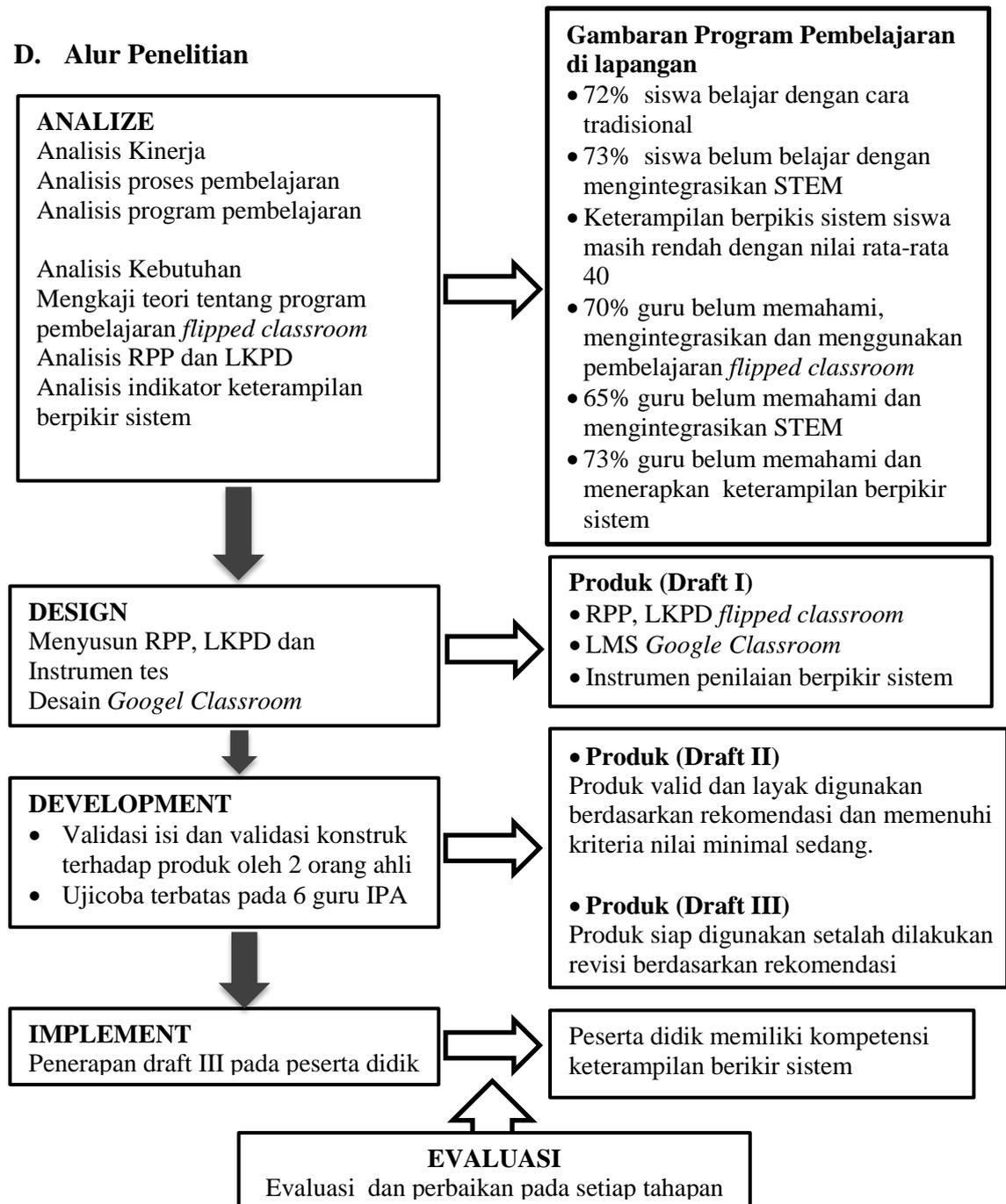
O : Post test

Setelah diterapkan perlakuan dengan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM selanjutnya dilakukan penilaian keterlaksanaan pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh guru mata IPA dengan mengisi lembar keterlaksanaan pembelajaran.

5. Evaluation

Evaluation dilakukan untuk mengevaluasi dan memperbaiki setiap tahapan proses pengembangan program pembelajaran mulai dari RPP, LKPD dan instrumen penilaian. Selain itu dilakukan evaluasi terhadap nilai pretes, postes yang ditinjau dari *n-gain* dan *effect size*, keterampilan ilmiah siswa, pembuatan produk, respon guru dan respon siswa.

D. Alur Penelitian



Gambar 4. Alur pengembangan program pembelajaran dengan pendekatan ADDIE

E. Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian adalah alat yang digunakan oleh peneliti untuk mengumpulkan data. Adapun instrumen yang digunakan pada penelitian ini adalah angket analisis kinerja guru di lapangan, instrumen validasi, lembar observasi ke-terlaksanaan pembelajaran, tes keterampilan berpikir sistem, instrumen kinerja ilmiah, pembuatan produk dan respon siswa serta guru terhadap program pembelajaran.

1. Instrumen analisis kinerja guru di lapangan

Instrumen ini terdiri dari 2 macam instrumen yaitu instrumen untuk guru dan untuk siswa. Instrumen ini berbentuk angket yang terdiri dari 14 pertanyaan untuk instrumen guru dan 11 pertanyaan untuk instrumen siswa, tujuan dari pemberian instrumen untuk mengetahui gambaran pemahaman dan penggunaan *flipped classroom* dalam pembelajaran, pengetahuan tentang pembelajaran STEM, dan pengetahuan keterampilan berpikir sistem. Pengambilan data diberikan secara *online* menggunakan *google classroom* dan menggunakan skala likert dengan rentang sangat setuju (SS) skor 4, Setuju (S) skor 3, kurang setuju (KS) skor 2, dan tidak setuju (TS) skor 1, selain itu disajikan pertanyaan terbuka untuk mengkonfirmasi setiap jawaban.

2. Instrumen validasi aspek kesesuaian isi

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengetahui kesesuaian isi perangkat pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa yang terdiri dari RPP, LKPD, pretest dan postes, serta asesmen kinerja. Metode pengisian angket ini menggunakan skala Likert interval 1-4 dimana bobot empat menunjukkan sangat setuju, tiga untuk setuju, dua untuk kurang setuju, dan satu untuk tidak setuju. Adapun perangkat pembelajaran yang divalidasi yaitu RPP dengan 25 pernyataan meliputi kesesuaian indikator dengan KD, kesesuaian indikator dengan keterampilan berpikir sistem, kesesuaian tujuan pembelajaran dengan KD, kesesuaian tujuan pembelajaran dengan keterampilan berpikir sistem, kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan tahapan *flipped classroom*, kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan integrasi

STEM, kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan pemanfaatan *google classroom*, dan kesesuaian isi wacana yang disajikan dalam kegiatan pembelajaran dengan konteks materi. Kesesuaian LKPD dengan 7 pernyataan meliputi kesesuaian kompetensi dasar (KD), indikator pencapaian kompetensi, kesesuaian kegiatan pembelajaran dengan tahap-tahap pembelajaran *flipped classroom*, kesesuaian kegiatan dengan pengintegrasian STEM, kesesuaian fenomena dan materi untuk membantu siswa mengembangkan kemampuan berpikir sistem.

3. Instrumen validasi aspek konstruksi

Instrumen ini berbentuk angket yang disusun untuk mengetahui konstruksi perangkat pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa yang terdiri dari RPP, LKPD, pretest dan postes, serta asesmen kinerja. Metode pengisian angket ini menggunakan skala Likert interval 1-4 dimana bobot empat menunjukkan sangat setuju, tiga untuk setuju, dua untuk kurang setuju, dan satu untuk tidak setuju. Adapun Perangkat pembelajaran yang divalidasi yaitu konstruksi RPP dengan 10 pernyataan meliputi kelengkapan RPP yang disertai dengan identitas RPP, KD, indikator keterampilan berpikir sistem, materi pembelajaran, model dan metode pembelajaran, kegiatan pembelajaran yang terdiri dari setiap tahapan pembelajaran *flipped classroom*, wacana/fenomena pembelajaran, alat dan sumber belajar, dan penilaian pembelajaran. Konstruksi LKPD dengan 9 pernyataan yang meliputi kelengkapan LKPD yang disertai dengan identitas LKPD, KD, Indikator keterampilan berpikir sistem, petunjuk penggunaan LKPD, tahap-tahap pembelajaran, dan disertai dengan wacana atau fenomena yang menuntun siswa untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem. Instrumen ini juga dilengkapi dengan kolom saran di mana validator dapat menuliskan saran dan masukan guna perbaikan produk.

4. Soal pretest dan posttest

Instrumen ini merupakan soal pretes-postes yang akan digunakan untuk mengukur keterampilan berpikir sistem peserta didik sebelum dan sesudah diterapkan proses pembelajaran *flipped classroom* yang telah dikembangkan. Tes keterampilan berpikir sistem ini terdiri dari 4 dengan indikator keterampilan berpikir sistem.

Instrumen evaluasi berpikir sistem menggunakan *climate change system thinking instrument* (CCSTI) yang sudah dikembangkan oleh (Meilinda et al., 2019) dan sudah divalidasi secara teoritis dan empiris.

5. Instrumen keterlaksanaan pembelajaran

Instrumen ini digunakan pada saat implementasi program pembelajaran, untuk mengetahui sejauh mana kepraktisan program pembelajara yang dikembangkan dan aktivitas siswa selama implementasi program pembelajaran. Penilaian dilakukan oleh guru IPA dan diukur dalam bentuk skala penilaian 1 sampai 4 menurut Skala *Likert* 4.

6. Instrumen asesmen kinerja ilmiah

Instrumen ini digunakan untuk mengukur kinerja ilmiah siswa saat mengikuti proses pembelajaran. Aspek yang dinilai mulai dari menentukan pertanyaan dasar, penentuan alat dan bahan, perencanaan desain produk, menyusun jadwal kerja, penyelesaian produk, pembuatan produk, menguji hasil, penyampaian presentasi, dan evaluasi pengalaman belajar. Kriteria penilaian dibagi menjadi 3 kriteria yaitu melakukan dan sudah sesuai, melakukan tetapi kurang sesuai yang diharapkan dan tidak melakukan atau hanya pasif di dalam kelompok.

7. Instrumen penilaian pembuatan produk

Untuk mendukung penilaian tentang kepraktisa program pembelajaran dilakukan penilaian pembuatan produk. Penilaian dilakukan secara berkelompok dengan membagi kegiatan menjadi perencanaan, pelaksanaan, hasil, dan presentasi produk. Pada tahap perencanaan aspek penilaian meliputi pembagian tugas dalam kelompok dan pembuatan rencana penyelesaian pekerjaan. Pada tahap pelaksanaan aspek yang dinilai meliputi pembagian tugas kerja, pelaksanaan pembuatan, waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan proyek. Pada tahap hasil atau produk penilaian meliputi orisinalitas, nilai guna, dan estetika produk, sedangkan aspek penilaian pada tahap presentasi berupa penjelasan prose pembuatan produk. Kriteria penilaian dibagi menjadi 3 yaitu melakukan dan

sudah sesuai, melakukan tetapi kurang sesuai yang diharapkan dan tidak melakukan atau hanya pasif di dalam kelompok. Untuk penilaian memiliki rentang skor 1-3 dan hasil akhir akan ditabulasikan menjadi sebuah persentase data.

8. Instrumen respon guru dan siswa terhadap program pembelajaran

Instrumen ini dibagikan setelah proses pembelajaran di kelas selesai dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui sejauh mana kepraktisan program pembelajaran yang dikembangkan. Instrumen respon guru diberikan kepada 1 orang guru observer dengan pertanyaan yang meliputi aplikasi program *flipped classroom* dalam pembelajaran, pengintegrasian STEM, kesesuaian dengan konteks materi, dan pelaksanaannya di dalam pembelajaran, serta menilai seberapa praktis program ini digunakan. Instrumen terdiri dari 12 pernyataan, guru diminta untuk memberikan ceklis pada rentang nilai (1-4) pada setiap pernyataan, selanjutnya nilai setiap pernyataan akan diakumulasikan. Instrumen respon siswa diberikan kepada seluruh siswa setelah mengikuti pembelajaran. Terdapat 20 butir pernyataan di dalam instrumen, yang meliputi perasaan saat mengikuti pembelajaran, respon terhadap cara guru mengajar, motivasi dan percaya diri saat belajar, kemenarikan, kemudahan, dan keinginan siswa terhadap pembelajaran yang telah dilaksanakan. Instrumen menggunakan skala likert (1-4) dimana siswa diminta untuk memberikan ceklist pada setiap pernyataan yang diberikan dan kemudian hasil yang didapatkan akan diakumulasikan secara matematis. Hasil akhir akan digunakan untuk melihat kepraktisan program pembelajaran dari sudut pandang siswa.

F. Sumber Data Penelitian

Sumber data pada tahap *analysis* terdiri dari 30 orang guru IPA dan 60 peserta didik yang berasal dari SMP Negeri dan Swasta di Provinsi Lampung. Pada tahap *development* data didapat dari dua orang dosen validator (ahli) dan enam orang guru IPA, dan pada tahap *implementation* sumber data diperoleh dari satu orang guru IPA di SMP Al Kautsar Bandar Lampung yang melakukan observasi secara langsung proses pembelajaran tersebut untuk mendapatkan data keterlaksanaan pembelajaran. Pada tahap *evaluate* sumber data diperoleh dari 31 siswa kelas

VIIA di SMP Al Kautsar Bandar Lampung untuk data pretest-posttest, kinerja ilmiah, dan pembuatan produk serta respon siswa. Selain itu dari 1 orang guru IPA yang memberikan respon pada proses pembelajaran.

G. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis

1. Analisis data pada studi pendahuluan, hasil validasi ahli dan uji terbatas

Adapun kegiatan dalam teknik analisis data dilakukan dengan cara:

- a. Mengkode atau mengumpulkan data, bertujuan untuk mengelompokkan respon berdasarkan pertanyaan angket.
- b. Melakukan tabulasi data berdasarkan pengelompokan data yang dibuat, bertujuan untuk memberikan gambaran frekuensi dan kecenderungan dari setiap jawaban berdasarkan pertanyaan angket dan banyaknya responden
- c. Memberi skor jawaban responden.

Penskoran jawaban responden dalam analisis data pendahuluan, uji kesesuaian isi dan uji konstruksi berdasarkan skala likert.

Tabel 7. Penskoran pada angket kesesuaian isi dan konstruksi

Pilihan Jawaban	Skor
Sangat Setuju (SS)	4
Setuju (ST)	3
Kurang Setuju (KS)	2
Tidak setuju (TS)	1

- d. Mengolah jumlah skor jawaban responden

Pengolahan jumlah skor ($\sum S$) jawaban angket adalah sebagai berikut :

- 1) Skor untuk pernyataan Sangat Setuju (SS)
Skor = 4 x jumlah responden yang menjawab
- 2) Skor untuk pernyataan Setuju (S)
Skor = 3 x jumlah responden yang menjawab
- 3) Skor untuk pernyataan Kurang Setuju (KS)
Skor = 2 x jumlah responden yang menjawab
- 4) Skor untuk pernyataan Tidak Setuju (TS)
Skor = 1 x jumlah responden yang menjawab

- e. Menghitung persentase skor angket pada setiap item dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\% X_{in} = \frac{\sum S}{S_{maks}} \times 100\% \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan : $\% X_{in}$ = Persentase jawaban responden pada angket

$\sum S$ = Jumlah skor jawaban

S_{maks} = Skor maksimum yang diharapkan

- f. Menghitung rata-rata persentase skor pada angket penelitian pendahuuan dan angket uji ahli untuk mengetahui tingkat kesesuaian isi dan konstruksi perangkat pembelajaran yang dikembangkan dengan rumus sebagai berikut:

$$\overline{\% X_i} = \frac{\sum \% X_{in}}{n} \quad (\text{Sudjana, 2005})$$

Keterangan :

$\overline{\% X_i}$ = Rata-rata persentase jumlah terhadap pernyataan pada angket

$\sum \% X_{in}$ = Jumlah persentase jawaban terhadap semua pernyataan pada angket

n = Jumlah pertanyaan pada angket

- g. Pada analisis data penelitian awal dan validasi ahli serta respon guru dilakukan penafsiran skor secara keseluruhan dengan menggunakan tafsiran menurut (Arikunto, 2021).

Tabel 8. Tafsiran skor angket kesesuaian isi dan konstruksi

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

2. Analisis data uji validitas dan reliabilitas

Teknik pengolahan data digunakan untuk mengetahui kualitas instrumen tes yang digunakan dalam penelitian. Uji coba instrumen tes dilakukan untuk mengetahui

dan mengukur apakah instrumen yang digunakan telah memenuhi syarat dan layak digunakan sebagai pengumpul data. Instrumen yang baik harus memenuhi dua persyaratan penting yaitu valid dan reliabel (Arikunto, 2010). Uji coba soal pretes dan postes dilakukan pada siswa SMP Al Kautsar yaitu kelas VII C yang berjumlah 32 orang. Uji coba dilakukan dengan menggunakan soal pretes dan postes yang berjumlah 20 butir soal pilihan jamak. Berdasarkan hasil uji coba instrumen tersebut maka akan diketahui validitas dan reliabilitas.

Validitas adalah suatu ukuran yang menunjukkan tingkat kevalidan atau kesahihan suatu instrumen tes. Uji validitas untuk 20 butir soal pilihan jamak dengan menggunakan *SPSS versi 24.0* dengan taraf signifikan 5% dengan kriteria soal dikatakan valid jika $r_{hitung} \geq r_{tabel}$. Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui seberapa besar kepercayaan instrumen penelitian yang digunakan sebagai alat pengumpul data. Suatu alat evaluasi disebut reliabel jika alat tersebut mampu memberikan hasil yang dapat dipercaya dan konsisten. Uji reliabilitas dilakukan dengan menggunakan rumus *Alpha Cronbach* yang kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan derajat reliabilitas alat evaluasi menurut Guilford (1946), dalam hal ini analisis dilakukan dengan menggunakan software SPSS 24.00. Kriteria reliabilitas nilai *Alpha Cronbach* $\geq r_{tabel}$ dapat dilihat pada tabe 3.4.

Tabel 9. Kriteria derajat reliabilitas (r_{11})

Derajat Reliabilitas (r_{11})	Kriteria
$0,80 < r_{11} \leq 1,00$	sangat tinggi
$0,60 < r_{11} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 < r_{11} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 < r_{11} \leq 0,20$;	tidak reliable

3. Analisis data skor hasil pretes dan postes

Skor hasil pretes dan postes diubah menjadi nilai dan digunakan untuk uji perbedaan dua rata-rata guna mengetahui efektivitas program pembelajaran hasil pengembangan program pembelajaran. Selanjutnya nilai pretes dan postes digunakan untuk mencari *n-gain* kelas eksperimen guna mengetahui seberapa besar peningkatan keterampilan berpikir sistem pada kelas eksperimen.

a. Perhitungan nilai siswa

Nilai pretes dan postes untuk keterampilan keterampilan berpikir sistem siswa dirumuskan sebagai berikut:

$$\text{Nilai Siswa} = \frac{\text{Jumlah score yang diperoleh}}{\text{Jumlah score maksimal}} \times 100\%$$

b. Perhitungan *n-gain*

Untuk mengetahui besarnya peningkatan keterampilan keterampilan berpikir sistem siswa pada kelas eksperimen, maka dilakukan analisis nilai gain ternormalisasi (*n-gain*). Rumus *n-gain* menurut (Hake, 2002) adalah sebagai berikut:

$$n\text{-gain} = \frac{\%postes - \%pretes}{100 - \%pretest}$$

Hasil perhitungan *n-gain* kemudian dikategorikan dengan menggunakan klasifikasi yang dinyatakan oleh (Hake, 2002) sebagaimana Tabel 10.

Tabel 10. Kategori *n-gain*

Besarnya <i>n-gain</i>	Kategori
$n\text{-gain} \geq 0,7$	Tinggi
$0,3 \leq n\text{-gain} < 0,7$	Sedang
$n\text{-gain} < 0,3$	Rendah

c. Pengujian hipotesis

Pengujian hipotesis menggunakan uji-t. Langkah-langkah pengujian hipotesis yaitu dengan melakukan uji normalitas dan uji perbedaan dua rata-rata.

1). uji normalitas

Uji normalitas berfungsi untuk mengetahui apakah sampel penelitian berasal dari populasi berdistribusi normal atau berdistribusi tidak normal dan untuk menentukan uji selanjutnya apakah memakai statistik parametrik atau non parametrik. Langkah-langkah uji normalitas sebagai berikut:

a) Hipotesis

Hipotesis untuk uji normalitas:

H_0 = data penelitian berdistribusi normal

H_1 = data penelitian berdistribusi tidak normal

b) Memasukkan data penelitian berupa nilai *n-gain* ke dalam program statistik *SPSS versi 24.0 for windows* dengan menggunakan taraf signifikan (α) sebesar 0,05.

c) Kriteria Uji

Kriteria pengujian adalah terima H_0 jika nilai sig (p) dari *Shapiro-Wilk* > 0,05 dan terima H_1 jika nilai sig (p) dari *Shapiro-Wilk* < 0,05

2). uji perbedaan dua rata-rata

Jika data yang diperoleh terdistribusi normal, maka pengujian selanjutnya menggunakan uji statistik parametrik, yaitu menggunakan uji-t (Suyatna, 2017). Uji perbedaan dua rata-rata (uji-t) digunakan untuk menentukan seberapa efektif perlakuan terhadap sampel dengan melihat *n-gain* keterampilan berpikir sistem siswa. Uji t dilakukan terhadap perbedaan rerata pretes dan postes dengan menggunakan *paired sample t-test*.

Langkah-langkah uji perbedaan dua rata-rata sebagai berikut :

a) Hipotesis

Rumusan hipotesis

H_0 : tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir sistem

H_1 : terdapat perbedaan yang signifikan pada nilai *pretest* dan *posttest* keterampilan berpikir sistem

b) Memasukkan data penelitian berupa *n-gain* ke dalam program *SPSS versi 24.0* dengan menggunakan taraf signifikan (α) sebesar 0,05.

c) Kriteria Uji

Kriteria pengujian adalah terima H_0 jika nilai sig (*2-tailed*) > 0,05 dan terima H_1 jika nilai sig (*2-tailed*) < 0,05

d. *effect size*

Effect size dicari karena dapat menginformasikan besarnya ukuran dampak. *Effect size* merupakan ukuran mengenai besarnya efek suatu variabel pada variabel lain, besarnya perbedaan maupun hubungan, yang bebas dari pengaruh besarnya sampel. Untuk menghitung *effect size* digunakan rumus Cohen's sebagai berikut:

$$d = \frac{\mu_{true} - \mu_{hyp}}{\sigma}$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}$$

$$d = \frac{M_2 - M_1}{\sqrt{\frac{SD_1^2 + SD_2^2}{2}}}$$

Keterangan:

d : *Effect size*

μ_{true} : rata-rata kelas eksperimen

μ_{hyp} : rata-rata kelas control

σ : standar deviasi (*standardized mean difference*)

SD_1^2 : Standar deviasi kelompok eksperimen

SD_2^2 : Standar deviasi kelompok kontrol

Hasil perhitungan *effect size* dikategorikan dengan menggunakan klasifikasi pada pada Tabel 11.

Tabel 11. Interpretasi *effect size*

<i>Effect size</i>	Interpretasi
$d \leq 2$	Rendah
$2 < d < 8$	Sedang
$d \geq 8$ Tinggi	Tinggi

(Cohen, 1988)

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penelitian ini menghasilkan program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM yang bertujuan untuk meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa. Adapun rincian kesimpulan yang diperoleh berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan adalah sebagai berikut

1. Karakteristik program pembelajaran yang dikembangkan berupa RPP dan LKPD *flipped classroom* terintegrasi STEM pada materi perubahan iklim. Pada RPP diberikan langkah-langkah pembelajaran yang terdiri dari pembelajaran melalui LMS *google classroom* dan pembelajaran didalam kelas. Pada proses pembelajarannya mengintegrasikan STEM dengan model *project base learning* dan pembuatan produk *mini green house*. LKPD terdiri dari LKPD online dan offline yang digunakan pada setiap langkah pembelajaran mengikuti setiap langkah pembelajaran di dalam RPP.
2. Program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM efektif dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa ditinjau dari nilai rata-rata *n-gain* yang didapat yaitu 0,58 kategori sedang, dengan nilai minimal 0,25 dan maximal 0,83, serta *effect size* sebesar 2,26 dengan kriteria sedang.
3. Program pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM praktis dalam meningkatkan keterampilan berpikir sistem siswa ditinjau dari rata-rata persentase kinerja guru dalam mengelola pembelajaran yaitu 89% dengan kriteria sangat tinggi, rata-rata persentase kinerja ilmiah siswa yaitu 88% dengan kriteria sangat tinggi, rata-rata nilai keterampilan praktikum siswa yaitu 88% dengan kriteria sangat tinggi, respon guru ditinjau dari observasi pelaksanaan pembelajaran dikelas sebesar 88% dengan kriteria sangat tinggi, dan respon siswa terhadap pembelajaran sebesar 81% dengan kriteria sangat tinggi.

B. Saran

Saran yang dapat peneliti berikan berdasarkan penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut :

1. Bagi guru/calon peneliti lainnya hendaknya memperhatikan ketersediaan buku, jurnal, dan sumber pendukung lainnya ketika akan menerapkan program pembelajaran ini karena program ini menuntut siswa untuk mencari informasi dari berbagai sumber
2. Bagi guru/calon peneliti lainnya hendaknya dapat mengembangkan pembelajaran *flipped classroom* terintegrasi STEM dengan mempertimbangkan karakteristik materi, peserta didik, dan ketersediaan sumber daya pendukung. Karena pembelajaran ini mampu membuat suasana belajar lebih menarik sehingga antusias belajar peserta didik semakin meningkat. Lebih lanjut pembelajaran ini secara khusus mampu membuat siswa lebih siap, percaya diri saat belajar dikelas. Pendidik juga dapat memaksimalkan proses pada tahap evaluasi sehingga keterampilan berpikir sistem peserta didik akan lebih baik lagi.
3. Bagi guru/calon peneliti hendaknya bisa memanfaatkan semua potensi yang dimiliki oleh daerah masing-masing untuk dijadikan bahan pembelajaran

DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, K. W. (2014). Strengthening the transnational regime complex for climate change. *Transnational Environmental Law*, 3(1), 57–88.
<https://doi.org/10.1017/S2047102513000502>
- Abdurrahman, A. (2015). *Guru sains sebagai inovator (merancang pembelajaran sains inovatif berbasis riset)*.
- Abdurrahman, A., Maulina, H., Nurulsari, N., Sukamto, I., Umam, A. N., & Mulyana, K. M. (2023). Impacts of integrating engineering design process into STEM makerspace on renewable energy unit to foster students' system thinking skills. *Heliyon*, 9(4), e15100.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2023.e15100>
- Abdurrahman, B. (2020). The Effect of Flipped-Problem Based Learning Model. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7, 2–30.
<http://dx.doi.org/10.17478/jegys.548350>
- Abdurrahman, D. E., & Lengkana, D. (2022). *Jurnal Pendidikan MIPA*. 23(April), 754–765.
- Abeysekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher Education Research and Development*, 34(1), 1–14.
<https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Abuzant, M., Ghanem, M., Abd-Rabo, A., & Daher, W. (2021). Quality of Using Google Classroom to Support the Learning Processes in the Automation and Programming Course. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 16(6), 72–87. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.18847>
- Acesta, A. (2020). Analisis Kemampuan Higher Order Thingking Skills (HOTS) Siswa Materi IPA Di Sekolah Dasar. *Quagga: Jurnal Pendidikan Dan Biologi*, 12(2), 170. <https://doi.org/10.25134/quagga.v12i2.2831>
- Afiyan, F. M. (2019). *Pengembangan Pembelajaran Dengan Metode Flipped Classroom Berbasis Chamilo Pada Mata Pelajaran Gambar Teknik Kelas X Tav* <https://lib.unnes.ac.id/35586/>

- Afriana, J. (2022). Pengaruh PjBL STEM terhadap Literasi Sains dan Problem Solving Siswa SMP. *Jurnal Didaktika Pendidikan Dasar*, 6(2), 627–638. <https://doi.org/10.26811/didaktika.v6i2.551>
- Agustyaningrum, N., Pradanti, P., & Yuliana. (2022). Teori Perkembangan Piaget dan Vygotsky : Bagaimana Implikasinya dalam Pembelajaran Matematika Sekolah Dasar? *Jurnal Absis: Jurnal Pendidikan Matematika Dan Matematika*, 5(1), 568–582. <https://doi.org/10.30606/absis.v5i1.1440>
- Aif Saiful Ma'ruf. (2020). *Colloidal Learning Design using Radec Model with Stem*. 4(4), 758–765.
- Aini, M., Ridianingsih, D. S., & Yunitasari, I. (2022). Effectiveness of STEM-based project-based learning (PjBL) model on students' critical thinking skills. *Jurnal Kiprah Pendidikan*, 1(4), 247–253.
- Akçayır, G., & Akçayır, M. (2018). The flipped classroom: A review of its advantages and challenges. *Computers and Education*, 126(January), 334–345. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.07.021>
- Albashtawi, A. H., & Al Bataineh, K. B. (2020). The effectiveness of google classroom among EFL students in Jordan: An innovative teaching and learning online platform. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15(11), 78–88. <https://doi.org/10.3991/IJET.V15I11.12865>
- Alifa, D. M., Azzahroh, F., & Pangestu, I. R. (2018). Penerapan metode STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematic) berbasis proyek untuk meningkatkan kreativitas siswa sma kelas xi pada materi gas ideal. *Prosiding SNPS (Seminar Nasional Pendidikan Sains)*, 22.
- Amalia, D. N., Sunan, U. I. N., & Djati, G. (2023). *MODEL PEMBELAJARAN INKURI TERBIMBING DENGAN PENDEKATAN FLIPPED CLASSROOM DAN PENGARUHNYA TERHADAP HASIL BELAJAR*. 1, 134–138.
- Amelia, D., & Rusman, R. (2022). Sintesis Indikator Lingkungan Belajar Konstruktivis sebagai Instrumen Evaluasi Implementasi Kurikulum Ilmu Pengetahuan Alam. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 4(4), 5794–5803. <https://doi.org/10.31004/edukatif.v4i4.3203>
- Anderson, R. C., Spiro, R. J., & Anderson, M. C. (2006). Schemata as Scaffolding for the Representation of Information in Connected Discourse. *American Educational Research Journal*, 15(3), 433–440.
- Andriani, D., & Hamdu, G. (2021). Analisis Rubrik Penilaian Berbasis Education for Sustainable Development dan Konteks Berpikir Sistem di Sekolah Dasar. *Edukatif: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 3(4), 1326–1336.
- Arikunto, S. (2010). *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Rineka Cipta.

- Arikunto, S. (2021). *Dasar-dasar evaluasi pendidikan edisi 3*. Bumi Aksara.
- Ariyanto, A., & Fauziati, E. (2022). Pembelajaran Daring di Sekolah Dasar dalam Perspektif Teori Belajar Konektivisme George Siemens. *Jurnal Ilmiah Mitra Swara Ganesha*, 9(2), 144–153.
<https://ejournal.utp.ac.id/index.php/JMSG/article/view/2160>
- Asmendri, & Sari, M. (2018). Analisis Teori-Teori Belajar pada Pengembangan Model Blended Learning dengan facebook (MBL-FB). *Natural Science Journal, Volume 4(2)*, 604–615.
- Astri, H., Sinurat, Y., & Muhammad, D. (2022). *The Implementation of Integrated Project-Based Learning Science Technology Engineering Mathematics on Creative Thinking Skills and Student Cognitive Learning Outcomes in Dynamic Fluid*. 8(1), 83–94.
- Astuti, I. A. D., Bhakti, Y. B., Sumarni, R. A., Sulisworo, D., & Toifur, M. (2019). Flipped Classroom As a Millennial Teaching Model. *Indonesian Review of Physics*, 2(1), 22. <https://doi.org/10.12928/irip.v2i1.811>
- Ausubel, D. . (2010). A Subsumption Theory of Meaningful Verbal Learning and Retention. *The Journal of General Psychology*.
- Awidi, I. T., & Paynter, M. (2019). The impact of a flipped classroom approach on student learning experience. *Computers and Education*, 128, 269–283.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.013>
- Ayçiçek, B., & Yelken, T. Y. (2018). The effect of flipped classroom model on students' classroom engagement in teaching english. *International Journal of Instruction*, 11(2), 385–398. <https://doi.org/10.12973/iji.2018.11226a>
- Ayu, P. E. S. (2019). Keterampilan belajar dan berinovasi abad 21 pada era revolusi industri 4.0. *Purwadita*, 3(1), 77–83.
- Aziz, M. A., & Sanwil, T. (2022). TEORI BELAJAR KONSTRUKTIVISME DAN APLIKASI NYA DALAM PEMBELAJARAN BAHASA ARAB. *Jurnal Pendidikan Dan Pengajaran*, 1(1), 76–83.
- Azizah, T., Fauzan, A., & Harisman, Y. (2022). “Flipped Classroom Type Peer Instruction-Based Learning” Based on a Website To Improve Student’S Problem Solving. *Infinity Journal*, 11(2), 325.
<https://doi.org/10.22460/infinity.v11i2.p325-348>
- Banawi, A. (2019). Implementasi Pendekatan Saintifik Pada Sintaks Discovery/Inquiry Learning, Based Learning, Project Based Learning. *Biosel: Biology Science and Education*, 8(1), 90.
<https://doi.org/10.33477/bs.v8i1.850>

- Bates, D., & Ludwig, G. (2020). Flipped classroom in a therapeutic modality course: students' perspective. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s41039-020-00139-3>
- Bausch, K. C. (2002). Roots and Branches: A Brief, Picaresque, Personal History of Systems Theory. *Systems Research and Behavioral Science*, 19(5), 417–428. <https://doi.org/10.1002/sres.498>
- Beatty, B. J., Merchant, Z., & Albert, M. (2019). Analysis of Student Use of Video in a Flipped Classroom. *TechTrends*, 63(4), 376–385. <https://doi.org/10.1007/s11528-017-0169-1>
- Beers, S. Z. (2011). *What are the skills students will need in the 21 st century?* 1–6.
- Bell, B. (1993). *Taking into account students' thinking: A teacher development guide*. Centre for Science and Mathematics Education Research, University of Waikato.
- Bell, F. (2009). Connectivism: a network theory for teaching and learning in a connected world. *Educational Developments: The Magazine of the Staff and Educational Development Association*, 10(3), 14–16.
- Bergmann, J., & Sams, A. (2011). Flipped Your Classroom. In *Journal of Physics A: Mathematical and Theoretical* (Vol. 44, Issue 8). https://www.rcboe.org/cms/lib/GA01903614/Centricity/Domain/15451/Flip_Your_Classroom.pdf
- Bergmann, J., & Sams, A. (2016). *Flipped learning for elementary instruction* (Vol. 5). International Society for Technology in Education.
- Bordes, S. J., Walker, D., Modica, L. J., Buckland, J., & Sobering, A. K. (2021). Towards the optimal use of video recordings to support the flipped classroom in medical school basic sciences education. *Medical Education Online*, 26(1). <https://doi.org/10.1080/10872981.2020.1841406>
- Branch, R. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. springerscienceand bussines media LLC.
- Branch, R. M. (2009). Approach, Instructional Design: The ADDIE. In *Department of Educational Psychology and Instructional Technology University of Georgia* (Vol. 53, Issue 9).
- Brooks, J. G., & Brooks, M. G. (1993). *In search of understanding: The case for constructivist classrooms*. Alexandria, VI.: Expeditionary Learning Outward Bound. Inc.
- Bryan, L. A., Moore, T. J., Johnson, C. C., & Roehrig, G. H. (2015). Integrated STEM education. *STEM Road Map: A Framework for Integrated STEM Education*, 23–37.

- Bungsu, R., & Rosadi, K. I. (2021). Faktor Yang Mempengaruhi Berpikir Sistem : Aspek. *JEMSI, Jurnal Ekonomi Manajemen Sistem Informatika*, 2(2), 205–215.
- Busebaia, T. J. A., & John, B. (2020). Can flipped classroom enhance class engagement and academic performance among undergraduate pediatric nursing students? A mixed-methods study. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 15(1), 1–16.
<https://doi.org/10.1186/s41039-020-0124-1>
- Bybee, R. W. (2013). *The case for STEM education: Challenges and opportunities*. NSTA press.
- Cahyo, A. N. (2019). *Panduan Aplikasi Teori-Teori Belajar Mengajar Teraktual dan Terpopuler*. Diva press.
- Campillo, J. M., & Miralles, P. (2021). Effectiveness of the flipped classroom model on students' self-reported motivation and learning during the COVID-19 pandemic. *Humanities and Social Sciences Communications*, 8(1).
<https://doi.org/10.1057/s41599-021-00860-4>
- Castedo, R., López, L. M., Chiquito, M., Navarro, J., Cabrera, J. D., & Ortega, M. F. (2019). Flipped classroom—comparative case study in engineering higher education. *Computer Applications in Engineering Education*, 27(1), 206–216. <https://doi.org/10.1002/cae.22069>
- Cavanaugh, C., Barbour, M. K., & Clark, T. (2009). Research and practice in K-12 online learning: A review of open access literature. *International Review of Research in Open and Distance Learning*, 10(1), 22.
<https://doi.org/10.19173/irrodl.v10i1.607>
- Checkland, P. B. (1988). Information systems and systems thinking: Time to unite? *International Journal of Information Management*, 8(4), 239–248.
[https://doi.org/10.1016/0268-4012\(88\)90031-X](https://doi.org/10.1016/0268-4012(88)90031-X)
- Cho, H. J., Zhao, K., Lee, C. R., Runshe, D., & Krousgrill, C. (2021). Active learning through flipped classroom in mechanical engineering: improving students' perception of learning and performance. *International Journal of STEM Education*, 8(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-021-00302-2>
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., 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), 1–11.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0176322>
- Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D., Ginn, J., & Rosenberg Daneri, D. (2017). Teaching systems thinking to 4th and 5th graders using Environmental Dashboard display technology. *PloS One*, 12(4), e0176322.

- Cohen, J. (1988). The effect size. *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences*, 77–83.
- Costaner, L., Guntoro, G., & Sutejo, S. (2020). E-Learning Feasibility Analysis: Dwi Sejahtera Vocational High School Pekanbaru Context. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 469(1).
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/469/1/012038>
- Council, N. R. (2011). *Successful K-12 STEM education: Identifying effective approaches in science, technology, engineering, and mathematics*. National Academies Press.
- Dahar, R. W. (2011). Teori-teori Belajar & Pembelajaran. In *Jakarta: Erlangga*. Erlangga.
- Darmojo, H., & Kaligis, J. R. E. (1992). Pendidikan IPA Proyek Pembinaan Tenaga Kependidikan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. *Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan. Jakarta*.
- Deng, L., Wu, S., Chen, Y., & Peng, Z. (2020). Digital game-based learning in a Shanghai primary-school mathematics class: A case study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(5), 709–717.
- Dewi, T., Masruhim, M. A., & Sulistiarini, R. (2016). Kajian Teori Dan Kerangka Pemikiran. *Laboratorium Penelitian Dan Pengembangan FARMAKA TROPIS Fakultas Farmasi Universitas Mualawarman, Samarinda, Kalimantan Timur, April, 5–24*.
- Djamarah & Aswan, Z. (2002). Strategi Belajar Mengajar. *Jakarta: PT. Rineka Cipta*.
- Downes, S. (2005). *An introduction to connective knowledge*.
- Du, L. C. (2020). *The flipped Classroom is the right way forward*. Pul Presses Universitaires de Louvain. <http://pul.uclouvain.be>
- Dzulkarnain, A., Suryani, E., & Aprillya, M. R. (2019). Analysis of flood identification and mitigation for disaster preparedness: A system thinking approach. *Procedia Computer Science*, 161, 927–934.
<https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.11.201>
- El-Senousy, H., & Alquda, J. (2017). Effect of Flipped Classroom strategy using Blackboard Mashup tools in enhancing achievement and Self-Regulated learning skills of university students. *World Journal on Educational Technology: Current Issues*, 9(3), 144–157.
<https://doi.org/10.18844/wjet.v6i3.1974>

- Epinur, E., & Minarni, M. (2023). Development of Student Worksheets on the Inquiry-Flipped Classroom Model on Addictive and Addictive Substance Material to Improve Student's Argumentation Abilities. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 9(8), 6292–6299. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i8.4499>
- Erdoğan, V. (2019). Integrating 4C Skills of 21st Century into 4 Language Skills in EFL Classes. *International Journal of Education and Research*, 7(11), 113–124. www.ijern.com
- 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. <https://doi.org/10.1080/09500690701749313>
- Evans, C. (2020). *The Impact of Integrated STEM Equipment on Student Learning and Efficacy in the Fourth Grade Science Classroom*.
- Fadiawati, N., Diawati, C., & Syamsuri, M. M. F. (2019). Constructing a simple distillation apparatus from used goods by using project-based learning. *Periodico Tche Quimica*, 16(32), 207–213. https://doi.org/10.52571/ptq.v16.n32.2019.225_periodico32_pgs_207_213.pdf
- Fadiawati, N., Lengkana, D., Diawati, C., & Jalmo, T. (2021). Pelatihan Penyusunan LKS Berbasis Model Project Based Learning bagi Guru IPA SMP. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1(2), 74–81.
- Fan, S. C., Yu, K. C., & Lin, K. Y. (2021). A Framework for Implementing an Engineering-Focused STEM Curriculum. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19(8), 1523–1541. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10129-y>
- Faqumala, D. A., & Pranoto, Y. K. S. (2020). *Kesiapan anak masuk sekolah dasar*. Penerbit NEM.
- Fatmawati, A., Zubaidah, S., Mahanal, S., & Sutopo. (2019). Critical Thinking, Creative Thinking, and Learning Achievement: How They are Related. *Journal of Physics: Conference Series*, 1417(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1417/1/012070>
- Ferdiansyah, F., Ma'ruf, A., & Jayanti, M. I. (2022). Implikasi Connectivisme Sebagai Alternatif Teori Belajar Pada Pembelajaran Daring Di Masa Pandemi Covid-19. *EL-Muhbib: Jurnal Pemikiran Dan Penelitian Pendidikan Dasar*, 6(1), 55–64. <https://doi.org/10.52266/el-muhbib.v6i1.1000>
- Fitrah, M. (2020). Penggunaan Media Kartu Domino Pecahan Senilai Dalam Pembelajaran Matematika Berbasis Pendekatan Stem. *Aksioma*, 9(1), 51–56. <https://doi.org/10.22487/aksioma.v9i1.218>

- Fitriani, N., Gunawan, G., & Sutrio, S. (2017). Berpikir Kreatif dalam Fisika dengan Pembelajaran Conceptual Understanding Procedures (CUPs) berbantuan LKPD. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Teknologi*, 3(1), 24–33.
- Flipped Learning Network. (2014). What Is Flipped Learning? The Four Pillars of F-L-I-P. *Flipped Learning Network*, 501(c), 2.
<http://www.flippedlearning.org/definition>
- Förster, M., Maur, A., Weiser, C., & Winkel, K. (2022). Pre-class video watching fosters achievement and knowledge retention in a flipped classroom. *Computers & Education*, 179, 104399.
- Galindo, I. (2014). Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day. By Jonathan Bergmann and Aaron Sams. Alexandria, Va.: The Association for Supervision and Curriculum Development, 2012. ix + 112 pages. ISBN 978-1-56484-315-9. \$13.57. In *Teaching Theology & Religion* (Vol. 17, Issue 1). <https://doi.org/10.1111/teth.12165>
- George Siemens, C. S. T. (2020). *Journal of Applied Learning & Teaching*. 3(1).
- Gleick, J., & Berry, M. (1987). Chaos-making a new science. *Nature*, 330, 293.
- Goedhart, N. S., Blignaut-van Westrhenen, N., Moser, C., & Zweekhorst, M. B. M. (2019). The flipped classroom: supporting a diverse group of students in their learning. *Learning Environments Research*, 22(2), 297–310.
<https://doi.org/10.1007/s10984-019-09281-2>
- Gómez, R. L., & Suárez, A. M. (2020). Do inquiry-based teaching and school climate influence science achievement and critical thinking? Evidence from PISA 2015. *International Journal of STEM Education*, 7(1).
<https://doi.org/10.1186/s40594-020-00240-5>
- Gong, D., Yang, H. H., & Cai, J. (2020). Exploring the key influencing factors on college students' computational thinking skills through flipped-classroom instruction. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00196-0>
- Guilford, J. P. (1946). New Standards For Test Evaluation. *Educational and Psychological Measurement*, 6(4), 427–438.
<https://doi.org/10.1177/001316444600600401>
- Haeruman, L. D., Wijayanti, D. A., & Meidianingsih, Q. (2021). Efektivitas Blended Learning Berbasis LMS dalam Pembelajaran Matematika. 5, 80–84.
- Hake, R. R. (2002). Relationship of individual student normalized learning gains in mechanics with gender, high-school physics, and pretest scores on Mathematics and Spatial Visualization. *Physics Education Research Conference*, 8(August 2002), 1–14.
https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=en&user=10EI2q8AAAAJ&citation_for_view=10EI2q8AAAAJ:IjCSPb-OGe4C

- Hammond, D. (2017). *Philosophical Foundations of Systems Research*. 1–19. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0263-2_1
- Han, S., Capraro, R., & Capraro, M. M. (2015). How Science, Technology, Engineering, and Mathematics (Stem) Project-Based Learning (Pbl) Affects High, Middle, and Low Achievers Differently: the Impact of Student Factors on Achievement. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 13(5), 1089–1113. <https://doi.org/10.1007/s10763-014-9526-0>
- Hanafi, I., & Sumitro, E. (2019). Perkembangan kognitif Menurut Jean Piaget dan Implikasinya dalam Pembelajaran. *ALPEN : Jurnal Pendidikan Dasar*, 3(2), 87–93.
- Harahap, R. H., Buulolo, C., & Marpaung, N. Z. (2023). *CONTENT : JOURNAL OF COMMUNICATION Analisis Teori Connectivisme , Alternatif Pada Pembelajaran Daring dan Dampaknya Terhadap Motivasi Belajar Peserta Didik*. 00(00), 1–9.
- Haryanto, M. P. (2020). *Evaluasi pembelajaran (konsep dan manajemen)*. UNY Press.
- Hebebcı, M. T. (2022). *The Effects of Integrated STEM Education Practices on Problem Solving Skills , Scientific Creativity , and Critical Thinking Dispositions Ertuğrul Usta*. 9(November), 358–379.
- Heggart, K. R., & Yoo, J. (2018). Getting the most from google classroom: A pedagogical framework for tertiary educators. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(3), 140–153. <https://doi.org/10.14221/ajte.2018v43n3.9>
- Hein, G. (2018). Constructivist Learning Theory. *Learning Theory and Online Technologies, October*, 61–79. <https://doi.org/10.4324/9781315716831-5>
- Hendriani, M., & Gusteti, M. U. (2021). Validitas LKPD Elektronik Berbasis Masalah Terintegrasi Nilai Karakter Percaya Diri untuk Keterampilan Pemecahan Masalah Matematika SD Di Era Digital. *Jurnal Basicedu*, 5(4), 2430–2439. <https://jbasic.org/index.php/basicedu/article/view/1243>
- Herrington, J., Reeves, T. C., & Oliver, R. (2022). A Guide to Authentic e-Learning. *A Guide to Authentic E-Learning*. <https://doi.org/10.4324/9780203864265>
- Hew, K. F., Jia, C., Gonda, D. E., & Bai, S. (2020). Transitioning to the “new normal” of learning in unpredictable times: pedagogical practices and learning performance in fully online flipped classrooms. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 17(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-020-00234-x>

- Hidayatul Muamanah, & Suyadi. (2020). Pelaksanaan Teori Belajar Bermakna David Ausubel Dalam Pembelajaran Pendidikan Agama Islam. *Belajea: Jurnal Pendidikan Islam*, 5(01), 162–180.
<https://doi.org/10.29240/belajea.v5>
- Hopper, M., & Stave, K. (2008). Assessing the effectiveness of systems thinking interventions in the classroom. *Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society*, 1–26.
<http://www.systemdynamics.org/conferences/2008/proceed/papers/STAVE390.pdf>
- Hosam Al, Aizat, S., Ahmed, S., & Alzahrani, I. (2019). A flipped classroom model in higher education : a review of the evidence across disciplines. In *Educational Technology Research and Development* (Issue 0123456789). Springer US. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09718-8>
- Hosein, A., Hashemi, G., Alsadaji, A. J., Mohammed, Z. J., & Masoudi, S. (2022). The Effect of Flipped Classroom on Student Learning Outcomes; An Overview. *Med Edu Bull*, 3(2), 431–440.
<https://doi.org/10.22034/MEB.2022.332357.1052>
- Huzaimah, P. Z., & Amelia, R. (2021). Hambatan yang Dialami Siswa Dalam Pembelajaran Daring Matematika Pada Masa Pandemi COVID-19. *Jurnal Cendekia: Jurnal Pendidikan Matematika*, 5(1), 533–541.
- Iphov. (2019). Modul OL 3 System Thinking MODUL ON LINE 3. *Esa Unggul*, 1–13. <http://esaunggul.ac.id>
- ISTE. (2007). *ISTE*. ISTE (Interntl Soc Tech Educ.
- Jacobson, M. J., Levy, S. T., Blikstein, P., & Wilensky, U. (2006). Complex Systems and Learning : Empirical Research , Issues , and “ Seeing ” Scientific Knowledge with New Eyes Symposium Overview Implementing Multi-Agent Modeling in the Classroom : Lessons from Empirical Studies in Undergraduate Engineering Education On. *International Journal*.
- Jamarudin¹, A., Sanusi², A., Akhyar³, Y., & Pudir, O. C. (2022). Pembelajaran Google Classroom dan Metode Belajar PAI Berbasis E-Learning. *Cendekia : Media Jurnal Ilmiah Pendidikan*, 12(2), 56–65.
- Jonassen, D. H., & Rohrer-Murphy, L. (1999). Activity theory as a framework for designing constructivist learning environments. *Educational Technology Research and Development*, 47(1), 61–79.
- Karim, M. (2021). Keterampilan abad 21 dan desain pembelajarannya. *Proceeding of International Conference on Islamic Education (ICIED)*, 5(1), 161–169.
- Karim, M. F. (2013). Pembelajaran Entrepreneurship Melalui Online Berdasarkan Connectivism. *Seminar Nasional FISIP-UT*.

- Karunia, R., & Ridlo, S. (2022). *STEM Integrated Flipped Classroom Learning Tools on Biodiversity Materials to Improve Students' Critical Thinking Skills*. *11*(2), 242–253.
- Kemendikbud. (2013). *Salinan Permendikbud Nomor 65 Tahun 2013 Tentang Standar Proses*. Kemdikbud Jakarta.
- Khan, M. S. H., & Abdou, B. O. (2021). Flipped classroom: How higher education institutions (HEIs) of Bangladesh could move forward during COVID-19 pandemic. *Social Sciences & Humanities Open*, *4*(1), 100187. <https://doi.org/10.1016/j.ssaho.2021.100187>
- Khoirotnunisa, A. U. (2022). Prosiding Nasional Pendidikan : LPPM IKIP PGRI Bojonegoro Tema : Tantangan dan Terobosan Pembelajaran Inovatif di Era Digital. *Prosiding Nasional Pendidikan: LPPM IKIP PGRI Bojonegoro*, *3*(1), 65–80.
- Kollmann, T. (2006). International Journal of Technology Management: Editorial. *International Journal of Technology Management*, *33*(4), 319–321.
- Kontesa, D. A., & Fauziati, E. (2022). Teori Connectivism Dan Implikasinya Terhadap Pemanfaatan E-Learning Dalam Pembelajaran Di Sekolah Dasar. *Jurnal Mitra Swara Ganesha*, *9*(2), 117–126. <http://ejournal.utp.ac.id/index.php/JMSG/article/view/2156>
- Koswara, U., & Damayanti, T. (2022). Meningkatkan kemampuan pemahaman siswa melalui software geogebra versi 5 pada materi penggunaan integral dalam menentukan luas daerah kurva. *Jurnal Pendidikan Matematika Sebelas April*, *1*(1), 68–74. <https://ejournal.unsap.ac.id/index.php/pi-math/article/view/247%0Ahttps://ejournal.unsap.ac.id/index.php/pi-math/article/download/247/163>
- Krippner, S., & Laszlo, A. (1998). Systems Theories: Their Origins, Foundations, and Development. *Systems Theories and A Priori Aspects of Perception*.
- Kubanza, N. S., & Simatele, D. (2018). Sustainable solid waste management in sub-Saharan African cities: application of system thinking and system dynamic as methodological imperatives in Kinshasa, the Democratic Republic of Congo. *Local Environment*, *23*(2), 220–238. <https://doi.org/10.1080/13549839.2017.1399996>
- Kustriani, L. (2019). Meningkatkan Kompetensi Guru Dalam Menyusun Lembar Kerja Siswa Melalui Workshop Di Gugus Sekolah. *JPPGuseda | Jurnal Pendidikan & Pengajaran Guru Sekolah Dasar*, *2*(1), 47–52. <https://doi.org/10.33751/jppguseda.v2i1.1233>
- Laila, R., Sawitri, Y., Marta, Y. M. V., & Yanti, Y. (2019). Pengembangan Bahan Ajar Fisika Pengertian Jenis Jenis Dan Karakteristik Bahan Ajar Cetak Meliputi Handout, Modul, Buku. *Journal of Chemical Information and Modeling*, *53*(9), 1689–1699.

- Lee, Y., Capraro, R. M., & Bicer, A. (2019). Affective mathematics engagement: A comparison of STEM PBL versus non-STEM PBL instruction. *Canadian Journal of Science, Mathematics and Technology Education*, 19, 270–289.
- Lestari, A. A., Mulyana, E. H., & Muiz, D. A. (2020). Analisis Unsur Engineering Pada Pengembangan Pembelajaran STEAM Untuk Anak Usia Dini. *JPG: Jurnal Pendidikan Guru*, 1(4), 211. <https://doi.org/10.32832/jpg.v1i4.3555>
- Liu, L., & Hmelo-Silver, C. E. (2009). Promoting complex systems learning through the use of conceptual representations in hypermedia. *Journal of Research in Science Teaching*, 46(9), 1023–1040. <https://doi.org/10.1002/tea.20297>
- Luamba, A., & Tandapai, A. (2022). Peningkatan Hasil Belajar Siswa dengan Menerapkan Metode STEAM Pada Mata Pelajaran Pendidikan Agama Kristen Kelas X IPA 1 di SMA GKST 1. *UEPURO: Jurnal Ilmiah Teologi Dan ...*, 2(1), 156–169. <http://www.jurnal.sttgkst.ac.id/index.php/uepuro/article/view/124%0Ahttp://www.jurnal.sttgkst.ac.id/index.php/uepuro/article/download/124/13>
- Magdalena, I., Nurul Annisa, M., Ragin, G., & Ishaq, A. R. (2021). Analisis Penggunaan Teknik Pre-Test Dan Post-Test Pada Mata Pelajaran Matematika Dalam Keberhasilan Evaluasi Pembelajaran Di Sdn Bojong 04. *Jurnal Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 3(2), 150–165. <https://ejournal.stitpn.ac.id/index.php/nusantara>
- Malikah, S., & Fauziati, E. (2022). *EDUKATIF : JURNAL ILMU PENDIDIKAN Perspektif Connectivisme terhadap Pembelajaran Daring Berbasis Google Workspace For Education*. 4(2), 2050–2058.
- Mandinach, E. B., & Cline, H. F. (1993). *Systems , science , and schools*. 9(2), 195–206.
- Mardika, I. N. (2005). *Konektivisme Sebagai Alternatif Teori Belajar Di Abad Digital Mahasiswa S2 Teknologi Pembelajaran Universitas Negeri Yogyakarta*. 2000.
- Marpaung, R. (2021). Penerapan Model Pembelajaran Problem Based Learning untuk Meningkatkan Hasil Belajar dan Keaktifan Siswa. *Jurnal Informatika Dan Teknologi Pendidikan*, 1(1), 16–22. <https://doi.org/10.25008/jitp.v1i1.6>
- Masgumelar, N. K., & Mustafa, P. S. (2021). Teori Belajar Konstruktivisme dan Implikasinya dalam Pendidikan. *GHAITSA: Islamic Education Journal*, 2(1), 49–57. <https://siducat.org/index.php/ghaitsa/article/view/188>
- Matzavela, V., & Alepis, E. (2021). M-learning in the COVID-19 era: physical vs digital class. *Education and Information Technologies*, 26(6), 7183–7203. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10572-6>

- Maulani, S., Nuraisyah, N., Zarina, D., Velinda, I., & Aeni, A. N. (2022). Analisis Penggunaan Video sebagai Media Pembelajaran Terpadu terhadap Motivasi Belajar Siswa. *Jurnal Pendidikan Dan Teknologi Indonesia*, 2(1), 539–546. <https://doi.org/10.52436/1.jpti.134>
- Mawarni, D. (n.d.). *Berpikir sistem untuk penguatan sistem kesehatan* (2009th ed.).
- Mayer, R. E. (2005). Mayer2005Ch3.Pdf. *Cognitive Theory of Multimedia Learning*.
- Mayer, R. E., & Clark, R. (2002). Psychology (Vol II): Teaching for Meaningful Learning. *Performance Improvement*, 2(4), 41–43.
- Mayer, R. E., & Moreno, R. M. (2003). Nine Ways to Reduce Cognitive Load in Multimedia Learning. *Educational Psychologist: A Special Issue of Educational Psychologist: Volume 38*, 38(1), 43–52. <https://doi.org/10.4324/9780203764770-6>
- McCarthy, J. (2016). Reflections on a flipped classroom in first year higher education. *Issues in Educational Research*, 26(2), 332–350.
- McDavid, J. C., Huse, I., & Hawthorn, L. R. L. (2018). *Program evaluation and performance measurement: An introduction to practice*. Sage Publications.
- Meilinda, M., Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2019). Does system think in climate change content needs formal operational? *Journal of Physics: Conference Series*, 1157(2). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1157/2/022065>
- Meilinda, Rustaman, N. Y., Firman, H., & Tjasyono, B. (2018). Development and validation of climate change system thinking instrument (CCSTI) for measuring system thinking on climate change content. *Journal of Physics: Conference Series*, 1013(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1013/1/012046>
- Momsen, J., Speth, E. B., Wyse, S., & Long, T. (2022). Using Systems and Systems Thinking to Unify Biology Education. *CBE Life Sciences Education*, 21(2), 1–11. <https://doi.org/10.1187/cbe.21-05-0118>
- Moore, T. J., Johnston, A. C., & Glancy, A. W. (2020). STEM INTEGRATION. *Handbook of Research on STEM Education*.
- Mor, M., & Zion, M. (2019). Applying a system thinking learning approach to improve perception of homeostasis - a fundamental principle of biology. *Journal of Biological Education*, 00(00), 1–27. <https://doi.org/10.1080/00219266.2019.1687105>

- Murafer, N. F., Lumenta, A. S., Sugiarto, B. A., Studi, P., Informatika, T., Elektro, T., Teknik, F., Sam, U., Manado, R., & Manado, J. K. B. (2021). Implementasi Pembelajaran Flipped Classroom Berbasis Moodle. *Jurnal Teknik Informatika*, 2(5), 1–10.
- Nasir, M. A. (2022). Teori Konstruktivisme Piaget : Implementasi dalam Pembelajaran Al-Qur'an Hadis. *JSG: Jurnal Sang Guru*, 1(3), 215–223.
- Nerantzi, C. (2020). The Use of Peer Instruction and Flipped Learning to Support Flexible Blended Learning During and After the COVID-19 Pandemic. *International Journal of Management and Applied Research*, 7(2), 184–195. <https://doi.org/10.18646/2056.72.20-013>
- Ng, D. T. K., & Chu, S. K. W. (2021). Motivating Students to Learn STEM via Engaging Flight Simulation Activities. *Journal of Science Education and Technology*, 30(5), 608–629. <https://doi.org/10.1007/s10956-021-09907-2>
- Ni'mah, U. (2019). PEMANFAATAN INTERNET SEBAGAI SUMBER BELAJAR PENDIDIKAN AGAMA ISLAM Ulyn Ni ' mah Ali Bowo Tjahjono Ghofar Shidiq. *Conference on Islamic Studies FAI 2019*, 326–340.
- Nichols, M. (2003). A theory for eLearning. *Educational Technology and Society*, 6(2), 1–10.
- Nielsen, K. L. (2020). Students' video viewing habits during a flipped classroom course in engineering mathematics. *Research in Learning Technology*, 28(1063519), 1–12. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2404>
- Noetel, M., Griffith, S., Delaney, O., Sanders, T., Parker, P., del Pozo Cruz, B., & Lonsdale, C. (2021). Video Improves Learning in Higher Education: A Systematic Review. In *Review of Educational Research* (Vol. 91, Issue 2). <https://doi.org/10.3102/0034654321990713>
- Novak, J. d, & Canas, A. j. (2006). *Origins Of Concept MappingTool*. 175–184.
- NRC. (1996). *National science education standards*. Joseph Henry Press.
- Nuraeni, R., Setiono, & Himatul, A. (2020). Profil Kemampuan Berpikir Sistem Siswa Kelas XI SMA pada Materi Sistem Pernapasan. *Pedagogi Hayati*, 4(1), 1–9. <https://doi.org/10.31629/ph.v4i1.2123>
- Nurhasanah, F. (2023). *Proceedings of the 7th International Symposium on Mathematics Education and Innovation (ISMEI 2022)*. Springer Nature.
- Nwosisi, C., Ferreira, A., Rosenberg, W., & Walsh, K. (2016). A Study of the Flipped Classroom and Its Effectiveness in Flipping Thirty Percent of the Course Content. *International Journal of Information and Education Technology*, 6(5), 348–351. <https://doi.org/10.7763/ijiet.2016.v6.712>

- OCDE. (2018). The Future of Education and Skills: Education 2030. *OECD Education Working Papers*, 23. [http://www.oecd.org/education/2030/E2030-Position-Paper-\(05.04.2018\).pdf](http://www.oecd.org/education/2030/E2030-Position-Paper-(05.04.2018).pdf)
- Orgill, M. K., York, S., & Mackellar, J. (2019). Introduction to Systems Thinking for the Chemistry Education Community. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2720–2729. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00169>
- Pardede, P. (2019). Menjadi Guru “ Zaman Now ” dan Cara Pembelajaran Siswa Memasuki Era Industri 4 . 0 1. *English Education Department (Pendidikan Bahasa Inggris) UKI, July*, 0–19.
- Pertiwi, R. S., & , Abdurrahman, U. R. (2017). Efektivitas Lks Stem Untuk Melatih Keterampilan Berpikir Kreatif Siswa. *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 5(2), 11–19.
- Piaget, J. (1997). *The moral judgement of the child*. Simon and Schuster.
- Ponto, C. F., & Linder, N. P. (2011). *Sustainable tomorrow: A teachers’ guidebook for applying systems thinking to environmental education curricula*. Association of Fish & Wildlife Agencies.
- Pratama, D. S., Ermiana, I., & Khair, B. N. (2022). Penerapan Media Miniatur Berbahan Dasar Kayu untuk Meningkatkan Hasil Belajar IPA Siswa Kelas IV SDN 2 Dasan Geria. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 7(2), 368–373. <https://doi.org/10.29303/jipp.v7i2.477>
- Pratomo, I. W. P., & Wahanisa, R. (2021). Pemanfaatan Teknologi Learning Management System (LMS) di Unnes Masa Pandemi Covid-19. *Seminar Nasional Hukum ...*, 7(2). <https://proceeding.unnes.ac.id/index.php/snh/article/view/730>
- Purwaningsih, E., Sari, A. M., Yuliati, L., Masjkur, K., Kurniawan, B. R., & Zahiri, M. A. (2020). Improving the problem-solving skills through the development of teaching materials with STEM-PjBL (science, technology, engineering, and mathematics-project based learning) model integrated with TPACK (technological pedagogical content knowledge). *Journal of Physics: Conference Series*, 1481(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1481/1/012133>
- Putra, W. (2022). Cognitive Development in the Golden Ages. *Journal of Educational Analytics*, 1(3), 215–224. <https://doi.org/10.55927/jeda.v1i3.1695>
- Putri, S. U. (2019). *Pembelajaran sains untuk anak usia dini*. UPI Sumedang Press.

- Rahmawati, A., & Nuraeni, Z. (2022). Kemandirian Belajar Siswa Melalui Pembelajaran Flipped Classroom pada Materi SPLDV Kelas VIII Berbantuan Video Animasi. *JURNAL SILOGISME: Kajian Ilmu Matematika Dan Pembelajarannya*, 6(2), 50–60.
- Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. (2019). Kolmogorov-Smirnov Test and for testing the normality of the data used the Levene's Test of Quality test. Αντίστροφη τάξη (Flipped Classroom) Αντίστροφη τάξη (Flipped Classroom) The effect of flipped-problem based learning model integrated with LMS-google cl. *Journal for the Education of Gifted Young Scientists*, 7(2), 137–158.
- Raved, L., & Yarden, A. (2014). Developing seventh grade students' systems thinking skills in the context of the human circulatory system. *Frontiers in Public Health*, 2(DEC), 1–11. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2014.00260>
- Rebs, T., Brandenburg, M., & Seuring, S. (2019). System dynamics modeling for sustainable supply chain management: A literature review and systems thinking approach. *Journal of Cleaner Production*, 208, 1265–1280. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.100>
- Reynders, G., Lantz, J., Ruder, S. M., Stanford, C. L., & Cole, R. S. (2020). Rubrics to assess critical thinking and information processing in undergraduate STEM courses. *International Journal of STEM Education*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00208-5>
- Richmond, B. (1993). Systems thinking: Critical thinking skills for the 1990s and beyond. *System Dynamics Review*, 9(2), 113–133. <https://doi.org/10.1002/sdr.4260090203>
- Richmond, B. (1994). Systems thinking/systems dynamics: Let's just get on with it [Lecture notes]. *International Systems Dynamic Conference*, 25. <https://iseesystems.com/resources/articles/download/lets-just-get-on-with-it.pdf>
- Riess, W., & Mischo, C. (2010). Promoting systems thinking through biology lessons. *International Journal of Science Education*, 32(6), 705–725. <https://doi.org/10.1080/09500690902769946>
- Rispoli, G. (2020). Genealogies of Earth System thinking. *Nature Reviews Earth and Environment*, 1(1), 4–5. <https://doi.org/10.1038/s43017-019-0012-7>
- Rita Yurievna Stytsyuk. (2021). Impact of STEM Education on Soft Skill Development in IT Students through Educational Scrum Projects. *Revista Publicando*, 18(84), 10.
- Roberts, A. (2012). A justification for STEM education. *Technology and Engineering Teacher*, 71(8), 1–4.

- Roehrig, G. H., Moore, T. J., & Wang, H. (2012). *Is Adding the E Enough: Investigating the Impact of K-12 Engineering*.
- Roychoudhury, A., Shepardson, D., Hirsch, A., Niyogi, D., Mehta, J., & Top, S. (2017). The Need to Introduce System Thinking in Teaching Climate Change. *Science Educator*, 25(2), 73–81.
- Rugh, M. S., Beyette, D. J., Capraro, M. M., & Capraro, R. M. (2021). Using DIME maps and STEM project-based learning to teach physics. *Interactive Technology and Smart Education*, 18(4), 553–573.
- Rustaman, N. Y. (2021). System thinking as a sustainable competency in facilitating conceptual change through STEM based learning in biology. *Journal of Physics: Conference Series*, 1806(1).
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1806/1/012223>
- Saksono, H., Khoiri, A., Dewi Surani, S. S., Rando, A. R., Setiawati, N. A., Umalihayati, S., KM, S., Ali, I. H., MP, M. E., & Adipradipta, A. (2023). *Teori Belajar dalam Pembelajaran*. Cendikia Mulia Mandiri.
- Salirawati, D. (2004). Penyusunan dan Kegunaan LKS Dalam Proses Pembelajaran. *Jurnal Online*, 4.
- Sanders, M. (2009). Integrative STEM education: primer. *The Technology Teacher*, 68(4), 20–26.
- Saputro, M. N. A., & Pakpahan, P. L. (2021). Mengukur Keefektifan Teori Konstruktivisme Dalam Pembelajaran. *JOEAI (Journal of Education and Instruction)*, 3(2), 6. <https://doi.org/https://doi.org/10.31539/joeai.v4i1.2151>
MENGUKUR
- Sariani, N., Prihantini, M. P., Winarti, P., Indrawati, S. P. I., Jumadi, S. P. I., Suradi, A., & Satria, R. (2021). *Belajar dan pembelajaran*. Edu Publisher.
- Sartika, D. (2019). Jurnal Ilmu Sosail dan Pendidikan. *Jurnal Ilmu Sosial Dan Pendidikan*, 3(3), 89–93.
- Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. (2018). Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD)—a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journal of Geography in Higher Education*, 42(2), 192–204.
<https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339264>
- Setiyaningsih, S., & Subrata, H. (2023). Penerapan Problem Based Learning Terpadu Paradigma Konstruktivisme Vygotsky Pada Kurikulum Merdeka Belajar. *Jurnal Ilmiah Mandala Education*, 9(2), 1322–1332.
<https://doi.org/10.58258/jime.v9i2.5051>

- Shepardson, D. P., Niyogi, D., Roychoudhury, A., & Hirsch, A. (2012). Conceptualizing climate change in the context of a climate system: Implications for climate and environmental education. *Environmental Education Research*, 18(3), 323–352. <https://doi.org/10.1080/13504622.2011.622839>
- Siemens, G. (2004). Elearnspace. Connectivism: A learning theory for the digital age. *Elearnspace. Org*, 14–16.
- Siemens, G. (2005). Connectivism: Learning as network-creation. *ASTD Learning News*, 10(1), 1–28.
- Siemens, G. (2011). *Special Issue - Connectivism: Design and Delivery of Social Networked Learning*.
- Sirait, E. D., & Apriyani, D. D. (2020). Pengaruh Penggunaan Strategi Pembelajaran Aktif. *JPMI Jurnal Pendidikan Matematika Indonesia*, 5(1), 46–48.
- Siyamta, P. S., Kamdi, W., & Ulfa, S. (2000). Teori Connectivism Dalam Pembelajaran Sebagai Pendukung Sistem Adaptive E-Learning and Big Data Personalized Learning. *Diakses Dari Http://Digilib. Mercubuana. Ac. Id/Manager/T*.
- Skinner, E., Saxton, E., Currie, C., & Shusterman, G. (2017). A motivational account of the undergraduate experience in science: brief measures of students' self-system appraisals, engagement in coursework, and identity as a scientist. *International Journal of Science Education*, 39(17), 2433–2459. <https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1387946>
- Steele, K. M. (2013). *Cutting-Edge , Practical Strategies to Successfully “ Flip ” Your Classroom The Flipped Classroom : Ten Key Benefits of Attending*.
- Stohlmann, M., Moore, T., & Roehrig, G. (2012). Considerations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research*, 2(1), 28–34. <https://doi.org/10.5703/1288284314653>
- Suardipa, I. P. (2020). Sociocultural-Revolution Ala Vygotsky dalam Konteks Pembelajaran. *Widya Kumara Jurnal Pendidikan Anak Usia Dini*, 1(2), 48–58.
- Subekt, H., Taufiq, M., Susilo, H., Ibrohim, I., & Suwono, H. (2017). Mengembangkan Literasi Informasi Melalui Belajar Berbasis Kehidupan Terintegrasi Stem Untuk Menyiapkan Calon Guru Sains Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0: Review Literatur. *Education and Human Development Journal*, 3(1), 81–90. <https://doi.org/10.33086/ehdj.v3i1.90>
- Subiyantoro, S. (2021). *MONOGRAF PENGEMBANGAN MOBILE LEARNING MENGGUNAKAN MODEL DICK, CAREY, AND CAREY*. Penerbit Lakeisha.

- Sudianto, Dwijanto, & Dewi, N. R. (2019). Students' Creative Thinking Abilities and Self Regulated Learning on Project-Based Learning with LMS Moodle. *Unnes Journal of Mathematics Education Research*, 8(1), 10–17. <https://journal.unnes.ac.id/sju/index.php/ujmer/article/view/27183>
- Sudjana. (2005). *Metode Statistika* (Tarsito).
- Sugiarto, A. R. (2023). METODE FLIPPED CLASSROOM. *Manajemen Kelas Berbasis Outcome Based Education (OBE)*.
- Sugrah, N. U. (2020). Implementasi teori belajar konstruktivisme dalam pembelajaran sains. *Humanika*, 19(2), 121–138. <https://doi.org/10.21831/hum.v19i2.29274>
- Sun, A., & Chen, X. (2016). Online education and its effective practice: A research review. *Journal of Information Technology Education: Research*, 15, 157–190. <https://doi.org/10.28945/3502>
- Suparno, P. (1997). Filsafat konstruktivisme dalam pendidikan. *Yogyakarta: Kanisius*, 12–16.
- Suryana, E., Aprina, M. P., & Harto, K. (2022). Teori Konstruktivistik dan Implikasinya dalam Pembelajaran. *JIIP-Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan*, 5(7), 2070–2080.
- Suryawan, I. P. P., Pratiwi, K. A. M., & Suharta, I. G. P. (2021). Development of Flipped Classroom Learning Combined with Google Classroom and Video Conference to Improve Students' Learning Independent and Mathematics Learning Outcomes. *Journal of Education Technology*, 5(3), 375. <https://doi.org/10.23887/jet.v5i3.34466>
- Susanti, A. (2020). Analisis Keterampilan Guru Dalam Mengadakan Variasi Pembelajaran Tematik Kelas 1 Sdn 1 Gondang Kabupaten Tulungagung. *Jurnal Didika: Wahana Ilmiah Pendidikan Dasar*, 6(1), 51–62. <https://doi.org/10.29408/didika.v6i1.1516>
- Suyanto. (2023). Peningkatan Keterampilan Berpikir Kritis , Berkomunikasi , Berkolaborasi ,. *Ideguru : Jurnal Karya Ilmiah Guru*, 8(2), 216–225.
- Suyatna, A. (2017). *UJI STATISTIK BERBANTUAN SPSS UNTUK PENELITIAN PENDIDIKAN Menggunakan Pendekatan Kasus Penelitian Pendidikan*. Media Akademi.
- Syahdi, W., Simatupang, L., & Susanti, N. (2021). Pengembangan Lembar Kerja Siswa (LKS) Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Pokok Bahasan Laju Reaksi. *Jurnal Inovasi Pembelajaran Kimia*, 3(2), 183. <https://doi.org/10.24114/jipk.v3i2.28179>
- Syakur, A. (2020). *The Effectiveness of English Learning Media through Google Classroom in Higher Education*. 475–483.

- Syaparuddin, S., Meldianus, M., & Elihami, E. (2020). Strategi Pembelajaran Aktif Dalam Meningkatkan Motivasi Belajar PKn Peserta Didik. *Mahaguru: Jurnal Pendidikan Guru Sekolah Dasar*, 1(1), 30–41. <https://doi.org/10.33487/mgr.v1i1.326>
- Syukriamsyah. (2019). Upaya Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Melalui Penerapan LKPD Berbasis Inquiri Materi Suhu pada Peserta Didik Kelas VII di SMP Negeri 38 Takengon Tahun Pelajaran 2017/2018. *Serambi Konstruktivis*, 1(3), 69–75.
- Talbert, R. (2017). *Flipped learning: A guide for higher education faculty*. Stylus Publishing, LLC.
- Tomas, L., Evans, N. (Snowy), Doyle, T., & Skamp, K. (2019). Are first year students ready for a flipped classroom? A case for a flipped learning continuum. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0135-4>
- Ugwoke, E. O., Edeh, N. I., & Ezemma, J. C. (2018). Effect of flipped classroom on learning management systems and face-to-face learning environments on students' gender, interest and achievement in accounting. *Library Philosophy and Practice*, 2018.
- Vachliotis, T., Salta, K., & Tzougraki, C. (2021). Developing basic systems thinking skills for deeper understanding of chemistry concepts in high school students. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100881.
- von Glasersfeld, E. (2019). Learning as constructive activity. *Key Works in Radical Constructivism*, 1, 1–19. https://doi.org/10.1163/9789087903480_002
- Wachtler, J., Hubmann, M., Zöhrer, H., & Ebner, M. (2016). An analysis of the use and effect of questions in interactive learning-videos. *Smart Learning Environments*, 3(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0033-3>
- Wahono, B., Narulita, E., Chang, C., Darmawan, E., & Irwanto, I. (2021). *The Role of Students' Worldview on Decision-Making: An Indonesian Case Study by a Socio-Scientific Issue-Based Instruction Through Integrated STEM Education*. 17(11).
- Wallen, N. E., & Fraenkel, J. R. (2013). *Educational research: A guide to the process*. Routledge.
- Wang, H., Moore, T. J., Roehrig, G. H., & Park, M. S. (2011). STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice STEM Integration : Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*, 1(2), 1–13. <https://doi.org/10.5703/1288284314636>
- Wang, X., Wang, H., & Zhang, C. (2022). A literature review of social commerce research from a systems thinking perspective. *Systems*, 10(3), 56.

- Warsono, S. (2016). Pengelolaan Kelas Dalam Meningkatkan Belajar Siswa. *Manajer Pendidikan*, 10(5), 469–476.
- Wastyanti, A. (2021). Perkembangan Kognitif dan Pengaruh Sosiobudaya dalam Belajar. *Jurnal Pendidikan Dan Pembelajaran Dasar*, 6(1), 1–14.
- Watson, J. F., Winograd, K., & Kalmon, S. (2004). Keeping Pace With K-12 Online Learning: A Snapshot of State-Level Policy and Practice. In *Learning Point Associates / North Central Regional Educational Laboratory (NCREL)*.
- Wen, A. S., Harun, J., & Zaid, N. M. (2015). A Review of Social Constructivism Flipped Classroom Model on Students' ICT Skills. *International Education Postgraduate Seminar 2015*, 95.
- Wibowo, H. (2020). *Pengantar Teori-teori belajar dan Model-model pembelajaran*. Puri cipta media.
- Wicaksono, Kd., & Suradika, A. (2022). Desain Pembelajaran Berbasis Teori Konektivisme : Kertas Kerja Evaluasi Kurikulum di Prodi Magister Teknologi Pendidikan Universitas Muhammadiyah Jakarta. *Jurnal Perspektif*, 2(1), 22–30.
- Widarto, Pardjono, & Widodo, N. (2012). Pengembangan model pembelajaran. *Cakrawala Pendidikan*, XXXI(3), 409–423.
<https://www.academia.edu/download/32798229/7cpengembangan-model-pembelajaran.pdf>
- Widayanti, Abdurrahman, A., & Suyatna, A. (2019). Future Physics Learning Materials Based on STEM Education: Analysis of Teachers and Students Perceptions. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1), 0–9.
<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012021>
- Widjajanti, E. (2008). Kualitas lembar kerja siswa. *Makalah Seminar Pelatihan Penyusunan LKS Untuk Guru SMK/MAK Pada Kegiatan Pengabdian Kepada Masyarakat Jurusan Pendidikan FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta*, 2–5.
- Widya, Rifandi, R., & Laila Rahmi, Y. (2019). STEM education to fulfil the 21st century demand: A literature review. *Journal of Physics: Conference Series*, 1317(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1317/1/012208>
- Wilensky, U., & Resnick, M. (1999). Thinking in Levels: A Dynamic Systems Perspective to Making Sense of the World. *Journal of Science Education and Technology*, 8(1), 3–19.
- Yasir, A., Rahmah, S. A., & Antares, J. (2021). Pemanfaatan Video Pembelajaran Karate INKANAS Menggunakan Aplikasi Adobe Premier Pro 2019. *Jurnal SAINTIKOM (Jurnal Sains Manajemen Informatika Dan Komputer)*, 20(2), 105. <https://doi.org/10.53513/jis.v20i2.3866>

- York, S., Lavi, R., Dori, Y. J., & Orgill, M. K. (2019). Applications of Systems Thinking in STEM Education [Research-article]. *Journal of Chemical Education*, 96(12), 2742–2751. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.9b00261>
- Yuliansyah, A., & Ayu, M. (2021). the Implementation of Project-Based Assignment in Online Learning During Covid-19. *Journal of English Language Teaching and Learning*, 2(1), 32–38. <https://doi.org/10.33365/jeltl.v2i1.851>
- Zare, M., Sarikhani, R., Salari, M., & Mansouri, V. (2016). The impact of E-learning on university students' academic achievement and creativity. *Journal of Technical Education and Training*, 8(1), 25–33.
- Zhang, W., Zhang, X., Luo, X., & Zhao, T. (2019). Reliability model and critical factors identification of construction safety management based on system thinking. *Journal of Civil Engineering and Management*, 25(4), 362–379. <https://doi.org/10.3846/jcem.2019.8652>
- Zoller, U. (2015). Research-based transformative science/STEM/STES/STESEP education for “Sustainability Thinking”: From teaching to “Know” to learning to “Think.” *Sustainability (Switzerland)*, 7(4), 4474–4491. <https://doi.org/10.3390/su7044474>