PENGEMBANGAN *E-MODUL* PADA PEMBELAJARAN STRATEGI *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM

(Tesis)

Oleh

ALMIRA ASPRIDANEL

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

ABSTRAK

PENGEMBANGAN *E-MODUL* PADA PEMBELAJARAN STRATEGI *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM

Oleh

ALMIRA ASPRIDANEL

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan dan menghasilkan *E-Modul* pada pembelajaran strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* yang valid, praktis, dan efektif dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Penelitian ini menggunakan desain pengembangan (*Research and Development*) model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate*). Tahap uji coba terbatas menggunakan desain penelitian eksperimen bentuk *pre-post control group design* dengan tipe *one-shot case study* yang dilakukan pada 29 peserta didik kelas VII di SMPN 7 Bandar Lampung. Subjek uji coba produk menggunakan teknik *purposive sampling*. Hasil uji coba menunjukkan bahwa *E-Modul* valid dan layak digunakan. Sampel penelitian ini menggunakan dua kelas di SMP Al-Huda Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan. Kelas VII A sebagai kelas eksperimen dan kelas VII B sebagai kelas kontrol. Kevalidan *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* hasil pengembangan diperoleh dari hasil validasi ahli pada aspek kesesuaian isi, konstruksi, dan bahasa. Kepraktisan *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* ditinjau dari penilaian keterlaksanaan pembelajaran dengan *E-Modul*, respon pendidik dan peserta didik. Keefektifan didasarkan pada nilai n-*Gain* dan *effect size* tes kemampuan berpikir sistem. Hasil penelitian menunjukkan bahwa: (1) *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi STEM untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem dinyatakan valid ditinjau dari aspek isi, konstruksi dan bahasa dengan rata-rata persentase nilai sebesar 95%; (2) *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* praktis digunakan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik ditinjau dari keterlaksanaan pembelajaran dengan rata-rata persentase nilai sebesar 90,42% dengan interpretasi hampir seluruh aktivitas terlaksana serta rata-rata persentase nilai respon peserta didik dan pendidik sebesar 87% dan 89% yang keduanya berkategori sangat tinggi; (3) *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* efektif meningkatkan kemampuan berpikir sistem dengan nilai rata-rata

n-*Gain* sebesar 0,60 pada kelas eksperimen dan 0,49 pada kelas kontrol yang keduanya berkategori sedang. Nilai *effect size* kelas 0,842 yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *E-Modul* strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik.

Kata kunci: *E-Modul,* kemampuan berpikir sistem, pendekatan *STEM*

ABSTRACT

DEVELOPMENT OF STEM INTEGRATED FLIPPED CLASSROOM STRATEGY E-MODULE ON POLLUTION MATERIALS ENVIRONMENT TO IMPROVE SYSTEM THINKING SKILLS

By

ALMIRA ASPRIDANEL

This study aims to develop and produce an E-Module in STEM-integrated flipped classroom strategy learning that is valid, practical, and effective in improving students' systems thinking skills. This research uses the Research and Development model ADDIE (Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate). The limited trial phase used an experimental research design in the form of a pre-post control group design with a one-shot case study type conducted on 29 seventh grade students at SMPN 7 Bandar Lampung. The subject of the product trial used purposive sampling technique. The test results show that the E-Module is valid and feasible to use. The sample of this study used two classes at SMP Al-Huda Jati Agung, South Lampung Regency. Class VII A as the experimental class and class VII B as the control class. The validity of the E-Module of the integrated STEM flipped classroom strategy developed from the results of expert validation on the aspects of the suitability of content, construction and language. The practicality of the E-Modul flipped classroom integrated STEM strategy in terms of the assessment of the implementation of learning with the E-Modul, the responses of educators and students. The effectiveness is based on the n-Gain value and the effect size of the system thinking ability test. The results showed that: (1) the integrated STEM flipped classroom strategy E-Module to improve systems thinking skills was declared valid in terms of content, construction and language aspects with an average percentage score of 95%; (2) The STEM integrated flipped classroom strategy e-module is practically used to improve students' system thinking skills in terms of learning implementation with an average percentage score of 90.42% with the interpretation of almost all activities carried out and the average percentage value of student responses and educators by 87% and 89%, both of which are in the very

high category; (3) The integrated STEM flipped classroom strategy e-module effectively improves systems thinking skills with an average n-Gain value of 0.60 in the experimental class and 0.49 in the control class, both of which are in the medium category. The class effect size value is 0.842, which indicates that learning using the E-Module flipped classroom integrated STEM strategy has a significant influence in improving students' systems thinking skills.

Keywords: system thinking skills, *E-Modul*, STEM approach

PENGEMBANGAN *E-MODUL* PADA PEMBELAJARAN STRATEGI *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM

Oleh

Almira Aspridanel

Tesis

Sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar
MAGISTER PENDIDIKAN IPA

Pada

Program Studi Magister Pendidikan IPA
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung

FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2022

Judul Tesis : Pengembangan *E-Modul* Pada Pembelajaran Strategi *Flipped Classroom* Terintegrasi *STEM* Pada Materi Pencemaran Lingkungan Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem

Nama Mahasiswa : Almira Aspridanel

Nomor Pokok Mahasiswa : 1923025009

Program Studi : Magister Pendidikan IPA

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan

MENYETUJUI

Pembimbing I	Pembimbing II
Dr. Abdurrahman, M. Si.	**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**
NIP 19681210 199303 1 002	NIP 19611027 198603 2 001

Ketua Jurusan Pendidikan MIPA	Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA
Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd.	**Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**
NIP 19600301 198503 1 003	NIP 19611027 198603 2 001

MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

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

Sekretaris : **Dr. Dewi Lengkana, M.Sc.**

Penguji
Bukan Pembimbing : **I. Dr. Tri Jalmo, M. Si.**

II. Dr. M. Setyarini, M.Si.

2. Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan

Prof. Dr. Patuan Raja, M. Pd.
NIP 196308041989051001

Tanggal Lulus Ujian Tesis: 13 April 2022

LEMBAR PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

1. Tesis dengan judul "PENGEMBANGAN *E-MODUL* PADA PEMBELAJARAN STRATEGI *FLIPPED CLASSROOM* TERINTEGRASI *STEM* PADA MATERI PENCEMARAN LINGKUNGAN UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR SISTEM" adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya penulis lain dengan cara yang tidak sesuai dengan etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau yang disebut plagiarisme.
2. Hak Intelektual atas karya ilmiah ini diserahkan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

Atas pernyataan ini, apabila di kemudian hari ternyata ditemukan adanya ketidakbenaran, saya bersedia menanggung akibat dan sanksi yang diberikan kepada saya, saya bersedia dan sanggup dituntut sesuai dengan hukum yang berlaku.

Bandar Lampung, Januari 2022
Pernyataan,

METERAI TEMPEL
F6C15AJX784948575

Aimira Aspridanel
NPM 1923025009

MOTTO:

"Maka apabila engkau telah selesai (dari sesuatu urusan),

tetaplah bekerja keras (untuk urusan yang lain) "

(QS. Al– Insyirah: 8)

"Pengetahuan tidaklah cukup, kita harus mengamalkannya. Niat tidaklah cukup, kita harus melakukannya "
(Johann Wolfgang Von Goethe)

"Start where you are. Use what you have. Do what you can"
(Arthur Ashe)

بسم الله الرحمن الرحيم

Dengan Menyebut Nama Allah yang Maha Pengasih lagi Maha Penyayang

PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirrabbil'alamin, segala puji dan syukur hanya untuk Allah SWT, atas rahmat dan nikmat yang telah diberikan, serta kekuatan, kesehatan, dan kesabaran untukku dalam mengerjakan tesis ini
Shalawat serta salam selalu tercurah kepada junjunganku
Nabi Muhammad SAW

Kupersembahkan karya ini sebagai tanda bakti dan cinta kasihku kepada orang-orang yang selalu berharga dan berarti dalam hidupku:

Ayahku (Suprihatin, RA.,SH) dan Ibuku (Erneli)

Kedua orangtuaku yang dengan penuh kesabaran dalam mendidik dan merawatku sedari kecil hingga mengantarkanku ke perguruan tinggi dan meraih cita-cita yang selama ini aku impikan.

Keluargaku

Seluruh keluarga besar yang selalu memberikan dukungannya ketika aku berada di dalam kesulitan, membimbingku dan menasihatiku.

Para Pendidik

Para dosen dan guru atas ilmu, nasihat, bimbingan, kesabaran, waktu, dan arahan yang telah diberikan sehingga aku dapat menjadi pribadi yang lebih berani dalam mewujudkan impian dan cita-citaku.

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 19 Juni 1996, merupakan anak tunggal dari pasangan Bapak Suprihatin, RA.,SH. dengan Ibu Erneli Muchtar Djalil. Penulis tinggal di sebuah rumah beralamat di jalan Letnan Jendral Suprapto Gang. Thasim I No 18 Kelurahan Tanjung karang, Kecamatan Enggal, Bandar Lampung.

Penulis mengawali pendidikan formal di SD Negeri 2 Rawa Laut (Teladan) (2002-2008), SMP Negeri 4 Bandar Lampung (2008-2011), dan SMA Negeri 2 Bandar Lampung (2011-2014). Pada tahun 2014, penulis terdaftar sebagai mahasiswi Pendidikan Biologi Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui jalur SBMPTN dan diselesaikan pada tahun 2019. Kemudian pada tahun 2019, peneliti melanjutkan studi di Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.

SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, atas rahmat dan ridho-Nya penulis dapat menyelesaikan tesis ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan IPA di Universitas Lampung.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si., selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan FKIP Unila.
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Ahmad Saudi Samosir, S.T.,M.T., selaku Direktur Pascasarjana Unila.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA;
5. Ibu Dr. Dewi Lengkana, M.Sc., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan IPA dan sekaligus Pembimbing II yang telah memberi motivasi, semangat, saran dan bimbingan yang sangat berharga dalam penyelesaian tesis;
6. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, saran dan motivasi dalam proses penyelesaian tesis serta bekal ilmu untuk menjadi pribadi yang lebih baik dalam menjalani hidup ke depannya;
7. Bapak Dr. Tri Jalmo, M.Si., selaku Pembahas I yang telah memberikan saran-saran perbaikan dan semangat yang sangat berharga;
8. Ibu Dr. M.Setyarini, M.Si., selaku Penguji II yang telah memberikan saran-saran perbaikan dan motivasi yang berharga;
9. Bapak Prof. Dr. Agus Suyatna, M.Si., Ibu Dr. Dina Maulina, M.Si., dan, Bapak Dr. Mulyanto Widodo, M.Pd., selaku validator yang telah memberikan saran dan masukan dalam pengembangan produk;
10. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Magister Pendidikan IPA Universitas Lampung.

11. Ibu Dra. Fitrisia, ,M,Si., selaku guru mitra SMPN 7 Bandar Lampung yang telah memberikan izin dan bantuan selama penelitian serta seluruh dewan guru, staf, dan Ibu Nani Gusnida, S.Pd, selaku guru mitra SMP Al-Huda Jati Agung, siswa-siswi kelas VII A, VII B.
12. Sahabat-sahabatku tersayang Fiska, Atika, dan Devi terimakasih atas dukungan dan cintanya.
13. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan IPA 2019, terimakasih atas bantuan, motivasi dan kerjasamanya;
14. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

Penulis berdoa semoga semua amal dan bantuan yang telah diberikan mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga tesis ini dapat bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, Januari 2022

Almira Aspridanel

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL i
ABSTRAK ii
ABSTRACT iv
HALAMAN JUDUL DALAM vi
HALAMAN PERSETUJUAN vii
HALAMAN PENGESAHAN viii
LEMBAR PERNYATAAN ix
MOTTO x
PERSEMBAHAN xi
RIWAYAT HIDUP xii
SANWACANA xiii
DAFTAR ISI xv

I. PENDAHULUAN
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 6
1.3 Tujuan Penelitian 6
1.4 Manfaat Penelitian 7
1.5 Ruang Lingkup Penelitian 7

II. TINJAUAN PUSTAKA
2.1 Penggunaan Modul dalam *E-Learning* 9
2.2 *Electronic* Modul (*E-Modul)* 11
2.3 Strategi *Flipped Classroom* 12
2.4 *Sains, Technology, Engineering, Mathematics* 19
2.5 *Project Based Learning* (PJBL) Terintegrasi *STEM* 25
2.6 Ruang Lingkup Materi 30
2.7 Kemampuan Berpikir Sistem 34
2.8 Kerangka Pemikiran 38

III. METODE PENELITIAN
3.1 Desain Penelitian 41
3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian 41
3.3 Prosedur Pengembangan 41
3.4 Subjek Ujicoba 51

3.5 Teknik Pengumpulan Data 51
3.6 Instrumen Penelitian 52
3.7 Teknik Analisis Data 56

IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN
4.1 Hasil Penelitian 64
4.1.1 Hasil Penelitian Pendahuluan..... 64
4.1.2 Hasil Pengembangan Produk 67
4.1.3 Hasil Desain Produk dan Perangkat Pembelajaran 67
4.1.4 Hasil Rancangan Penyusunan *E-Modul*..... 68
4.1.5 Hasil Validasi Produk.....77
4.1.6 Hasil Uji Coba Terbatas.....81
4.1.7 Hasil Uji Coba Lapangan.....83
4.2 Pembahasan 89

V. SIMPULAN DAN SARAN
5.1 Simpulan 108
5.2 Saran 109

DAFTAR PUSTAKA..... 126

LAMPIRAN

1. Silabus 121
2. Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP)..... 126
3. Kisi dan Angket Analisis Kebutuhan Guru 149
4. Hasil Angket Analisis Kebutuhan Guru 154
5. Instrumen Kisi-Kisi Validasi 157
6. Lembar Validasi Desain Konstruksi 159
7. Lembar Validasi Isi 163
8. Lembar Validasi Bahasa 166
9. Presentase Hasil Angket Analisis Validasi 168
10. Kisi-Kisi Angket Kemenarikan, Kebermanfaatan dan Keterbacaan 176
11. Hasil Angket Kemenarikan, Kebermanfaatan dan Keterbacaan ..... .182
12. Kisi-Kisi Soal Berpikir Sistem..... 186
13. Soal-Soal *Pretest* dan *Posttest* 196
14. Rubrik Soal-Soal *Pretest* dan *Posttest* 202
15. Hasil Analisis Validitas dan Reliabillitas Uji Coba Terbatas.....204
16. Data *Pretest* dan *Posttest* Siswa..... .206
17. Data *Pretes*t dan *Posttest* Siswa Per Indikator..... 209
18. Analisis Uji Statistik *Pretest* dan *Posttest*..... 214
19. Lembar Keterlaksanaan Pembelajaran Menggunakan *E-Modul*..... 219

20. Hasil Angket Keterlaksanaan Pembelajaran Menggunakan *E-Modul* 221
21. Storyboard *E-Modul* 225
22. Foto-Foto Penelitian 237
23. Produk Akhir 246

DAFTAR TABEL

Halaman

1. Definisi Literasi *STEM*..... 21
2. Kemampuan Berpikir Sistem dengan STEM..... 24
3. Desain Sistematika *E-Modul* yang Dikembangkan.....27
4. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar..... . 30
5. Keluasan dan Kedalaman Materi..... 31
6. Materi Reguler (Faktual, Konseptual, dan Prosedural) 31
7. Indikator Kemampuan Berpikir Sistem.....37
8. Fitur *E-Modul* Pada Kemampuan Berpikir Sistem.....43
9. Fitur dan Tampilan *E-Modul* 45
10. Desain Penelitian..... 49
11. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Konstruksi..... 52
12. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Materi/Isi.....53
13. Kisi-kisi Instrumen Validasi Ahli Bahasa..... 54
14. Kisi-kisi Angket Respon Peserta Didik..... .. 54
15. Kisi-kisi Angket Respon Guru..... 55
16. Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Sistem 55
17. Skor Penilaian Terhadap Jawaban..... 58
18. Kriteria Ketercapaian Validasi..... 58
19. Kriteria Tingkat Kemenarikan, Kebermanfaatan, Keterbacaan.....59
20. Kriteria Koefisien Validasi Soal..... 60
21. Kriteria Koefisien Reliabilitas..... 61
22. Klasifikasi Penilaian Berpikir Sistem..... 61
23. Klasifikasi *N-Gain*..... 62
24. Kategori *Effect Size*..... . 63
25. STEM dalam Kegiatan Belajar Kesatu dan Kedua 71
26. Hasil Rekomendasi Perbaikan Uji Validasi Ahli 81
27. Analisis Validitas Butir Soal..... 82
28. Hasil Penilaian Kemenarikan, Kebermanfaatan dan Keterbacaan..... 83

29. Presentase Kemampuan Berpikir sistem peserta didik Kelas Eksperimen dan Kelas Kontrol. ..... ……85
30. Peningkatan Indikator Kemampuan Berpikir Sistem Peserta Didik 85
31. Hasil Uji Dua Sampel Berpasangan (*Paired Sample T-test*) 86
32. Hasil Keterlaksanaan Pembelajaran dengan Menggunakan *E-Modul* dengan strategi *flipped classroom* terintegrasi STEM 87
33. Hasil Respon Peserta Didik.....88
34. Hasil Respon Pendidik..... 88

DAFTAR GAMBAR

Halaman

1. Bagan Kerangka Pikir..... 40
2. Alur Validasi *E-Modul* 47
3. Alur Penelitian dan Pengembangan..... 50
4. Cover *E-Modul* Terintegrasi STEM 69
5. Apersepsi dan Stimulus -Modul Terintegrasi STEM 69
6. Peta Konsep *E-Modul*..... 70
7. Sub Judul *E-Modul* Terintegrasi STEM.....71
8. Tahap Refleksi 73
9. Tahap Melakukan Penyelidikan..... 74
10. Tahap Menemukan Informasi..... 75
11. Tahap Menerapkan..... 76
12. Tahap Mengkomunikasikan..... 77
13. Hasil Validasi *E-Modul* 78
14. Hasil Jawaban Peserta Didik untuk Aspek *Science* 94
15. Hasil Jawaban Peserta Didik untuk Aspek *Technology* 95
16. Hasil Desain Pembuatan IPAL Rumah Tangga……..... 96
17. Hasil Jawaban Peserta Didik untuk Aspek *Engineering*..... 96
18. Hasil Jawaban Peserta Didik untuk Aspek *Mathematics*..... … 97
19. Hasil Uji Coba IPAL Rumah Tangga..... 98
20. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Keterkaitan…… ... 99
21. Jawaban Peserta Didik Kelas Kontrol Aspek Keterkaitan……..... 99
22. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Sintesis ……..... 100
23. Jawaban Peserta Didik Kelas Kontrol Aspek Sintesis…….. 100
24. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Kemunculan….. ... 101
25. Jawaban Peserta Didik Kelas Kontrol Aspek Kemunculan……..... 101
26. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Umpan Balik…… 102
27. Jawaban Peserta Didik Kelas Kontrol Aspek Umpan Balik…… 102

28. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Kausalitas… 103
29. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Kausalitas… 103
30. Jawaban Peserta Didik Kelas Eksperimen Aspek Pemetaan Sistem… 104
31. Jawaban Peserta Didik Kelas Kontrol Aspek Pemetaan Sistem……... 104

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Perkembangan sains dan teknologi pada era Revolusi Industri 4.0 yang pesat tidak dapat disangkal (Ahmad, 2018). Seiring dengan semakin berkembangnya sistem sosial dan ekologi di seluruh dunia (globalisasi), berdampak pada peningkatan kebutuhan hidup generasi sekarang namun juga harus dapat menjamin generasi yang akan datang menikmati sumber daya berkelanjutan yang berkualitas (Clark *et al*, 2017). Peserta didik sebagai generasi sekarang dituntut untuk memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cukup untuk bertindak dengan cara yang mendukung pembangunan berkelanjutan. Keterampilan berpikir yang mendukung pembangunan berkelanjutan adalah keterampilan berpikir sistem (Goodman, 2016). Dengan demikian diharapkan peserta didik siap memasuki Pendidikan abad 21 (Duran & Sendag, 2012).

Kemampuan bepikir sistem mengarahkan peserta didik agar mampu berpikir di luar paradigma mekanistik dan reduksionis yang melihat suatu fenomena melalui analisis bagian-bagian penyusunnya secara terpisah atau berpikir *out of the box*. Berpikir sistem muncul sebagai sebuah reaksi terhadap kesulitan-kesulitan sains dalam menghadapi berbagai permasalahan dalam sistem kompleks. Untuk peneliti biologi, berpikir sistem adalah kerangka kerja konseptual dasar yang mendasari pekerjaan sehari-hari dan sistem kehidupan yang dinamis. Kompleksitas pada berpikir sistem tidak saja tampak dalam sains, tetapi juga dalam kehidupan antara manusia sebagai kemampuan untuk mengelola kompleksitas tersebut, yang merupakan jalan keluar untuk mengarahkan perubahan dunia ke arah yang lebih baik (Chandra, 2017).

Perspektif berpikir sistem yang mengarah pada kehidupan yang akan datang dan dengan adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan sesuatu kejadian sebagai sebuah sitem pemahaman yang menyeluruh akan suatu fenomena yang dihasilkan dari analisis keterkaitan antar komponen yang mencirikan bagian dari suatu sistem terhadap literasi lingkungan (Gilissen *et al*, 2016). Pendidikan sains menekankan pada isu lingkungan dan lingkungan dalam kurikulum sains. Hal ini mengimplikasi bahwa guru Sains dituntut untuk memberikan proses pembelajaran yang mengutamakan pemberian pengalaman pada peserta didiknya untuk bertanggung jawab terhadap lingkungan. Di sisi lain setiap peserta didik berupaya mengembangkan perilaku tanggung jawab terhadap lingkungan sebagai pengenalan pemahaman ilmiah tentang lingkungan fisik seperti mendaur ulang atau membersihkan halaman sekolah (Ben, Assara, dan Orion, 2010). Selain itu guru menunjukkan perilaku kesadaran lingkungan dengan mempelajari pengetahuan spesifik dan holistik yang memandu pembelajaran tentang lingkungan. Guru mempersiapkan peserta didik menuju masa depan dengan melibatkan dalam proses pengkonstruksian suatu konsep dalam pikirannya. Oleh karena itu, tujuan utama pendidikan sains sekolah hendaknya adalah untuk membekali kemampuan berpikir sistem peserta didik yang dibutuhkan dalam menerjemahkan masalah lingkungan, seperti pencemaran lingkungan yang menjadi lebih koheren (Pieter *et al*, 2013).

Nampaknya peserta didik belum mengembangkan perspektif berpikir sistem pada lingkungan. Hal ini tersirat dengan kurangnya kesadaran dalam diri peserta didik terhadap melestarikan lingkungan akan menyebabkan problematika yang kurang baik terhadap lingkungan. Hal ini disebabkan perbuatan peserta didik yang kurang bertanggung jawab dalam melestarikan lingkungan, seperti membuang sampah sembarangan (Mayer & Armstrong, 2010; Brody, 2010). Peserta didik yang memahami pola pikir sistem berkelanjutan terhadap lingkungan dan proses yang terjadi di dalamnya mungkin memiliki alat yang lebih baik untuk mengevaluasi perubahan yang terjadi di dalamnya dan mungkin tahu bagaimana hidup dalam damai dengan kesadaran lingkungan (Ben, Assara dan Orion, 2010).

Pengenalan yang lebih baik dengan masalah lingkungan saja tidak cukup pada peserta didik untuk mengembangkan kemampuan pengambilan keputusan dalam berpikir sistem yang baik tentang masalah lingkungan. Pendidikan IPA dalam Studi Penner (2000), mengungkapkan bahwa peserta didik di SMP mungkin memiliki sedikit pengalaman berpikir dan bahkan tentang sistem yang timbul sederhana. Dengan demikian, guru perlu mempertimbangkan jenis kegiatan seperti memfasilitasi pemikiran sistem peserta didik yang muncul dalam konteks dunia nyata dengan model pembelajaran dan strategi pembelajaran.

Metode pembelajaran yang digunakan umumnya adalah ceramah, padahal untuk memberikan pengalaman belajar yang membangun kemampuan berpikir sistem penggunaan metode ceramah tidak sesuai. Berdasarkan penelitian ada beberapa guru yang mengajarkan menggunakan model *PJBL*, namun model ini hanya menekankan pada proyek, tidak menyerupai kegiatan situasi sebenarnya yang diberikan saat itu, sehingga peserta didik berpikir secara partial (Saregar, 2016).

Kemampuan berpikir sistem pada pembelajaran IPA dilakukan dengan mengaitkan suatu konsep dengan konsep lain, tetapi pembelajaran yang di lakukan hanya berfokus pada satu konsep tidak dikaitkan dengan konsep lain (Roehl *et al*, 2013). Berdasarkan fakta dari hasil analisis angket kebutuhan *E-Modul* yang dilakukan pada 50 guru IPA di Provinsi Lampung diketahui sebanyak 58 % guru belum menerapkan pembelajaran yang berorientasi pada peningkatan kemampuan berpikir sistem, dikarenakan 24 dari 50 guru belum mengetahui cara berpikir masyarakat berlanjutan dan belum mendapatkan strategi, pendekatan serta bahan ajar yang tepat untuk menerapkannya.

Bahan ajar yang kurang efektif membuat guru menyampaikan pembelajaran dengan metode yang cenderung konvensional (Hrin *et al*, 2017). Hal ini didukung oleh hasil analisis angket kebutuhan guru sebanyak 66 % guru belum menggunakan bahan ajar yang terintegrasi STEM dan 52 % guru sudah menggunakan bahan ajar seperti modul cetak, sebanyak 42% guru memperoleh

modul dengan mengunduh dari internet dan hanya 16% guru memperoleh modul dengan cara membuat sendiri. Modul yang digunakan oleh guru tidak menggunakan strategi pembelajaran dan belum adanya keterpaduan Sains.

Kenyataannya bahwa keterampilan berpikir sistem tidak sepenuhnya diterapkan, namun kemampuan berpikir sistem sangat diperlukan karena ketika peserta didik memilki kemampuan ini proses untuk mengaitkan materi yang satu dengan yang lainnya, akan lebih mudah. Berpikir sistem dapat berkontribusi pada pengembangan pemahaman peserta didik dari sistem kehidupan yang dinamis (Schuler *et al*, 2017). Adanya hubungan kognitif STEM dengan berpikir sistem terjadi pada pembelajaran antar ilmu pengetahuan untuk mempelajari konsep akademis yang dipadukan dengan dunia nyata sebagai pengaplikasian bidang tersebut. Pembelajaran STEM peserta didik dituntut untuk memecahkan masalah, membuat pembaruan, menemukan/ merancang hal baru, memahami diri, melakukan pemikiran logis serta menguasai teknologi (Rachmawati, Suhery, & Anom, 2017). Salah satu upaya yang bisa dilakukan diantaranya adalah dengan memberikan suatu strategi dan model pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik strategi dan model pembelajaran yang dimaksud adalah dengan menerapkan strategi *flipped classroom* dan model *project based learning* terintegrasi STEM.

Strategi *Flipped Classroom* dimana strategi pembelajaran ini bergantung dengan konsep *E-Learning* (Alfrado dkk, 2018). *Flipped classroom* merupakan kegiatan membalik posisi belajar dengan guru yang biasanya dilakukan di kelas namun berada di rumah menggunakan media yang ada. Guru menjadikan materi pembelajaran sebagai pekerjaan rumah bagi peserta didik. Selama proses pembelajaran di kelas peserta didik wajib memperhatikan guru. Pembelajaran bermakna yang berkaitan dengan konsep *E-Learning* dapat melalui modul IPA berbasis proyek dipadukan dengan pendekatan *STEM*. Sehingga Peserta didik memiliki kesempatan untuk belajar Sains, Matematika, dan Teknik dengan mengatasi masalah yang memiliki aplikasi di dunia nyata (Afriana, 2016).

Salah satu cara untuk menerapkan strategi dan model pembelajaran *E-learning* dengan mengembangkan bahan ajar modul elektronik (Haybah, 2013) Pembelajaran berupa modul elektronik atau (*E-Modul*) adalah bahan ajar yang didesain secara terstruktur berdasarkan kurikulum dan disusun dalam satuan waktu tertentu, yang dikemas menggunakan perangkat elektronik seperti komputer atau android (Wirawan, 2017), yang menjadikan proses pembelajaran menjadi lebih efektif, praktis serta dapat meningkatkan pengetahuan hingga keterampilan tambahan bagi guru maupun peserta didik (Ramadhani dkk, 2019). Modul elektronik mempunyai karakteristik berupa ukuran file yang relatif kecil dapat disimpan dalam *flash disc*, mudah untuk dibawa serta dilengkapi animasi, simulasi, video pembelajaran dan (Puspitasari, 2019). Oleh karena itu bahan ajar berbentuk *E-Modul* akan memudahkan peserta didik untuk memahami materi pembelajaran, hal ini senada dengan penelitian sebelumnya yaitu Pengembangan *E-Modul* Mata Pelajaran IPA Pokok Bahasan Interaksi Mahkluk Hidup dengan Lingkungannya (Samiasih, Sulton, & Praherdhiono, 2018).

Berdasarkan pemaparan di atas maka diyakini bahwa pemanfaatan teknologi dalam pembelajaran berupa modul elektronik dengan strategi *flipped classroom* terintegrasi *STEM* pada materi IPA yang dekat dengan konteks dalam kehidupan sehari-hari yakni pencemaran lingkungan, maka peneliti melakukan penelitian dengan judul "Pengembangan *E-Modul* Strategi *Flipped Classroom* Terintegrasi *STEM* pada Materi Pencemaran Lingkungan untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Sistem ".

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dikemukakan, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah

a. Bagaimanakah validitas bahan ajar *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik?

b. Bagaimanakah kepraktisan bahan ajar *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik?
c. Bagaimanakah keefektivan bahan ajar *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

1.3.1 Tujuan Umum

Tujuan umum dari penelitian ini adalah menghasilkan produk *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM*.

1.3.2 Tujuan Khusus

Tujuan khusus dari penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Mengetahui tingkat kevalidan *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM* yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem.
b. Mengetahui tingkat kepraktisan *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM* yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem.
c. Mengetahui tingkat keefektivan *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM* yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang dapat diperoleh pada penelitian ini sebagai berikut:

a. Bagi peneliti, dapat memperoleh wawasan dan menambah pengetahuan tentang pengembangan *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kemampuan perpikir sistem.

b. Bagi guru, dapat memperkaya informasi wawasan tentang penggunaan bahan ajar *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* yang terintegrasi *STEM* dan membantu memilih bahan ajar dalam proses pembelajaran.
c. Bagi peserta didik, dapat memberikan pengalaman belajar yang berbeda sehingga diharapkan mampu meningkatkan kemampuan berpikir sistem.

1.5 Ruang Lingkup Penelitian

Adapun batasan penelitian ini sebagai berikut:

a. Produk yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah *E-Modul* strategi *Flipped Classroom* Terintegrasi *STEM* yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem.
b. Pengembangan *E-Modul* meliputi materi animasi, video, gambar, *link* pembelajaran, latihan soal dan *project* menggunakan software Canva dan Flip Pdf Professional.
c. Tingkat validitas *E-Modul* dalam penelitian ini meliputi aspek konstruksi, isi dan bahasa. Kriteria ketercapaian kelayakan produk meliputi standar valid adalah 80% bahwa *E-Modul* layak digunakan.
d. Tingkat kepraktisan *E-Modul* dalam penelitian ini meliputi indikator aspek kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan. Aspek kemenarikan yaitu tampilan *E-Modul*, gambar dan video yang digunakan, sedangkan pada aspek kebermanfaatan yaitu fungsi dari *E-Modul*, petunjuk, latihan soal, dan kegiatan belajar. Pada aspek keterbacaan yaitu kalimat dan huruf pada *E-Modul.* Kriteria ketercapaian kepraktisan produk dengan standar praktis adalah 80% guru dan peserta didik menyatakan bahwa *E-Modul* mudah dipahami.
e. Tingkat efektivitas ditinjau dari nilai *n-Gain* yakni besarnya peningkatan kemampuan berpikir sistem dengan kriteria effect size. Efektivitas apabila 80% peserta didik memiliki skor kemampuan berpikir sistem ada pada kategori sedang hingga tinggi.

f. Indikator kemampuan berpikir sistem yang diukur meliputi aspek keterkaitan, sintesis, kemunculan, putaran umpan balik, kausalitas, dan pemetaan sistem (Ben, Assara, dan Orion, 2010).
g. Materi yang disajikan dalam *E-Modul* ini adalah materi Pencemaran lingkungan di SMP kelas VII/ Semester II pada KD 3.8. Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dan KD 4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya.
h. Strategi pembelajaran yang digunakan adalah *Flipped Classrom.* Peserta didik secara mandiri mengakses dan mempelajari *E-Modul* sebelum pembelajaran di kelas dilaksanakan dan selanjutnya pada pembelajaran di dalam kelas, peserta didik mengerjakan tugas, berdiskusi serta membahas hasil belajar mandiri yang telah dilakukan.
i. Model Pembelajaran yang digunakan adalah *Project Based Learning* (PJBL) Terintegrasi *STEM* pendekatan *integrated* dengan memuat sintaks *reflection, research, discovery, application, communication* (Laboy & Rush, 2010).

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Penggunaan Modul dalam *E-Learning*

Electronic Learning atau *E-Learning* merupakan sebuah bentuk teknologi informasi yang diterapkan dalam bidang pendidikan. Pada era teknologi digital saat ini *E-Learning* mengalami perkembangan yang pesat. *E-Learning* mengarah pada pembelajaran melalui sumber-sumber elektronik, serta mendukung pembelajaran interaktif jarak jauh. Informasi yang tersedia dapat diakses menggunakan sistem web tanpa harus terikat ruang dan waktu. Pengembangan bahan ajar oleh Pendidik harus mengikuti perkembangan teknologi yang ada. Pendidik dapat meningkatkan pencapaian peserta didik dalam proses pembelajaran melalui pemberian bahan ajar yang berkualitas. dengan mengembangkan bahan ajar menggunakan sistem *E-learning* (Dorai, *et al.*, 2001; Piccoli, Ahmad, & Ives, 2001).

Bahan ajar bagi peserta didik merupakan suatu bagian penting dalam proses pembelajaran di sekolah. Pendidik dituntut untuk dapat memilih dan menerapkan bahan ajar yang sesuai dengan kompetensi dasar yang akan disampaikan dan tujuan yang akan dicapai. Seiring dengan perkembangan teknologi informasi dan komunikasi menjelang akhir abad ke 20, dalam hal ini penggunaan modul berbasis elektronik (*E-Modul*) sebagai sarana untuk memberikan pengalaman dan memudahkan peserta didik baik dalam penguasaan atau pemahaman materi kompetensi dapat memberikan pembelajaran yang bermakna (Amrullah, 2013).

Pembelajaran bermakna (*meaningful learning*) terjadi apabila peserta didik belajar dengan mengasosiasikan fenomena baru ke dalam struktur pengetahuan mereka (Ausubel, 2010) Menciptakan suatu pembelajaran yang bermakna dengan

mengaitkan informasi baru yang diperoleh dengan konsep-konsep relevan yang terdapat dalam struktur kognitif seseorang dipelajari oleh peserta didik. Struktur kognitif ini meliputi fakta, konsep, dan generalisasi yang terdapat pada *E-Modul* yang diterapkan oleh Pendidik (Rahmah, 2013).

Pembelajaran bermakna memerlukan peran serta peserta didik dalam proses kognitif selama pembelajaran berlangsung, tetapi kapasitas peserta didik dalam menggunakan proses kognitifnya memiliki keterbatasan. Untuk mengatasi hal tersebut, Pendidik harus menciptakan rekognisi melalui penggunaan multimedia, penggunaan multimedia pembelajaran memiliki sensitifitas terhadap beban proses kognitif peserta didik selama pembelajaran (Mayer & Moreno, 2003). Contohnya pembelajaran IPA tentang mekanisme sistem peredaran darah manusia, sistem pencernaan manusia yang tidak dapat kita pelajari dengan melihat langsung proses yang ada di dalam tubuh. Dengan adanya pembelajaran menggunakan multimedia, menambahkan berupa video didalam *E-Modul* proses terjadinya pencernaan makanan dan peredaran darah dilihat hanya dari dalam kelas dengan keadaan sesungguhnya tetapi sudah dirancang dengan baik sehingga tidak membutuhkan proses yang lama dan tidak membahayakan bagi peserta didik. Informasi materi pembelajaran juga lebih mudah ditangkap oleh kognisi peserta didik hanya lewat multimedia. Memberikan kebebasan kepada peserta didik yang ingin belajar untuk mencari informasi yang dibutuhkan secara aktif. Peserta didik harus mampu menemukan sendiri kompetensi, pengetahuan, atau teknologi, hal ini sesuai dengan teori kontruktivisme (Ana, Z, 2015).

Pembelajaran multimedia dapat memiliki kendali atas kecepatan pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik sesuai dengan kemampuan masing-masing. Selain itu pembelajaran multimedia membuat peserta didik lebih mandiri dalam memahami materi pelajaran. Teori kognitif multimedia menjelaskan bahwa peserta didik memiliki dua saluran pemrosesan informasi yaitu visual dan verbal. Hal ini berarti setiap manusia memiliki saluran komunikasi yang terpisah secara bebas sehingga informasi yang berbeda harus disajikan dalam media yang sesuai untuk memaksimalkan proses belajar (Mayer, 2003).

Berdasarkan hasil kajian di atas dapat kita disimpulkan bahwa *e-Learning* dapat membantu pembelajaran. Oleh karena itu, Pengembangan *E-Modul* dengan strategi *Flipped Classroom* terintegrasi STEM dapat menjadi salah satu alternatif yang digunakan oleh pendidik didukung oleh teori kognitif pembelajaran multimedia, pembelajaran bermakna, kontruktivisme, dan pembelajaran sosial

2.2 *Electronic* Modul (*E-Modul*)

E-Modul merupakan sebuah bentuk penyajian bahan belajar mandiri yang disusun secara sistematis ke dalam unit pembelajaran tertentu, yang disajikan dalam format elektronik, dimana setiap kegiatan pembelajaran didalamnya dihubungkan dengan tautan (link) sebagai navigasi yang membuat peserta didik menjadi lebih interaktif dengan program, yang dilegkapi dengan video tutorial, animasi dan audio untuk memperkaya pengalaman belajar (Dirjen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2017). Jika ditinjau dari manfaatnya media elektronik sendiri dapat menjadikan proses pembelajaran lebih menarik, interaktif, dapat dilakukan kapan dan dimana saja serta dapat meningkatkan kualitas pembelajaran. *E-Modul* ini diharapkan dapat membantu peserta didik dalam belajar dan memperoleh materi secara menyeluruh, mendorong peserta didik untuk belajar secara mandiri, membuat proses belajar semakin menarik dan tidak membosankan (Kustandi & Sitjipto, 2011).

Karakteristik *E-Modul* diantaranya ditampilkan dengan menggunakan layar komputer, lcd, dan lainnya, Lebih praktis untuk dibawa kemana-mana, tidak peduli berapa banyak modul yang disimpan dan dibawa tidak akan memberatkan kita dalam membawanya, Menggunakan CD, USB *Flashdisk*, atau *memory card* sebagai medium penyimpan datanya, Biaya produksinya lebih murah dibandingkan dengan modul cetak, Menggunakan sumber daya berupa tenaga listrik dan komputer atau *notebook* untuk mengoperasikannya, dapat dilengkapi dengan audio dan video dalam satu *bundle* penyajiannya (Ariasa, Santyadiputra, & Sindu, 2016).

Kelebihan *E-Modul* dibandingkan dengan modul cetak adalah sifatnya yang interaktif memudahkan dalam pembelajaran, modul dilengkapi dengan berbagai petunjuk yang lengkap dan rinci sehingga peserta didik dapat menggunakan modul dalam membelajarkan diri mereka sendiri (Wiyanto (2012). Bahan ajar yang dikemas secara utuh dan sistematis, di dalamnya memuat seperangkat pengalaman belajar yang terencana dan didesain untuk membantu peserta didik menguasai tujuan belajar yang spesifik (Daryanto, 2013). Memungkinkan menampilkan gambar, audio, video, dan animasi serta dilengkapi tes atau kuis formatif yang memungkinkan umpan balik otomatis dengan segera Rancangan modul sebagai bahan ajar memenuhi kriteria sebagai berikut (Elfahmi, Nopriyanti, 2018; Sugihartini & Jayanta, 2017):

a. Konsistensi, yaitu format dalam setiap halaman dan ukuran spasi selalu konsisten
b. Daya tarik yaitu dengan mengkombinasikan rangsangan-rangsangan (dalam bentuk tugas dan latihan) berupa gambar (ilustrasi) dengan berbagai bentuk, warna dan ukuran huruf yang serasi.
c. Bentuk dan ukuran huruf, yaitu penggunaan bentuk dan ukuran huruf yang mudah dibaca.

Pada penelitian ini diharapkan dari pengembangan *E-Modul* dengan kriteria kemudahan navigasi (daftar isi, daftar gambar, daftar tabel, judul bab, sub bab, pencarian otomatis, pembalikan halaman, highlight, anotasi, hyperlinks, eksternal link; multimedia), kandungan kognisi jelas, presentasi informasi, integrasi media, artistik dan estetika yang menarik dan baik. Diharapkan dengan penerapan kriteria tersebut akan mempermudah peserta didik dalam memahami konsep yang abstrak menjadi lebih konkrit, kemudian penggunaan soal melalui fitur yang terdapat pada *E-Modul* (Daryanto, 2013).

2.3 Strategi *Flipped Classroom*

Flipped classroom telah eksis cukup lama dalam bentuk yang beragam, namun sebenarnya dipopulerkan dan dirumuskan sebagai sebuah model oleh Bergmann dan Sams (2012). Strategi ini bertujuan untuk mereformasi metode mengajar tradisional yang tidak efisien dan kerap kali gagal untuk melibatkan peserta didik di dalam kelas dengan sebuah konsep dimana pekerjaan sekolah diselesaikan di rumah dan

pekerjaan rumah diselesaikan di sekolah. Strategi ini juga dikenal sebagai kelas terbalik (Sinaga, 2017).

Pada dasarnya, konsep strategi pembelajaran *flipped classroom* adalah ketika pembelajaran yang seperti biasa dilakukan di kelas dilakukan oleh peserta didik di rumah, dan pekerjaan rumah yang biasa di kerjakan di rumah diselesaikan di sekolah (Bergmann & Sams, 2012). Bishop dan Verleger dalam Hsieh, Wu, dan Marek (2015) berpendapat bahwa *flipped classroom* adalah teknik pendidikan yang terdiri dari dua komponen penting: (1) penggunaan teknologi komputer seperti video ceramah, dan (2) keterlibatan kegiatan pembelajaran interaktif.

Flipped Classroom salah satu strategi pembelajaran yang umumnya di lakukan di kelas dan apa yang umumnya dilakukan sebagai pekerjaan rumah kemudian dibalik atau ditukar. Sebelumnya peserta didik datang ke kelas untuk mendengarkan penjelasan Pendidik selanjutnya mereka pulang untuk mengerjakan latihan soal. Sekarang yang terjadi adalah peserta didik membaca materi, melihat video pembelajaran sebelum mereka datang ke kelas dan waktu di kelas dimaksimalkan untuk memecahkan masalah-masalah aktual yang ditemui peserta didik, berdiskusi, bertukar pengetahuan, dengan bantuan peserta didik lain maupun Pendidik, melatih peserta didik mengembangkan kefasihan prosedural jika diperlukan, inspirasi dan membantu mereka dengan proyek-proyek yang menantang dengan memberikan kontrol belajar yang lebih besar (Chandra & Nugroho, 2017; Damayanti & Sutama, 2016; Sihaloho, Suana, & Suyatna, 2017).

Flipped classroom merupakan suatu cara yang dapat diberikan oleh pendidik dengan meminimalkan jumlah instruksi langsung dalam praktik mengajar sambil memaksimalkan interaksi satu sama lain. Memanfaatkan teknologi yang menyediakan tambahan yang mendukung materi pembelajaran bagi peserta didik yang dapat diakses secara *online*. Hal ini membebaskan waktu kelas yang sebelumnya telah digunakan untuk pembelajaran. Strategi bukan hanya sekedar belajar menggunakan video pembelajaran, namun lebih menekankan tentang memanfaatkan waktu di kelas (Johnson, 2013).

Pendidik sebelum membahas materi yang akan di ajarkan memberikan tugas terlebih dahulu kepada peserta didik untuk mempelajari materi yang ada dalam media pembelajaran. Belajar seperti ini membuat peserta didik dituntut untuk lebih mandiri karena mereka mempelajari bahan terlebih dahulu sebelum ada pertemuan di kelas. Startegi ini juga membuat peserta didik lebih aktif karena dorongan keingintahuan mereka juga lebih tinggi. Strategi ini juga cocok sejalan dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi Era Industri 4.0. Startegi pembelajaran membutuhkan pelatihan dan kesiapan Pendidik, tenaga kependidikan, dan para pejabat pendidikan dalam merancang rencana pelaksanaan pembelajaran dan media pembelajaran yang *compatible* dengan perkembangan teknologi saat ini.Pendidik bisa dengan mudah mengunduh materi yang akan dipelajari peserta didik dari berbagai *learning management system* (LMS) yang sudah tersedia, baik dari Kemdikbud, yaitu Rumah Belajar dan TV Edukasi, maupun menggunakan LMS dari swasta yang dapat diunduh secara gratis. Materi diserahkan kepada peserta didik dengan diberi penjelasan apa yang harus dikerjakan dan akan dibahas pada pertemuan berikutnya (Kemendikbud, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan di Amerika dan juga beberapa sekolah di Indonesia yang sudah mempraktikkan *flipped classroom*, hasilnya sangat menggembirakan dan kualitasnya lebih baik. Para peserta didik yang mempraktikkan metode ini motivasi belajarnya sangat tinggi, kreativitasnya meningkat, tanggungjawab meningkat, peserta didik lebih aktif dalam PBM di kelas, dan nilai akademiknya lebih baik jika dibandingkan cara belajar tradisional. Begitu juga para Pendidik juga merasa punya waktu lebih untuk berinteraksi dengan peserta didik. Dengan model ini, tujuan kita untuk membekali kemampuan peserta didik untuk berpikir sistem (Hsieh, J, 2015).

Pembelajaran dengan menggunakan metode *flipped classroom* melibatkan partisipasi aktif peserta didik secara individu untuk mendalami materi pelajaran di luar kelas dengan waktu yang tidak terbatas sebelum pelajaran di kelas dimulai, dapat membantu peserta didik untuk dapat lebih aktif dan lebih mandiri dalam proses

belajar dan waktu di dalam kelas digunakan untuk memecahkan masalah yang ditemukan peserta didik dalam belajar di rumah (Wulandari, 2014).

Strategi *flipped classroom*, dibagi menjadi tiga kegiatan yaitu, sebelum kelas dimulai (*pre-class*), saat kelas dimulai (*in-class*) dan setelah kelas berakhir (*out of class*). Sebelum kelas dimulai, peserta didik sudah mempelajari materi yang akan dibahas, dalam tahap ini kemampuan yang diharapkan dimiliki oleh peserta didik adalah mengingat (*remembering*) dan mengerti (*understanding*) materi. Dengan demikian pada saat kelas dimulai peserta didik dapat mengaplikasikan (*applying*) dan menganalisis (*analyzing*) materi melalui berbagai kegiatan interaktif di dalam kelas, yang kemudian dilanjutkan dengan mengevaluasi (*evaluating*) dan mengerjakan tugas berbasis project tertentu sebagai kegiatan setelah kelas berakhir (*creating*). Terdapat beberapa bagian yaitu *Remembering, Understanding, Applying, Analyzing, Evaluating and Creating* yang terbagi pada tiga kegiatan yaitu sebelum, pada saat dan sesudah kelas (Wicaksono, 2015).

Strategi *flipped classroom* membawa dampak yang terasa bagi pengajar maupun peserta didik baik secara langsung maupun tidak langsung. Terdapat beberapa manfaat yang ditawarkan oleh strategi *Flipped Classroom ini.* Berikut adalah beberapa manfaat dari metode ini (Johnson, G, 2013) :

a. Mengubah peran pengajar dan peserta didik
   Salah satu manfaat utama dari metode *flipped classroom* adalah memberi peserta didik lebih banyak tanggung jawab untuk pembelajaran mereka sendiri. Di luar kelas, peserta didik dapat belajar secara mandiri sesuai dengan kemampuan mereka sendiri untuk dapat menyerap ilmu. Mereka dapat mengatur waktu ataupun tempat yang paling nyaman untuk mereka belajar. Mereka juga dapat mengulang apabila ada materi yang masih mereka belum pahami. Oleh sebab itu pembelajaran menjadi lebih berpusat pada peserta didik (*students-centered learning*). Selain itu, *flipped classroom* memungkinkan pengajar untuk mendedikasikan lebih banyak waktu di kelas untuk kegiatan pembelajaran yang menarik dan interaktif atau proyek yang sifatnya lebih menekankan pada praktik.

b. Pembelajaran dapat disesuaikan dengan kebutuhan masing-masing peserta didik Dengan lebih banyak waktu yang dihabiskan untuk praktik di kelas, pengajar memiliki lebih banyak kesempatan untuk mengamati peserta didik mereka dalam memahami suatu materi, serta dapat mengidentifikasi kekuatan dan kelemahan mereka. Pada kelas tradisional, fokus pengajar akan berpusat pada peserta didik yang aktif dan selalu merespon pertanyaan pengajar. Sedangkan, mereka yang pasif dan kurang memahami materi akan sulit mengejar ketertinggalan. Pada strategi *flipped classroom*, pengajar akan lebih fokus pada peserta didik yang mengalami kesulitan sedangkan peserta didik yang dapat menerapkan materi dengan baik diminta untuk bekerja secara mandiri atau membantu temannya yang masih mengalami kesulitan dalam memahami materi atau diesebut juga sebagai *peer-tutoring*. Hal ini dapat memastikan pelajaran dipersonalisasi dan tugas dibedakan untuk setiap peserta didik.

c. Peserta didik memiliki kepercayaan diri dan keterlibatan dalam pembelajaran lebih tinggi dalam mengambil tanggung jawab untuk pembelajaran mereka sendiri, sehingga mereka dapat mengembangkan keterampilan belajar individual yang lebih efektif. Ketika menghadapi suatu masalah dalam proses belajar, mereka harus mencari solusi dan menyelesaikan masalah tersebut secara independen. Kemandirian ini dapat menyebabkan peningkatan kepercayaan diri di kelas yang dapat berdampak positif pada tingkat keterlibatan peserta didik yang lebih tinggi (*higher level of engagement*).

Selain terdapat manfaat, tentu saja ada juga tantangan yang mungkin akan dihadapi oleh pengajar maupun peserta didik. Berikut adalah beberapa tantangan tersebut (Johnson, G, 2013):

a. Ketika motivasi dan pengaturan diri (*self-regulation*) peserta didik masih rendah. Terjadi suatu perubahan, tentu saja kita harus mengalami penyesuaian terhadap perubahan tersebut. Peserta didik akan membutuhkan dukungan untuk dapat melakukan penyesuaian terhadap konsep pembelajaran *flipped classroom* ini, karena konsep ini memerlukan tingkat motivasi dan pengaturan diri yang tinggi.

Mereka yang sudah terbiasa dengan konsep pembelajaran konvensional ketika mereka berada di tingkat pendidikan sebelumnya akan mengalami sedikit hambatan ketika menerapkan strategi *flipped classroom*. Sehingga, penyesuaian tersebut harus didampingi dan diarahkan oleh pengajar.

b. Diperlukan adanya kemampuan mengelola waktu yang baik.
Pengajar dapat memberikan tips manajemen waktu untuk membantu peserta didik dalam mengalokasikan waktu yang cukup untuk mengerjakan tugas pra-kelas. Pengajar tidak dapat mengasumsikan bahwa setiap peserta didik datang ke kelas dengan kondisi sepenuhnya siap dengan materi yang akan dibahas. Pengajar harus melakukan tinjauan ulang sejauh mana mereka memahami materi yang sudah diunggah pada platform digital misalnya dengan menggunakan kuis pada awal perkuliahan tatap muka. Karena kemampuan setiap peserta didik berbeda satu dengan yang lainnya, pengajar perlu untuk memastikan bahwa materi yang diberikan cukup baik sehingga semua peserta didik memperoleh pengetahuan yang mereka butuhkan untuk menyelesaikan tugas aktif di kelas. Peserta didik, pada akhirnya, akan menyadari manfaat dari kegiatan pra-kelas.

c. Pengenalan tenaga pengajar dengan teknologi.
Peran teknologi dalam strategi *flipped classroom* ini sangat besar, sehingga pengajar diharapkan mampu untuk mengimplementasikan penggunaan teknologi dengan baik, misalnya mengelola kelas online di sistem manajemen pembelajaran (LMS), memberikan kuis online, memilih atau membuat materi pembelajaran yang menarik, serta menyunting video sehingga pelatihan dan dukungan lebih lanjut oleh institusi mungkin diperlukan saat mereka bereksperimen dengan pendekatan baru ini. Waktu yang dibutuhkan untuk mempersiapkan suatu materi juga lebih banyak, namun hal tersebut dapat dianggap sebagai investasi karena pada angkatan selanjutnya apabila pengajar tersrbut mengajarkan materi yang sama, mereka tidak perlu memproduksi media tersebut kembali, melainkan menggunakan materi yang sudah ada.

d. Memastikan peserta didik aktif pada pembelajaran di luar kelas
   Pengajar harus dapat memonitor peserta didik selama tahap persiapan asinkron untuk mengukur apakah mereka dapat mengatasi tugas-tugas yang berorientasi praktik di kelas nantinya. Untuk dapat melakukan ini, pengajar mungkin perlu memberikan waktu ekstra untuk mengakses sistem manajemen pembelajaran (LMS) sehingga mereka dapat tetap mengikuti perkembangan peserta didiknya. Rancanglah tugas yang dapat melibatkan peserta didik secara aktif dan membimbing mereka menuju hasil pembelajaran (*learning outcomes*). Hal ini dilakukan untuk memonitor pemahaman seperti misalnya tugas membuat catatan (*note-taking*), atau membuat forum untuk memungkinkan adanya diskusi seputar materi. Dalam pendekatan ini, fasilitas internet juga menjadi hal yang esensial dan wajib ada. Sehingga, peserta didik harus memiliki akses untuk dapat terkoneksi dengan internet.

Kunci keberhasilan penggunaan pembelajaran *flipped classroom* adalah mendorong peserta didik untuk lebih aktif dalam menerapkan informasi baru ke berbagai konteks secara kreatif. Penerapan masalah matematika dalam pembelajaran dengan menggunakan model pembelajaran berbasis *flipped* sangat ditekankan, selain dapat meningkatkan kemampuan matematika peserta didik melalui hasil belajar, tetapi juga dapat meningkatkan kemampuan peserta didik dalam belajar. memecahkan masalah, terutama masalah internal dalam kehidupan sehari-hari(Capone, De Caterina, & Mazza, 2017).

Kelebihan strategi *Flipped Classroom* menunjukkan bahwa tidak hanya lebih mempersiapkan peserta didik tetapi juga lebih baik meningkatkan kinerja belajar dibandingkan dengan ruang kelas konvensional (Shyr & Chen, 2018). Sebagai faktor-faktor yang berkontribusi positif hasil meningkatkan hubungan peserta didik dengan Pendidik dan sebaliknya, fleksibilitas Pendidik, lingkungan kelas yang positif dan tidak menimbulkan stress (Dafoe, 2016). Mampu mendorong peserta didik untuk berpartisipasi aktif berbagi pengetahuan. Dengan demikian, pendekatan ini melibatkan e-learning serba otomatis dan pembelajaran kolaboratif tim, (Chen, Liou,

& Chen, 2018; Graham, Mclean, Read, & Suchet-pearson, 2017; Love, Hodge, Corritore, & Ernst, 2015).

2.4 *Sains, Technology, Engeneering, Mathematics*

Pembelajaran *STEM* (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) adalah sebuah pendekatan pembelajaran yang menggunakan pendekatan antar ilmu dimana pengaplikasiannya dilakukan dengan pembelajaran aktif berbasis permasalahan (Kelley & Knowles, 2016). Modul berbasis *STEM* adalah modul pembelajaran yang mengintegrasikan disiplin ilmu terkait. Pembelajaran bidang eksakta Sains, Teknologi, Teknik dan Matematika dapat terjadi melalui *STEM* yakni pembelajaran antar ilmu pengetahuan untuk mempelajari konsep akademis yang dipadukan dengan dunia nyata sebagai pengaplikasian bidang tersebut. Pada pembelajaran *STEM* peserta didik dituntut untuk memecahkan masalah, membuat pembaruan, menemukan/ merancang hal baru, memahami diri, melakukan pemikiran logis serta menguasai teknologi (Rachmawati, Suhery, & Anom, 2017). *STEM* dalam pembelajaran diharapkan dapat menghasilkan pembelajaran yang bermakna bagi peserta didik melalui integrasi pengetahuan, konsep dan keterampilan secara sistematis (Afriana, Permanasari, & Fitriani, 2016).

Definisi pendekatan *STEM* yaitu sebagai pendekatan interdisiplin pada pembelajaran, yang di dalamnya peserta didik menggunakan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam konteks nyata yang mengkoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global, sehingga mengembangkan literasi *STEM* yang membuat peserta didik mampu bersaing dalam era ekonomi baru yang berbasis pengetahuan (Reeve, 2013). Sebagai komponen dari *STEM*, sains adalah kajian tentang fenomena alam yang melibatkan observasi dan pengukuran, sebagai wahana untuk menjelaskan secara obyektif alam yang selalu berubah. Terdapat beberapa domain utama dari sains pada jenjang pendidikan dasar dan menengah, yakni Fisika, Biologi, Kimia, serta ilmu pengetahuan kebumian dan antariksa (IPBA). Teknologi adalah tentang inovasi-inovasi manusia yang digunakan untuk memodifikasi alam agar memenuhi kebutuhan dan keinginan manusia, sehingga membuat kehidupan

lebih baik dan lebih aman. Teknologi-teknologi membuat manusia dapat melakukan perjalanan secara cepat, berkomunikasi langsung dengan orang di tempat yang berjauhan, mendapati makanan yang sehat, serta alat-alat keselamatan. *Engineering* adalah pengetahuan dan keterampilan untuk memperoleh dan mengaplikasikan pengetahuan ilmiah, ekonomi, sosial, serta praktis untuk mendesain dan mengkonstruksi mesin, peralatan, sistem, material, dan proses yang bermanfaat bagi manusia secara ekonomis dan ramah lingkungan. Selanjutnya, matematika adalah ilmu tentang pola-pola dan hubungan-hubungan, dan menyediakan bahasa bagi teknologi, sains, dan *engineering* (Rustaman, 2016).

Cara meningkatkan minat dan aktivitas belajar peserta didik dalam pendidikan *STEM* adalah dengan menggunakan informasi dan teknologi komunikasi (ICT) dalam pengajaran dan pembelajaran *STEM* (*National Research Council*, 2011). Pendidikan *STEM* yang terintegrasi yaitu ditopang oleh integrasi dari dua atau lebih disiplin ilmu (sains, teknologi, teknik, matematika) yang memiliki potensi terhadap bidang pembelajaran lainnya dan fokus pada pemecahan masalah otentik (Sanders, 2009).

Pendidikan *STEM* merupakan suatu pendekatan pengajaran dan pembelajaran antara dua atau lebih dalam komponen *STEM* atau antara satu komponen *STEM* dengan disiplin ilmu lain (Becker & Park, 2011). Pusat dari berbagai aktivitas dalam program ini adalah melibatkan peserta didik dalam mendefinisikan dan merumuskan sebuah solusi terhadap masalah autentik dalam dunia nyata. Secara umum, penerapan *STEM* dalam perkuliahan/pembelajaran dapat men-dorong peserta didik untuk mendesain mengembangkan dan memanfaatkan teknologi, mengasah kognitif, manipulatif dan afektif, serta mengaplikasikan pengetahuan (Kapila & Iskander, 2014).

Penerapan pendidikan *STEM* telah berlangsung di beberapa negara, dan masing-masing memiliki bentuk beragam dalam hal penerapannya. Di Indonesia sendiri integrasi *STEM* sebagai pendekatan pembelajaran belum begitu populer. Walaupun demikian, konsep integrasi antar bidang keilmuan sudah mulai muncul dan disuarakan dalam kurikulum pendidikan di Indonesia, diantaranya kurikulum 2013. Walaupun tidak secara eksplisit memunculkan istilah *STEM*, tapi konsep “tematik

integratif" yang muncul dalam kurikulum 2013 mengindikasikan perlunya integrasi berbagai bidang ilmu dalam sebuah pembelajaran bidang studi tertentu dan hal ini sejalan dengan konsep integrasi *STEM* (Ritz & Fan, 2014). Tabel 1 menguraikan definisi literasi *STEM* menurut *National Governor's Association Center for Best Practices.*

Tabel 1. Definisi Literasi *STEM*

Science	Literasi Ilmiah: Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia serta alam serta kemampuan untuk berpartisipasi dalam mengambil keputusan untuk mempengaruhinya.
Technology	Literasi Teknologi: Pengetahuan bagaimana menggunakan teknologi baru, memahami bagaimana teknologi baru dikembangkan, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis bagaimana teknologi baru mempengaruhi individu, masyarakat, bangsa, dan dunia.
Engineering	Literasi Desain: Pemahaman tentang bagaimana teknologi dapat dikembangkan melalui proses rekayasa/desain menggunakan tema pelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).
Mathematics	Literasi Matematika: Kumpulan dalam menganalisis, alasan, dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam menerapkan berbagai situasi berbda.

(Asmuniv, 2015)

Konteks pendidikan dasar dan menengah, pendidikan *STEM* bertujuan mengembangkan peserta didik agar mempunyai (Bybee, 2013) :

a. Pengetahuan, sikap, dan keterampilan untuk mengidentifikasi pertanyaan dan masalah dalam situasi kehidupannya, menjelaskan fenomena alam, mendesain, serta menarik kesimpulan berdasarkan bukti mengenai isu-isu terkait *STEM*;
b. Memahami karakteristik fitur-fitur disiplin *STEM* sebagai bentuk-bentuk pengetahuan, penyelidikan, serta desain yang digagas manusia;
c. Kesadaran bagaimana disiplin-disiplin *STEM* membentuk lingkungan material, intelektual dan kultural;

d. Keterlibatan dalam kajian isu-isu terkait *STEM* (misalnya efisiensi energi, kualitas lingkungan, keterbatasan sumberdaya alam) sebagai warga negara yang konstruktif, peduli, serta reflektif dengan menggunakan gagasan-gagasan sains, teknologi, *engineering* dan matematika.

Langkah-langkah dalam pendekatan *STEM* ada 5 (Syukri, 2013) yaitu:

a. Langkah pengamatan (*Observe*)
   Peserta didik diminta untuk melakukan pengamatan terhadap berbagai fenomena yang terdapat dalam lingkungan kehidupan sehari-hari yang mempunyai kaitan dengan konsep sains yang sedang diajarkan. Sebagai contoh, misalkan Pendidik ingin mengajarkan topik energi, maka peserta didik diminta untuk mencari informasi sebanyak mungkin tentang energi. Mulai dari apa itu energi, alat-alat kehidupan yang menggunakan sumber energi dan lain sebagainya.
b. Langkah ide baru (*New Idea*)
   Peserta didik mengamati dan memperoleh mengenai berbagai fenomena atau produk yang berhubungan dengan topik sains yang dibahas, seterusnya peserta didik melaksanakan langkah ide baru. Peserta didik mencari informasi dan produk yang berhubungan dengan energi, selanjutnya dari ide atau produk yang sudah ada peserta didik diminta mencari dan memikirkan satu ide baru yang berbeda. Baik itu dari aspek fungsi, teknologi maupun cara kerjanya untuk dapat menemukan suatu ide yang baru peserta didik pada langkah ini memerlukan kemahiran dalam menganalisis dan berfikir keras.
c. Langkah Inovasi (*Innovation*)
   Peserta didik diminta untuk menguraikan hal-hal apa saja yang harus dilakukan agar ide yang telah dihasilkan pada langkah ide baru sebelumnya dapat diaplikasikan.
d. Langkah Kreasi (*Creativity*)
   Langkah ini merupakan pelaksanaan semua saran dan pandangan hasil diskusi mengenai ide suatu produk baru yang ingin diaplikasikan.

e. Langkah Nilai (*Society*)
   Langkah terakhir yang harus dijalankan peserta didik disini adalah nilai yang dimiliki oleh ide produk yang dihasilkan peserta didik bagi kehidupan sosial sebenarnya.

Sains sebagai upaya manusia (*Science as Human Endeavour*) yaitu pengetahuan sains biasanya digunakan dalam memecahkan masalah dan menginformasikan keputusan kepada individu dan kelompok, kemudian keterampilan penyelidikan sains (*Science Inquiry Skills*) yaitu seperti, mengidentifikasi, merencanakan dan mengaplikasikan penyelidikan saintifik untuk menjawab pertanyaan dan memecahkan masalah menggunakan alat dan bahan yang aman (Blackley, 2018).

Tiga pendekatan yang dapat digunakan dalam praktik pengintegrasian disiplin-disiplin *STEM* (Roberts & Cantu, 2012). Tiga pendekatan pendidikan STEM tersebut yaitu pendekatan terpisah (silo), pendekatan tertanam (embeded), dan pendekatan terpadu (terintegrasi). Berikut uraian penjelasannya:

a. Pendekatan silo (terpisah) pada pendidikan *STEM* mengacu empat mata pelajaran (sains, teknologi, teknik, dan matematika) diajarkan secara terpisah satu sama lain dan tidak terintegrasi, keadaan ini digambarkan sebagai S-T-E-M daripada STEM (Dugger, 2015). Pendekatan silo memberikan penekanan bagaimana ilmu pengetahuan, teknologi dan rekayasa, dan pendidikan matematika telah didekati dalam desain kurikulum dan pengajaran (Asmuniv, 2015).
b. Pendekatan embeded (tertanam) lebih menekankan untuk mempertahankan integritas materi pelajaran, bukan fokus pada interdisiplin mata pelajaran.
c. Pendekatan terpadu (terintegrasi) bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara keempat disiplin *STEM* pada pendekatan silo dan pendekatan embeded dan mengajar peserta didik sebagai salah satu subyek. Pendekatan terintegrasi berbeda dengan pendekatan tertanam dalam hal standar evaluasi dan menilai atau tujuan dari masing-masing daerah kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Juniaty & Supriyono, 2016). Pembelajaran *STEM* dapat berhasil dengan menekankan beberapa aspek dalam proses pembelajaran di tunjukkan pada Tabel 1. (Afriana et al., 2016).

Berdasarkan tiga pendekatan *STEM* yang telah dipaparkan bahwa *STEM* dapat membantu kolaborasi pemecahan masalah dan saling ketergantungan dalam kerja kelompok, pada penelitian ini yang akan diutamakan yaitu kemampuan berpikir sistem Tabel 2.

Tabel 2. Kemampuan Berpikir Sistem dengan STEM

Aspek Kemampuan Berpikir Sistem	**Indikator Kemapuan Berpikir Sistem**	**STEM**
Keterkaitan	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	*Science*: materi yang digunakan merupakan materi pencemaran lingkungan Sains: penentuan permasalahan yang diperoleh pada materi pencemaran lingkungan
Sintesis	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem 2. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem	*Science*: penentuan permasalahan yang diperoleh pada materi pencemaran lingkungan Technology: media yang digunakan untuk membantu menerapkan materi pencemaran lingkungan
Kemunculan	1. Kemampuan untuk mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	*Mathematics*: Formula pada penerapan materi pencemaran lingkungan *Technology*: media yang digunakan untuk membantu penerapan materi pencemaran lingkungan *Science*: materi yang diterapkan materi pencemaran lingkungan
Putaran Umpan Balik	1. Kemampuan untuk memahami sifat siklus sistem 2. Kemampuan untuk menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi	*Technology*: media yang digunakan untuk membantu membuat diagram yang menggambarkan permasalahan *Technology*: media yang digunakan untuk membantu menerapkan materi pencemaran lingkungan *Mathematics*: Formula pada penerapan pencemaran lingkungan

Tabel 2. Lanjutan

Aspek Kemampuan Berpikir Sistem	Indikator Kemapuan Berpikir Sistem	STEM
Kausalitas	1. Kemampuan untuk membuat generalisasi 2. Kemampuan menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem	*Science*: materi yang diterapkan materi pencemaran lingkungan *Mathematics:* Formula pada penerapan materi pencemaran lingkungan *Mathematics*: Formula pada penerapan perhitungan *Engeneering*: Proses pembuatan produk *Technology*: Hasil pembuatan produk
Pemetaan Sistem	1. Memahami yang tersembunyi dimensi sistem 2. Berpikir secara temporer: retrospeksi dan prediksi	*Science*: evaluasi hasil yang diterapkan sesuai materi pencemaran lingkungan *Technology*: Hasil pembuatan *project* *Mathmatics*: Formula pada penerapan materi pencemaran lingkungan

2.5 *Project Based Learning* (PJBL) Terintegrasi *STEM*

Project based learning (PJBL) merupakan model pembelajaran yang disarankan dalam kurikulum 2013, sedangkan *STEM* lebih pada sebuah strategi besar. Pembelajaran *PJBL* memiliki langkah-langkah tersendiri, berbeda dengan langkah-langkah *PJBL* terintegrasi *STEM* (selanjutnya digunakan istilah *PJBL STEM*). Karakteristik *PJBL* dengan *PJBL STEM* terdapat persamaan, namun *PJBL STEM* lebih menekankan pada proses mendesain. *Design process* adalah pendekatan sistematis dalam mengembangkan solusi dari masalah dengan *welldefine outcome* (Capraro *et al*, 2013). Proses pembelajaran *PJBL STEM* dalam membimbing peserta didik terdiri dari lima langkah, setiap langkah bertujuan untuk mencapai proses

secara spesifik. Berikut ini tahapan dalam proses pembelajaran *PJBL STEM* yang efektif (Laboy & Rush, 2010).

Tahap 1: *Reflection* (Refleksi)
Tujuan dari tahap pertama untuk membawa peserta didik ke dalam konteks masalah dan memberikan inspirasi kepada peserta didik agar dapat segera mulai menyelidiki/investigasi. Fase ini juga dimaksudkan untuk menghubungkan apa yang diketahui dan apa yang perlu dipelajari.

Tahap 2: *Research* (Melakukan Penyelidikan)
Tahap kedua adalah bentuk penelitian peserta didik. Pendidik memberikan pembelajaran sains, memilih bacaan, atau metode lain untuk mengumpulkan sumber informasi yang relevan. Proses belajar lebih banyak terjadi selama tahap ini, kemajuan belajar peserta didik mengkonkritkan pemahaman abstrak dari masalah. Selama fase research, Pendidik lebih sering membimbing diskusi untuk menentukan apakah peserta didik telah mengembangkan pemahaman konseptual dan relevan berdasarkan proyek.

Tahap 3: *Discovery (*Menemukan Infromasi)
Tahap penemuan umumnya melibatkan proses menjembatani research dan informasi yang diketahui dalam penyusunan proyek. Ketika peserta didik mulai belajar mandiri dan menentukan apa yang masih belum diketahui. Beberapa model dari STEM PjBL membagi peserta didik menjadi kelompok kecil untuk menyajikan solusi yang mungkin untuk masalah, berkolaborasi, dan membangun kerjasama antar teman dalam kelompok. Model lainnya menggunakan langkah ini dalam mengembangkan kemampuan peserta didik dalam membangun *habit of mind* dari proses merancang untuk mendesain.

Tahap 4: *Application* (Menerapkan)
Pada tahap aplikasi tujuannya untuk menguji produk/solusi dalam memecahkan masalah. Dalam beberapa kasus, peserta didik menguji produk yang dibuat dari ketentuan yang ditetapkan sebelumnya, hasil yang diperoleh digunakan untuk memperbaiki langkah sebelumnya. Di model lain, pada tahapan ini peserta didik

belajar konteks yang lebih luas di luar *STEM* atau menghubungkan antara disiplin bidang *STEM.*

Tahap 5: *Communication* (Mengkomunikasikan)
Tahap akhir dalam setiap proyek dalam membuat produk/solusi dengan mengkomunikasikan antar teman maupun lingkup kelas. Presentasi merupakan langkah penting dalam proses pembelajaran untuk mengembangkan keterampilan komunikasi dan kolaborasi maupun kemampuan untuk menerima dan menerapkan umpan balik yang konstruktif. Seringkali penilaian dilakukan berdasarkan penyelesaian langkah akhir dari fase ini.

Menerapkan *PJBL* dengan mengintegrasikan *STEM* dapat membangun peserta didik untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan cara menghubungkan disiplin pengetahuan dan keterampilan dengan pengalaman pribadi dan dunia nyata sehingga peserta didik akan dapat memahami konsep materi dan mampu memecahkan masalah dalam pengembangan produk pendidikan berupa *E-Modul*. Berikut desain pengembangan sistematik *E-Modul* dengan *PJBL* terintegrasi STEM pada Tabel 3.

Tabel 3. Desain Sistematika *E-Modul* yang Dikembangkan

Sistematika E-Modul	**Sintaks PjBL**	**Integrasi STEM**	**Aktivitas**
Judul			
Kata Pengantar			
Daftar isi			
Petunjuk			
Peta Konsep			
Judul Bab			
Kompetensi Dasar dan Indikator			
Tujuan Pembelajaran			
Materi Pencemaran Lingkungan			
Strategi *Flipped Classroom*			
Latihan Soal : berkaitan denga materi dan masalah pencemaran lingkungan menggunakan indikator berpikir sistem meliputi aspek keterkaitan, sintesis, kemunculan, putaran umpan balik, kausalitas dan pemetaan sistem.			
Kegiatan Belajar: Penerapan materi dan pembuatan produk dengan menggunakan berbagai media		***Science*** Memulai dengan masalah, kebutuhan, atau keinginan yang mengarah pada solusi, penentuan masalah	**Pendidik** Menyajikan video/foto kondisi lingkungan rumah tercemar oleh air limbah

	Refleksi	fenomena terkait pencemaran air di lingkungan rumah oleh air limbah rumah tangga Disertai pertanyaan pertanyaan terkati fenomena pencemaran akibat air limbah rumah tangga	
		Science Menggunakan konsep untuk menjelaskan fenomena pencemaran air oleh air limbah rumah tangga	**Peserta didik** Mengembangkan konsep dan mendefinisikan fenomena yang terjadi
		Science Membangun motivasi dan ketertarikan terhadap fenomena pencemaran air	**Pendidik** Motivasi dan ketertarikan suntuk mempelajari lebih lanjut terkait fenomena yang diberikan
	Melakukan Penyelidikan	***Science*** Menyelidiki solusi pencemaran air akibat limbah rumah tangga dengan pembuatan IPAL sederhana Memahami langkah - langkah ilimiah yang dilakukan untuk menyelediki solusi **Technology** Melakukan penyelidikan menggunakan media gadget sebagai penerapan materi	**Pendidik** Menyediakan pilihan solusi terkait pencemaran air akibat limbah rumah tangga
		Science Menganalisis kebutuhan untuk pembuatan IPAL sederhana dan fungsi yang dapat diterapkan dilingkungan sekitar ***Technology*** Melakukan penyelidikan menggunakan media gadget sebagai penerapan penggunaan teknologi media yang digunakan untuk membantu membuat	**Pendidik** Memberikan arahan untuk menentukan penyusunan produk **Peserta didik** Melakukan diskusi mendalam untuk merumuskan desain IPAL sederhana sebagai bentuk solusi pencemaran

	Menemukan informasi	diagram yang menggambarkan permasalahan. Mengidentifikasi kriteria, batasan, spesifikasi masalah dengan teknologi pendekatan ***Engineering*** Mendata kebutuhan yang berkaitan dengan pelaksanaan teknis penerapan solusi penyusunan proyek, Mendesain IPAL sederhana untuk limbah rumah tangga ***Mathematics:*** Formula pada penerapan materi dengan model matematika	air, tanah akibat limbah rumah tangga
	Menerapkan	***Science*** Memutuskan penyusunan produk dengan menggunakan IPAL sederhana dengan rincian kebutuhan yang relevan. ***Technology*** Merancang alat yang tepat Secara strategis. Hasil pembuatan desain *project* IPAL sederhana ***Engineering*** Mendesain produk yang akan dibuat, pembuatan IPAL sederhana ***Mathematics*** Formula perhitungan matematis yang diterapkan pada desain produk	**Peserta didik** Menyusun desain produk secara rinci berdasarkan hasil analisis yang digunakan untuk mengambil keputusan
	Mengkomunikasikan	***Science,*** ***Technology*** ***Engineering*** Mengkomunikasikan ide dan desain keputusan dengan penjelasan ilmiah.	**Peserta didik** Menyampai kan ide gagasan baru pembuatan produk IPAL sederhana yang berguna untuk diterapkan di lingkungan rumah dan

			sekitarnya
Rangkuman			
Refrensi			
Glosarium			
Profil Penulis			

2.6 Ruang Lingkup Materi

Materi pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem dipelajari ditingkat SMP/MTs kelas VII memiliki kompetensi inti (KI) dan kompetensi dasar (KD) sebagai berikut:

Tabel 4. Kompetensi Inti dan Kompetensi Dasar

Kompetensi Inti
1. Menghayati dan mengamalkan ajaran agama yang dianutnya 2. Menunjukkan perilaku jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli (gotong royong, kerja sama, toleran, damai), santun, responsif, dan pro-aktif sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia 3. Memahami,mene-rapkan, menganalisis pengetahuan faktual, konseptual, prosedural berdasarkan rasa ingin tahunya tentang ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah 4. Mengolah, menalar, dan menyaji dalam ranah konkrit dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, dan mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.
Kompetensi Dasar
3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem 4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya berdasarkan hasil pengamatan

Sumber: Kemendikbud (2016: 18).

Kompetensi dasar yang harus dicapai adalah peserta didik mampu menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem. Dari KD ini tersirat bahwa Pendidik harus menciptakan proses pembelajaran yang akan memberikan pengalaman kepada peserta didiknya untuk melakukan kegiatan menganalisis. Objek yang akan dianalisis adalah lingkungan yang tercemar serta dampaknya bagi ekosistem. Adapun keluasan dan kedalaman materi mengenai pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem ditingkat SMP/MTs kelas VII, sebagai berikut:

Tabel 5. Keluasan dan kedalaman materi

Kompetensi Dasar	
3.8 Menganalisis terjadinya pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem	
Keluasan	**Kedalaman**
1. Terjadinya pencemaran lingkungan (pencemaran air, udara, tanah)	1. Pengertian pencemaran lingkungan 2. Menguraikan proses terjadinya pencemaran lingkungaan 3. Menentukan karakteristik lingkungan yang tercemar 4. Memberi contoh sumber-sumber pencemaran lingkungan 5. Merinci macam-macam polutan yang menyebabkan pencemran lingkungan
2. Dampak dari pencemaran lingkungan bagi ekosistem dan gagasan usaha penyelesaian masalah pencemaran lingkungan	1. Dampak pencemaran lingkungan bagi ekosistem 2. Upaya Mengatasi Pencemaran Lingkungan
Kompetensi Dasar	
4.8 Membuat tulisan tentang gagasan penyelesaian masalah pencemaran di lingkungannya.	
Keluasan	**Kedalaman**
1. Membuat desain dan produk penanggulangan pencemaran lingkungan.	1. Membuat IPAL sederhana tentang penyelesaian masalah pencemaran limbah rumah tangga

Tabel 6. Materi Reguler (Faktual, Konseptual, dan Prosedural)

Fakta	**Konsep**	**Prosedur**
Pencemaran lingkungan dapat bersumber dari alam maupun dari kegiatan manusia	Perubahan lingkungan, keseimbangan lingkungan, dampak bagi eksosistem	Langkah-langkah pengamatan faktor penyebab terjadinya pencemaran lingkungan, usaha penyelesaian masalah ekosistem

Kajian konsep materi pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem ditinjau dari buku IPA terpadu kelas 7 kurikulum 2013 karangan Purwanto dan Nugroho (2017: 265-276):

a. Pengertian pencemaran lingkungan yaitu proses yang terjadi dalam lingkungan yang sifatnya membahayakan kehidupan manusia, hewan, tumbuhan yang dihasilkan oleh aktivitas manusia maupun karena peristiwa-peristiwa alamiah.
b. Macam-macam pencemaran lingkungan diantaranya: pencemaran air, pencemaran tanah, dan pencemaran udara.
c. Pencemaran air adalah masuknya bahan pencemaran berupa mahluk hidup, zat,

energi atau komponen lain kedalam lingkungan air yang menyebabkan terganggunya keseimbangan air tersebut.

d. Karakteristik pencemaran air: air dikatakan tercemar apabila air itu sudah berubah, baik warna, bau, derajat keasamannya (pH), maupun rasanya. Dengan kata lain, air tercemar apabila terjadi penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normalnya.

e. Sumber dan bahan polutan yang mencemari air diantaranya:

Sumber bahan pencemar	Polutan
- Limbah industri, penambangan emas atau timbal	- Logam-logam berat tertentu, misalnya timbal, raksa (merkuri), kadmium
- Minyak dan hidrokarbon	- Kecelakaan kapal tanker atau kebocoran kapal dll.
- Pupuk buatan (kimia) yang berlebihan, detergen dan lain-lain	- Fosfat, nitrit dan nitrat
- Pestisida	- DDT (*dichloro-diphenyl-trichloro-ethane*)

f. Pencemaran udara adalah masuknya bahan pencemaran (polutan) berupa mahluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke atmosfer yang menyebabkan terganggunya keseimbangan atmosfer.

g. Sumber dan bahan polutan yang mencemari udara diantaranya:

Sumber bahan pencemar	Polutan
- Pembakaran batu bara dan limbah pabrik	- Oksida sulfur meliputi SO_2 dan SO_3
- Limbah pabrik.	- Oksida nitrogen meliputi NO, NO_2, NO_3
- Asap kendaraan bermotor	- Oksida karbon meliputi CO dan CO_2
- Kebakaran hutan	- Asap

- Kebocoran gas pendingin yang digunakan dilemari es dan pendingin ruangan (AC)	- CFC (*Klorofluorokarbon*)
- Asap kabut fotokimia dan salah satu gas rumah kaca	- Hidrokarbon : metana (CH_4)

h. Pencemaran tanah adalah masuknya bahan pencemar berupa mahluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke tanah yang menyebabkan terganggunya keseimbangan tanah.

i. Karakteristik pencemaran tanah: Tanah tidak subur, pH dibawah 6 (tanah asam) atau pH diatas 8 (tanah basa), berbau busuk, kering, mengandung logam berat, mengandung sampah anorganik

j. Sumber dan bahan polutan yang mencemari tanah diantaranya:

Sumber bahan pencemar	Polutan
- Industri dan rumah tangga	- Limbah padat meliputi plastik, kaleng, kaca
- Pestisida (insektisida dan herbisida)	- DDT (*dichloro-diphenyl-trichloro-ethane*)
- Pupuk kimia (buatan)	- Fosfat, nitrit dan nitrat

k. Dampak negatif polutan terhadap ekosistem

1) Fosfat, nitrit, nitrat merupakan polutan yang dapat menyebabkan *eutrofikasi* sehingga pertumbuhan air semakin cepat sehingga kandungan O_2 perairan dan pendangkalan menjadi berkurang.
2) Penggunaan pestisida (DDT) dapat menyebabkan serangga terbunuh serta kecacatan ada kaki katak, juga dapat memunculkan hama baru.
3) Minyak dan hidrokarbon menyebabkan keracunan dan kematian pada hewan laut.
4) Masuknya suhu (panas) ke perairan dapat menurunkan oksigen terlarut di dalam perairan tersebut.

2.7 Kemampuan Berpikir Sistem

Kemampuan berpikir sistem menuntut untuk memahami struktur bertingkat dari beberapa konsep dan keterkaitan antara konsep-konsep tersebut. Selain itu berpikir sistem merupakan kemampuan untuk menyelesaikan permasalahan dengan melihat aspek-aspek lain dari berbagai sumber keseluruhan serta keterkaitan konsep dengan ilmu-ilmu lainnya (Gilberta, 2018). Berpikir sistem dengan indikatornya digolongkan sebagai bagian dari *high other thingking skilss* (HOTS) atau kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir sistem berhubungan erat dengan pengetahuan domain spesifik konten, namun pengetahuan tentang domain spesifik konten yang berkarakter sistem (Zoller & Nahum, 2012)

Kemampuan berpikir sistem erat kaitanya dengan *soft-skills* dalam kemampuan dibidang lingkungan seperti halnya menulis ilmiah popular tentang potensi lokal dan kearifan lokal (*local wisdom*) masyarakat setempat, menjadi *scientific classification*, serta memperkenalkan *indigenous science* yang belum banyak berkembang dalam kancah penelitian sains dan penelitian pendidikan IPA. Bidang pendidikan yang memadukan perilaku konservasi ke dalam pendidikan biologi (biodiversitas, lingkungan, biologi sel, biologi molekuler, bioteknologi) bagi generasi muda melalui materi pembelajaran yang terkait dengan sistem (sistem fisika, sistem kehidupan, sistem bumi dan antariksa, sistem teknologi) dan berpikir sistem dalam sistem pengetahuan, sistem kognitif, sistem metakognitif, sistem diri (Marzano & Kendal, 2008).

Syarat awal untuk memulai *system thinking* adalah adanya kesadaran untuk mengapresiasi dan memikirkan sesuatu kejadian sebagai sebuah sitem (*system approach).* Kejadian apapun, baik fisik maupun non fisik, dipikirkan sebagai unjuk kerja dan keseluruhan interaksi antara bats lingkungan tertentu. *System thinking* dapat digunakan sebagai pendekatan untuk memahami suatu permasalahan secara keseluruhan dan akurat sebelum bertindak, sehingga bisa mengajukan pertanyaan yang lebih baik sebelum melompat ke kesimpulan (Arnold, & Ross, 2015).

Berpikir sistem *(system thinking)* tentunya memiliki ciri atau persyaratan tertentu. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam berpikir sistem di antaranya adalah (Nurmalina, 2017):

a. Holistik. Harus berpikir holistik tidak reduksionis dalam segala situasi. Yang dimaksud holistik di sini adalah tidak mereduksi permasalahan kepada bagian yang lebih kecil (segmentasi) atau tidak hanya berpikir secara parsial.
b. Sibernetik. Dalam pandangan yang lebih luas sibernetik banyak mencakup tentang ilmu pengetahuan alam. Sibernetik harus melakukan aturannya sendiri, seperti dalam mekanik, elektromekanik, kelistrikan, ataupun biologi. Konsep umpan balik adalah menjadi pusat teori sibernetik. Semua perilaku dalam mencari tujuan dikendalikan oleh umpan balik informasi korektif yang berkenaan dengan pernyataan yang diinginkan.
c. Efektif. Dalam ilmu sistem erat kaitannya dengan prinsip dasar manajemen di mana suatu aktivitas yang mentransformasikan *input* menjadi *output* yang dikehendaki secara sistematis dan terorganisasi guna mencapai tingkat efektifitas dan efisiensi. Jadi dalam ilmu sistem, hasil harus efektif dibanding efisien. Jadi ukurannya adalah *cost* efektif bukan *cost* efisien. Akan lebih baik lagi bila hasilnya efektif dan sekaligus juga efisien.

Pembelajaran berpikir sistem ini disampaikan dengan melihat bagaimana kait hubungan antar unsur/aspek dalam kehidupan, menyusun fakta dari berbagai sumber berita/fakta/data melalui observasi dan wawancara. Fakta disusun menurut konsep atau teori dari perspektif ilmu pengetahuan yang relevan terhadap peristiwa atau kejadian menurut fakta di lapangan, untuk melatih anak didik memiliki kepedulian yang kita harapkan bisa ditingkatkan menjadi kesadaran lewat pengamatan dan pemahaman atas relasi antar fakta yang disusun menjadi struktur fakta. Mengapa perlu belajar *sysyem thinking,* sebab dengan belajar dan menguasai ilmu berpikir sistem, dapat dianalisa setiap masalah dalam penugasan secara ilmiah, tepat guna dan berhasil guna (efektif dan efesien) (Nur Fuad Abdullah, 2015).

Manfaat dari Berpikir Sistem antara lain:

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

Kelebihan dari berpikir sistem adalah seseorang dapat berharap untuk lebih memahami akar yang dalam dari kompleks ini perilaku untuk memprediksi mereka dengan lebih baik dan, pada akhirnya, menyesuaikan hasil mereka. 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 (Goodman & Michael, 2016).

Selain itu juga terbuka kesempatan untuk mengembangkan potensi peserta didik-peserta didik dengan kelebihan dan kekurangan mereka masing-masing, dengan memberdayakan kecerdasan majemuk, sekaligus meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam bidang biodiversitas, biokonservasi dan literasi biodiversitas (Lazer, 2014).

Tabel 7. Indikator Kemampuan Berpikir Sistem

Aspek Kemampuan Berpikir Sistem	**Indikator Kemampuan Berpikir Sistem**	**Sub Indikator Kemampuan Berpikir Sistem**
Keterkaitan	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	1. Mengamati fenomena terkait dengan pencemaran yang terjadi di lingkungan 2. Memberikan bermacam penafsiran dan prediksi masalah lingkungan yang akan datang pada suatu sistem dengan gambar,
Sintesis	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem 2. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem	1. Menafsirkan masalah terkait pencemaran lingkungan 2. Menguraikan proses terjadinya pencemaran lingkungan 3. Memberikan gagasan mengenai penyebab pencemaran bahan polutan
Kemunculan	1. Kemampuan untuk mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	1. Mengaitkan hubungan komponen pencemaran air, tanah, dan udara dengan ekosistem 2. Menguraikan penyebab pencemaran air, tanah, dan udara dengan dampaknya bagi eksosistem
Putaran Umpan Balik	1. Kemampuan untuk memahami sifat siklus sistem 2. Kemampuan untuk menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi	1. Memutuskan gagasan terkait dampak pencemaran lingkungan 2. Merencanakan cara yang baru untuk menanggulangi dampak pencemaran lingkungan 3. Berusaha mencari penyelesaian baru setelah mendengar atau membaca gagasan permasalahan

Tabel 7. Lanjutan

Kausalitas	1. Kemampuan untuk membuat generalisasi 2. Kemampuan menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem	1. Membuat prosedur percobaan alat penanggulangan pencemaran lingkungan
Pemetaan Sistem	1. Memahami yang tersembunyi dimensi sistem 2. Berpikir secara temporer: retrospeksi dan prediksi	1. Menyimpulkan hasil desain produk 2. Menilai hasil desain produk 3. Memberikan gagasan manfaat dari desain produk 4. Mempredikasi keberlanjutan desain produk yang dibuat

Sumber : diadopsi dari Ben,O, Assara,Z, dan Orion, N (2010).

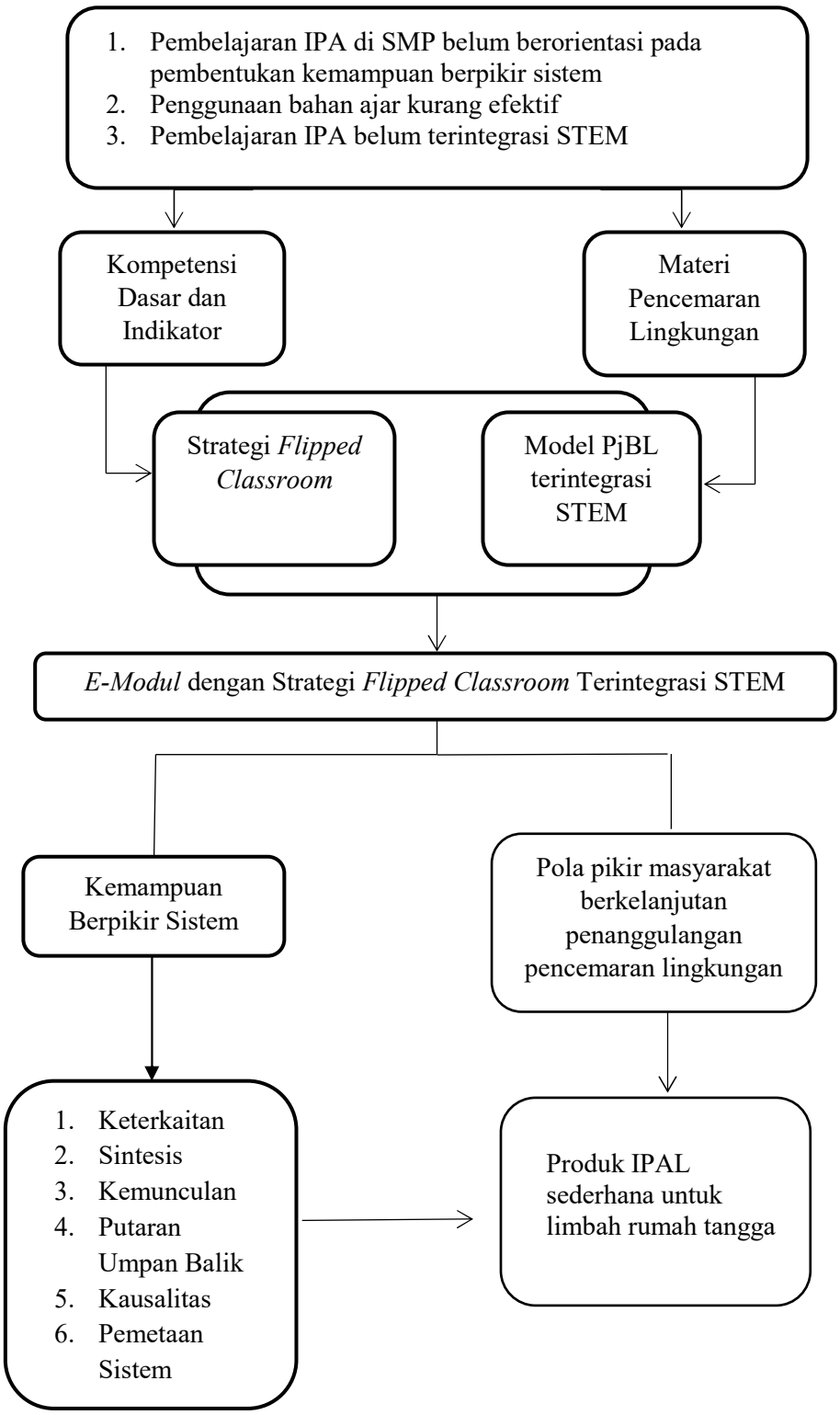
2.8 Kerangka Pemikiran

Pembelajaran IPA yang berlangsung di sekolah, pada tingkat SMP umumnya belum berorientasi pada pembentukan kemampuan berpikir sistem, sementara pendidikan yang sesuai dengan tuntutan dan kebutuhan masa depan hanya akan terwujud apabila peserta didik mampu mengembangkan pola pikir masyarakat berkelanjutan seperti kemampuan berpikir sistem. Salah satu hal yang menyebakan rendahnya kemampuan berpikir sistem adalah penggunaan bahan ajar yang kurang efektif pada proses pembelajaran. Pendidik dapat meningkatkan pencapaian peserta didik dalam pembelajaran melalui pemberian bahan ajar yang berkualitas dengan mengembangkan bahan ajar menggunakan sistem *E-learning.* Selain itu, Pendidik masih mengajarkan materi IPA secara terpisah dan tidak berkaitan dan tidak pernah mengintegrasikan konsep sains dengan teknologi dan matematika.

Strategi, pendekatan dan model pembelajaran yang ada, salah satu strategi yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik adalah dengan strategi *Flipped Classroom* dan Model *Project Based Learning* (PJBL) Terintegasi *STEM*. Melalui pembelajaran terintegrasi *STEM,* peserta didik akan mampu mengembangkan kompetensi yang telah dimilikinya untuk memecahkan masalah,

membuat pembaruan, menemukan/ merancang hal baru, memahami diri, melakukan pemikiran logis serta menguasai teknologi, dan peserta didik mengerti dan memahami konsep-konsep sains dan kaitannya dalam kehidupan sehari-hari, sehingga dapat memunculkan kemampuan berpikir sistem peserta didik yang meliputi aspek keterkaitan, sintesis, kemunculan, putaran umpan balik, kausalitas dan pemetaan sistem. Untuk menerapkan Model *Project Based Learning* (PJBL) Terintegasi *STEM* agar dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik maka dapat diimplementasikan melalui bahan ajar. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian adalah *E-Modul* dengan strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM E-Modul* ini menggunakan model *PJBL* dikarenakan model ini tepat untuk diajarkan pada peserta didik untuk materi pencemaran lingkungan. Peserta didik akan diajarkan untuk membuat sebuah produk penanggulangan pencemaran lingkungan yang didalamnya terdapat integrasi antara sains, teknologi, teknik, dan matematika. Materi yang dipilih yaitu materi pencemaran lingkungan karena materi tersebut sering ditemui berakaitan dengan permasalahan lingkungan dalam kehidupan sehari-hari peserta didik dan tentu saja berkaitan dengan sains, teknologi, rekayasa dan matematika yang terintegrasi.

Pada kegiatan pembelajaran, terdapat kompetensi dasar yang diharapkan dapat dicapai oleh peserta didik. Agar peserta didik dapat mencapai kompetensi dasar tersebut maka perlu didukung dengan standar proses yang memuat tentang perencanaan pembelajaran dan bahan ajar yang digunakan. Salah satu dari bahan ajar yang digunakan adalah *E-Modul* yang mampu memprediksi suatu masalah yang akan dihadapi peserta didik, untuk memutuskan bertindak dengan cara yang mendukung pembangunan berkelanjutan Berdasarkan hal tersebut, peneliti mengembangkan bahan ajar berupa *E-Modul* berbasis STEM untuk mengembangkan pola pikir peserta didik terhadap masyarakat berkelanjutan dan meningkatkan kemampuan berikir sistem untuk dapat menghasilkan suatu produk IPAL sederhana. Secara skematis kerangka pikir penelitian terdapat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerangka Pemikiran

III. METODE PENELITIAN

3.1 Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan desain pengembangan (*Research and Development*) model ADDIE (*Analyze, Design, Develop, Implement and Evaluate*) (Branch, 2009). Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan produk yaitu bahan ajar berupa *E-Modul* dengan strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* pada materi pencemaran lingkungan.

3.2 Lokasi dan Subjek Penelitian

Lokasi dan Subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik purposive sampling, sekolah dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai kualitas dan lokasi sekolah dan berdasarkan pertimbangan kondisi pembelajaran di sekolah dalam masa pembelajaran jarak jauh. Peneliti memilih kelas VII karena *E-Modul* yang telah dikembangkan berdasarkan materi kelas VII yaitu pencemaran lingkungan.

3.3 Prosedur Pengembangan

Langkah-langkah pengembangan *E-Modul* menggunakan ADDIE yang dikembangakan oleh Dick dan Carry (1996) yang terdiri dari lima langkah, yaitu (1) *Analyze*, (2) *design*, (3) *development*, (4) *implementation*, dan (5) *evaluation*. Model tahapan pengembangan ini dipilih karena langkah-langkahnya sesuai dengan rancangan penelitian untuk menghasilkan perangkat bahan ajar berupa *E-Modul* yang bermanfaat dalam peningkatan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Secara ringkas langkah-langkah penelitian R & D menurut Dick dan Carry diuraikan sebagai berikut:

a. Tahap Analisis (*Analysis*)

Studi pendahuluan yaitu pengumpulan informasi dilakukan melalui studi pustaka dan studi lapangan.

1) Studi Pustaka

Studi pustaka dilakukan dengan mengkaji analisis kebutuhan, studi pustaka, studi literatur, penelitian skala kecil dan standar laporan yang dibutuhkan. beberapa literatur dan hasil penelitian yang relevan dengan penelitian pengembangan ini yaitu studi literatur tentang *E-Modul* , *STEM* (*Science, Technology, Engineering and Mathematics*), *Flipped Classroom*, kemampuan berpikir sistem, dan model pembelajaran *Project Based Learning* terintegrasi *STEM*. Studi literatur ini dilakukan untuk memperoleh data tentang landasan teoritis yang dapat memperkuat suatu produk yang telah dikembangkan. Pada tahap ini peneliti mengkaji kurikulum, yang meliputi standar isi (KI dan KD), standar proses, serta berbagai landasan teori dan hasil penelitian yang telah dipublikasikan sebelumnya, proses pembelajaran yang dilakukan oleh Pendidik, keuntungan model peembelajaran *Flipped Classroom*.

2) Studi Lapangan

Peneliti juga melakukan observasi lapangan secara online terhadap 50 Pendidik IPA SMP di Provinsi Lampung untuk mengumpulkan informasi bahwa diperlukan adanya bahan ajar berupa *E-Modul* dengan strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Tahap ini dilakukan untuk mencari data tentang pendekatan pembelajaran yang digunakan dan penggunaan bahan ajar yang telah digunakan dalam pembelajaran. Selanjutnya, dilakukan analisis terhadap hasil angket analisis kebutuhan Pendidik dan peserta didik yang dideskripsikan dalam bentuk persentase, kemudian diinterpretasikan secara kualitatif.

b. Tahap Desain (*Design*)

Tahap desain meliputi:

1) Rancangan Perangkat Pembelajaran

   Langkah kegiatan dalam menyusun perangkat pembelajaran ini meliputi:

   a) Menganalisis KI dan KD yang dipilih dalam melakukan penelitian.
   b) Menganalisis karakteristik materi, keluasan dan kedalaman materi, dan alokasi waktu.
   c) Menetapkan indikator pencapaian kompetensi yang digunakan sebagai dasar dalam menyusun instrumen evaluasi hasil belajar.
   d) Menyusun silabus dan Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) sesuai dengan model, strategi dan pendekatan yang digunakan.

2) Penyusunan kerangka struktur bahan ajar *E-Modul* terintegrasi *STEM* yang dapat meningkatkan kemampuan berpikir sistem

Tabel 8. Fitur *E-Modul* pada Kemampuan Bepikir Sistem

Kemampuan Berpikir Sistem	**Indikator Kemampuan Berpikir Sistem**	**Sub indikator Kemampuan berpikir sistem**	***E-Modul***
Ketrkaitn	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	1. Mengamati fenomena terkait dengan pencemaran yang terjadi di lingkungan 2. Memberikan bermacam penafsiran dan prediksi masalah lingkungan yang akan datang pada suatu sistem dengan gambar,	1. Disediakan petunjuk penggunaan dan petunjuk belajar 2. Informasi Pencemaran Lingkungan (Sistem) 3. Komponen-komponen sistem (pencemaran air, tanah, udara) 4. Permasalahan Pencemaran di Lingkungan dan Budaya Masyarkat

Sintesis	1. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem 2. Kemampuan untuk mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem	1. Menafsirkan masalah terkait pencemaran lingkungan 2. Menguraikan proses terjadinya pencemaran lingkungan 3. Memberikan gagasan mengenai penyebab pencemaran bahan polutan	1. Disediakan arahan untuk diskusi pada materi Pencemaran Lingkungan terhadap permasalahan yang disediakan 2. Penyebab Pencemaran Lingkungan 3. Dampak Pencemaran lingkungan 4. Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan
Kemunculan	1. Kemampuan untuk mengatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	1. Mengaitkan hubungan komponen pencemaran air, tanah, dan udara dengan ekosistem 2. Menguraikan penyebab pencemaran air, tanah, dan udara dengan dampaknya bagi eksosistem	1. Disediakan materi dalam bentuk animasi, video dan simulasi materi pencemaran air, udaran dan tanah
Putaran Umpan Balik	1. Kemampuan untuk memahami sifat siklus sistem 2. Kemampuan untuk menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi	1. Memutuskan gagasan terkait dampak pencemaran lingkungan 2. Merencanakan cara yang baru untuk menanggulangi dampak pencemaran lingkungan 3. Berusaha mencari penyelesaian baru setelah mendengar atau membaca gagasan permasalahan	1. Mendesaian dan menyiapkan alat dan bahan project yang akan dibuat pada materi pencemaran lingkungan
Kausalitas	1. Kemampuan untuk membuat generalisasi 2. Kemampuan menguji hipotesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem	1. Membuat prosedur percobaan alat penanggulangan pencemaran lingkungan	2. Disediakan kolom untuk mempublish data empiris hasil pengamatan dalam bentuk grafik, tabel atau diagram

Pemetaan Sistem	1. Memahami yang tersembunyi dimensi sistem 2. Berpikir secara temporer: retrospeksi dan prediksi	1. Menyimpulkan hasil desain produk 2. Menilai hasil desain produk 3. Memberikan gagasan manfaat dari desain produk 4. Mempredikasi keberlanjutan desain produk yang dibuat	1. Membuat laporan secara sistematis mengenai materi pencemaran lignkungan 2. Menyimpulkan hasil kegiatan dengan materi pencemaran lignkungan 3. Disediakan arahan untuk diskusi pada materi pencemaran lingkungan

3) Penulisan draft produk awal *E-Modul* terintegrasi *STEM* dan pembuatan *story board.* Pada tahap ini, peneliti juga membuat instrumen validitas E-Modul, instrumen kemenarikan, kebermanfaatan, keterbacaan *E-Modul*, instrumen soal tes dan kuesioner kemampuan berpikir sistem.

c. Tahap Pengembangan (*Develop*)

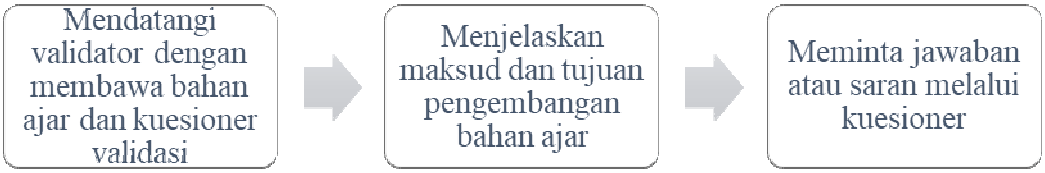
Pada tahap pemgembangan produk ini dilakukan pembuatan *E-Modul* terintegrasi *STEM* meliputi materi, animasi, video, gambar, *link* pembelajaran, kuis dan *project* menggunakan software Canva dan Flip Pdf Professional. Bahan ajar berupa *E-Modul* yaitu melakukan penyesuain kompetensi inti, kompetensi dasar, tujuan, petunjuk penggunaan, uraian materi, membuat proyek sesuai *STEM*, contoh soal, dan latihan soal. Kegiatan pada tahap ini adalah mengembangkan draft produk yaitu berupa *E-Modul* terintegrasi *STEM* untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Tahap ini dilakukan melalui kegiatan membuat produk awal berupa *story board*.

Tabel 9. Fitur dan Tampilan *E-Modul*

No	Komponen	Deskriptor
A		**Tampilan Depan**
1	Cover	Cover terdiri dari judul, tulisan dan gambar - gambar yang berhubungan dengan pengetahuan peserta didik
2	Kata Pengantar	Kata pengantar memuat ucapan syukur kepada Tuhan YME, ucapan untuk orang-orang yang telah berpartisipasi dalam pembuatan perangkat, keinginan peneliti, dan doa.
3	Daftar isi	Terdiri dari bagian yang disajikan secara sistematis dari sub bab.
4	Peta Konsep	Terdiri atas poin materi yang disajikan
5	Petunjuk Penggunaan	Berisi mengenai petunjuk penggunaan E-Modul agar peserta didik terarah dalam penggunaannya

6	KD dan Indikator	Terdiri atas Kompetensi Dasar 3.8 dan 4.8 Kelas VII dan penjabaran indikator yang dicapai
B	**Tampilan Isi**	
7	Tujuan	Berisi tujuan pembelajaran disesuaikan dengan indikator
8	Materi	Pada bab tentang Pencemaran lingkungan, akan dipaparkan menjadi beberapa pokok bahasan yaitu: (1) Pencemaran Lingkungan, (2) Penyebab Pencemaran Lingkungan, (3) Dampak Pencemaran Lingkungan
9	Kegiatan Belajar	Sajian fenomena yang dipaparkan secara singkat sebagai pengantar sebelum kegiatan proyek dilakukan
		Sintak model pembelajaran PJBL terintegrasi STEM yang disajikan agar peserta didik dapat memahami langkah-langkah yang harus dilakukan diantaranya : 1. Refleksi 2. Melakukan penyelidikan 3. Menemukan informasi 4. Menerapkan 5. Mengkomunikasikan
C	**Tampilan Isi Lanjut**	
D	**Tampilan Belakang**	
10	Latihan Soal	Berisi soal dengan penggunaan indikator berpikir sistem
11	Rangkuman	Berisi uraian materi yang lebih singkat
12	Refrensi	Berisi sumber acuan, rujukan dan kajian literatur yang digunakan
13	Glosarium	berisi daftar alfabetis istilah penting dalam pengetahuan
14	Profil Penulis	berisikan biodata penulis *E-Modul*

Spesifikasi produk yang dikembangkan adalah *E-Modul* terintegrasi *STEM* yang di dalamnya memuat konten sains, teknologi, rekayasa, dan matematika. Materi yang disajikan adalah materi pencemaran lingkungan. Konten sains menyajikan materi mengenai pencemaran air, udara, tanah, penyebab pencemaran lingkungan dan dampaknya bagi ekosistem kemudian pada konten teknologi disajikan mengenai cara penanggulangan pencemaran lingkungan, pada konten *engineering* disajikan berbagai variabel dalam pembuatan produk penanggulangan pencemaran lingkungan yang dapat divariasikan sendiri oleh peserta didik, selanjutnya pada konten matematika memberikan kesempatan pada peserta didik untuk menentukan ukuran yang digunakan. Hasil pengembangan produk pendahuluan yang dilakukan pada tahap ini berupa prototipe I. Selanjutnya menyiapkan angket uji validasi materi/isi, validasi desain konstruksi/merancang produk , validasi bahasa, uji validasi ahli dan uji coba produk dilakukan validasi terhadap *E-Modul* menggunakan kuesioner. Tujuan validasi untuk mengetahui kelayakan produk yang dikembangkan untuk diimplementasikan pada pembelajaran.



Gambar 2. Alur Validasi *E-Modul*

Validasi yang dilakukan pada penelitian ini meliputi validasi materi/isi dan validasi desain/konstruksi dan validasi Bahasa. Adapun indikator kevalidan produk jika skor pada masing-masing item ≥ 3, sehingga total skor keseluruhan ≥ 3.

1) Validasi Desain Kontruksi

   Validasi media dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria validator. Komponen yang divalidasi oleh ahli desain kontruksi adalah kualitas teknis berupa tampilan, isi dan interaktivitas.

2) Validasi Materi/ Isi

   Validasi media dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria validator. Komponen yang divalidasi adalah kualitas pembelajaran (*appropriateness*) dan komponen kualitas materi (*acuracry, currency, and clarity*).

3) Validasi Bahasa

   Validasi bahasa dilakukan dengan menunjuk ahli sesuai dengan kriteria validator. Komponen yang divalidasi adalah kesesuain Bahasa yang digunakan.

4) Analisis terhadap penilaian validator untuk menentukan langkah berikutnya, jika hasil analisis menyatakan bahwa : Valid atau layak tanpa revisi maka penelitian dilanjutkan pada tahap uji coba terbatas. Produk hasil validasi ini disebut prototipe II. Valid atau layak dengan revisi maka dilakukan revisi terhadap *draft E-Modul* dan perangkatnya kemudian dikoreksi kembali oleh validator sampai mendapat persetujuan sehingga layak untuk digunakan pada tahap uji coba terbatas. Tidak valid atau tidak layak maka dilakukan revisi total terhadap *E-Modul* dan perangkatnya, selanjutnya validator melakukan penilaian kembali

5) Respon *E-Modul* Terintegrasi *STEM* oleh Pendidik dan Peserta didik

Setelah produk diuji validitas dari segi materi, media, bahasa kemudian dibutuhkan respon dari pendidik dan peserta didik terhadap kualitas tampilan, isi, bahasa dan interaktivitas *E-Modul* Terintegrasi *STEM*.

6) Uji coba terbatas produk

Uji coba produk dilaksanakan untuk mengetahui respon dari peserta didik. Uji coba produk dalam penelitian ini adalah uji coba kelompok kecil. Uji Coba. Pada tahap ini juga dilakukan uji coba terbatas kepada 29 orang peserta didik untuk mengetahui kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan *E-Modul* yang dikembangkan. Penilaian tentang kemenarikan, keterbacaan dan kebermanfaatan *E-Modul* dilakukan peserta didik dengan cara mengisi angket respon peserta didik. Berdasarkan hasil uji coba terbatas, kemudian dilakukan perbaikan atau penyempurnaan terhadap *E-Modul* yang dikembangkan, sehingga *E-Modul* yang dikembangkan berikutnya adalah sebuah *E-Modul* yang siap digunakan untuk uji operasional lapangan.

d. Tahap Implementasi (*Implement*)

Pada tahap ini dilakukan Uji Coba Skala Luas memiliki dua tujuan yaitu (1) menumbuhkan kemampuan berpikir sistem peserta didik, (2) menyimpulkan apakah *E-Modul* yang dikembangkan lebih praktis dan efektif memberikan dampak terhadap upaya menumbuhkan kemampuan berpikir sistem peserta didik apabila dibandingkan dengan *E-Modul* konvensional yang ada di sekolah.

Pada penelitian ini digunakan tes soal kemampuan berpikir sistem untuk mengetahui efektivitas *E-Modul* Terintegrasi *STEM.* Implementasi efektivitas produk pada penelitian ini menggunakan dua kelas eksperimen yang akan di amati yaitu melihat efektivitas produk *E-Modul* Terintegrasi *STEM* dengan *E-Modul* atau modul peserta didik. Desain yang digunakan adalah *nonequivalent pre-post control group design* (Sugiyono, 2015). Bentuk design penelitian ditampilkan Tabel 10.

Tabel 10. Desain Penelitian (Sukardi, 2012)

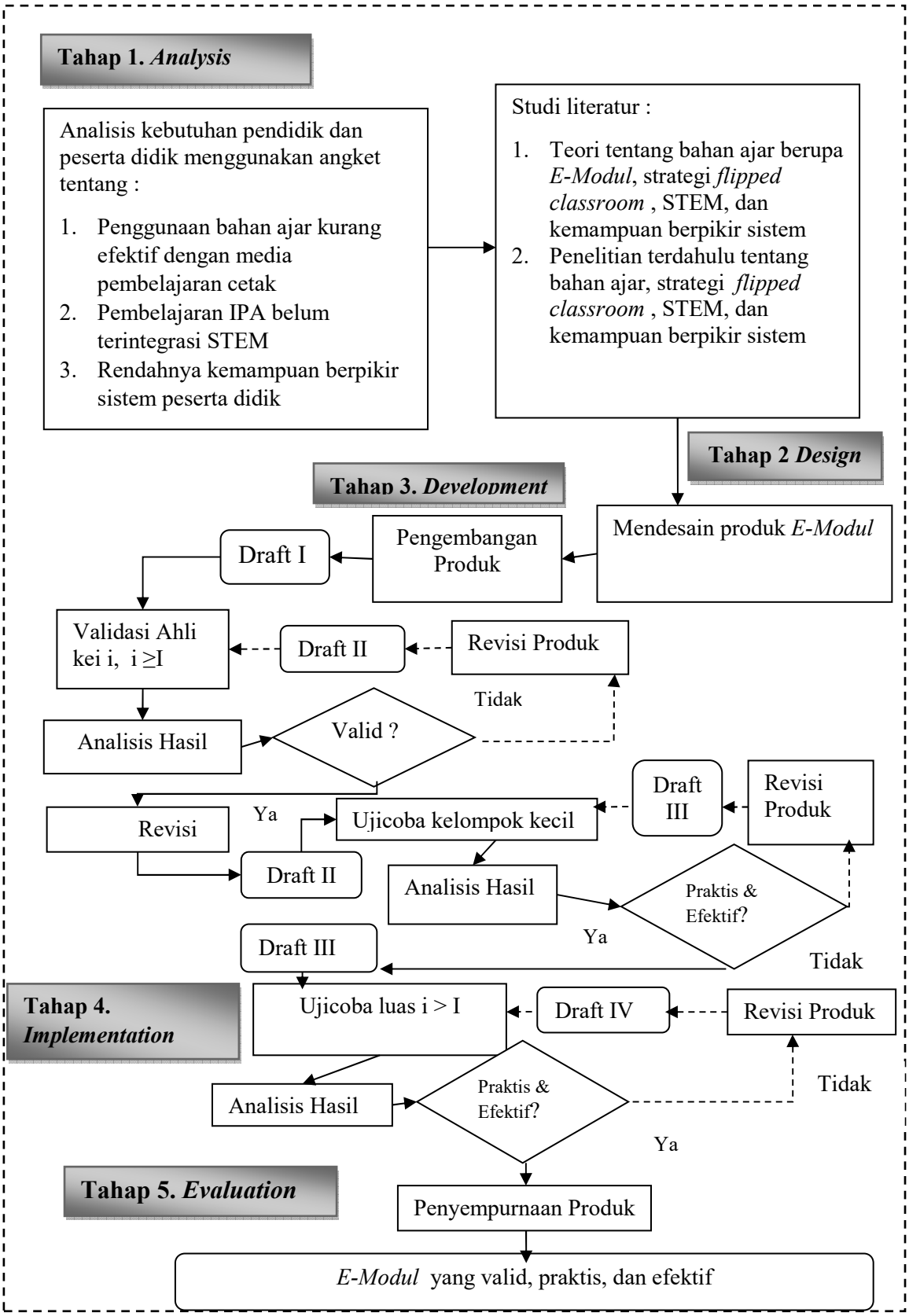
Kelompok	***Pretest***	**Perlakuan**	***Posttest***
Eksperimen	O_1	X_1	O_2
Kontrol	O_3	X_2	O_4

Keterangan:

X_1: Perlakuan berupa pembelajaran menggunakan *E-Modul* terintegrasi *STEM*
X_2: Perlakuan dengan pembelajaran menggunakan bahan ajar yang biasa Digunakan

e. Tahap Evaluasi (*Evaluate*)

Tahap evaluasi sudah dilakukan saat tahap analisis, desain, pengembangan dan implementasi. Evaluasi dilakukan terhadap pelaksanaan proses penggunaan *E-Modul* di kelas meliputi hasil penggunaan video, penggunaan *PJBL STEM*. Tahap evaluasi di sini meliputi *internal* dan *external evaluation* (Putra & Ayuningtyas, 2019). Hasil evaluasi digunakan sebagai umpan balik untuk memperbaiki produk yang diperoleh dari evaluasi internal. Pada evaluasi internal meliputi analisis masalah, perbaikan desain, validasi dari ahli media, ahli materi, ahli bahasa, respon dari pendidik dan peserta didik. Evaluasi eksternal bertujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan berpikir sistem peserta didik terhadap kompetensi yang telah diajarkan. Hal ini berarti untuk mengetahui efektivitas *E-Modul* terintegrasi *STEM* dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Alur penelitian dan pengembangan pada penelitian ini secara ringkas dijelaskan pada Gambar 3.



Gambar 3. Alur penelitian dan pengembangan

3.4 Subjek Ujicoba

Pengembangan produk pada penelitian ini dilakukan di SMPN 7 Bandar Lampung dan SMP Al-Huda Jati Agung Kabupaten Lampung Selatan dengan subjek penelitian pengembangan yaitu *E-Modul* . Subjek uji coba produk ditentukan dengan pengambilan sampel menggunakan teknik purposive sampling. Purposive sampling yakni penetapan responden sebagai sampel karena berdasarkan adanya tujuan tertentu atau kriteria-kriteria tertentu, bukan berdasar atas random dan strata (Sugiyono, 2010). Kriteria pengambilan sampel ini dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai kualitas dan lokasi sekolah dan berdasarkan pertimbangan kondisi pembelajaran di sekolah dalam masa pembelajaran jarak jauh (pembelajaran daring).

Subjek ujicoba pada penelitian ini adalah tim validator yang terdiri dari ahli media, ahli materi yang bertugas menguji kevalidan terhadap *E-Modul* yang dikembangkan. Selain itu, subjek ujicoba penelitian juga termasuk pendidik dan peserta didik yang membantu menguji kepraktisan dan keefektifan meliputi kemenarikan, kebermanfaatan, keterbacaan *E-Modul* yang digunakan saat proses pembelajaran pada mata pelajaran IPA pada materi pencemaran lingkungan.

3.5 Teknik Pengumpulan Data

Data pada penelitian ini terdiri dari 2 jenis data yaitu data kualitatif dan data kuantitatif. Data kualitatif terdiri dari data hasil validasi produk *E-Modul* yang dikembangkan dengan menggunakan angket validasi kontruksi, materi, dan bahasa yang dilakukan pada saat produk *E-Modul* sudah dibuat. Data keterlaksanaan implementasi *E-Modul* dengan strategi *Flipped Classroom* terintegrasi *STEM* menggunakan lembar observasi keterlaksaanan pembelajaran, data kemampuan pendidik mengelola pembelajaran, serta data respon Pendidik dan peserta didik berupa angket respon Pendidik dan peserta didik setelah menggunakan *E-Modul* di kelas yang diambil pada saat akhir pembelajaran. Data kuantitatif adalah skor *pretest* dan *posttest* kemampuan berpikir sistem peserta didik dengan menggunakan tes essay yang dilakukan di awal pembelajaran dan di akhir pembelajaran.

3.6 Instrumen Penelitian

Instrumen penelitian yaitu alat yang digunakan untuk mengumpulkan data. Instrumen pada penelitian ini meliputi:

a. Instrumen pada Studi Pendahuluan

Pada studi pendahuluan digunakan instrumen berupa angket kebutuhan Pendidik dan untuk mencari informasi tentang pendekatan pembelajaran yang digunakan dan hasil analisis modul yang telah digunakan Pendidik pada saat pembelajaran.

b. Instrumen Validasi Produk

Validasi produk dilakukan dengan oleh 3 validator ahli dalam bidang konstruksi, materi dan bahasa. Pada tiap instrumen terdapat kolom saran agar validator dapat menuliskan saran untuk perbaikan produk. Adapun kisi-kisi dari aspek konstruksi, materi dan bahasa dalam lembar validasi sebagai berikut:

1) Kisi-Kisi Instrumen Validasi Konstruksi

Kisi-kisi instrumen validasi substansi berisikan 28 butir pernyataan yang memuat tentang aspek kesesuaian konstruksi *E-Modul* dengan format *E-Modul* ideal, tampilan *E-Modul*, kesesuaian konstruksi *E-Modul* dengan sintaks *PJBL*, *STEM* dan indikator kemampuan berpikir sistem (Tabel 11).

Tabel 11. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Konstruksi

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
A.	**Kesesuaian Konstruksi *Handout* yang Dikembangkan dengan Format *E-Modul* Ideal**	
1.	Kelengkapan identitas *E-Modul* berupa *cover*, nama pengarang, kelas, mata pelajaran dan materi pokok	1, 4
2.	Kelengkapan bagian *E-Modul* berupa kata pengantar, daftar isi, peta konsep, daftar pustaka, dan profil penulis	2, 3,
3.	Ketersediaan analisis program pembelajaran seperti KD, indikator dan tujuan pembelajaran	5, 6
4.	Ketersediaan petunjuk penggunaan , latihan dan uji kompetensi dan rangkuman pada *E-Modul*	7,9, 10
B	**Tampilan *E-Modul***	
5.	Kesesuaian gambar *cover* dengan isi *E-Modul*	11
6.	Kesesuaian penggunaan jenis *font* dan variasi huruf	12,13
7.	Kesesuaian tata letak (judul, subjudul, kata pengantar, daftar isi, video, gambar)	14, 15, 16
C.	**Kesesuaian Konstruksi *E-Modul* yang Dikembangkan dengan Sintaks PJBL Terintegrasi STEM**	
8.	Pemuatan sintaks PJBL yaitu *Reflection* berupa konteks masalah	17
9.	Pemuatan sintaks PJBL yaitu *Research* berupa bentuk penelitian, mengumpulkan informasi, bacaan,metode lainnya	18

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
10.	Pemuatan sintaks PJBL yaitu *Discovery* berupa penyusunan proyek	19
11.	Pemuatan sintaks PJBL yaitu *Application* berupa pembuatan dan pengujian produk/ solusi dalam memecahkan masalah	20
12.	Pemuatan sintaks PJBL yaitu *Communication* berupa mengkomunikasikan antar teman	21
D.	**Kesesuaian Konstruksi *E-Modul* dengan pendekatan STEM (*Science, Technology, Engineering and Mathematic*)**	
13.	Kesesuaian kegiatan percobaan dengan salah satu bagian dari pendekatan *STEM* yaitu *Science*	22
14.	Kesesuaian kegiatan percobaan dengan salah satu bagian dari pendekatan *STEM* yaitu *Technology*	23
15.	Kesesuaian kegiatan percobaan dengan salah satu bagian dari pendekatan *STEM* yaitu *Engineering*	24
16.	Kesesuaian kegiatan percobaan dengan salah satu bagian dari pendekatan *STEM* yaitu *Mathematic*	25
17.	Kesesuaian kegiatan percobaan yang dilakukan dengan pendekatan *STEM*	26
E.	**Kesesuaian Konstruksi *E-Modul* yang Dikembangkan Dengan Kemampuan Berpikir Sistem**	27
F.	**Kesimpulan Umum Validasi**	**28**

2) Kisi-Kisi Instrumen Validasi Materi/Isi

Kisi-kisi instrumen validasi materi/isi berisikan 21 butir pernyataan yang memuat tentang isi dari *E-Modul* berbasis *STEM* untuk dinilai oleh validator (Tabel 12).

Tabel 12. Kisi-Kisi Instrumen Validasi Materi/Isi

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1	Kesesuaian isi *E-Modul* dengan KI, KD dan Indikator	1, 2
2	Kesesuaian konsep dan definisi yang disajikan dalam *E-Modul* akurat	3
3	Kesesuaian Fakta dan data, contoh kasus yang disajikan dalam *E-Modul* sesuai dengan kehidupan nyata	4, 5
4	Kesesuaian Gambar dan tabel yang disajikan dalam *E-Modul* sesuai deskripsi materi dan kehidupan sehari-hari.	6,7
5	Kesesuaian Video yang disajikan dalam *E-Modul* sudah sesuai dengan deskripsi materi	8
6	Kesesuaian Bahasa yang digunakan dalam *E-Modul* komunikatif dan mudah dipahami	9, 10
7	Kesesuaian Latihan soal dengan indikator	11, 12, 14, 15
8	Kesesuain Uraian materi	13
9	keseuain rangkuman dan uji kompetensi dengan materi	16, 18
10	Kesesuain materi dan kegiatan belajar sudah mencerminakan keruntutan dan keterkaitan isi	17, 19, 20
	Kesimpulan Umum Validasi	**21**

3) Kisi-kisi Instrumen Validasi Bahasa

Kisi-kisi instrumen validasi bahasa berisikan 11 butir pernyataan yang memuat tentang kesesuain bahasa yang digunakan dari *E-Modul* (Tabel 13)

Tabel 13. Kisi-kisi Instrumen Validasi Bahasa

No	Aspek yang Dinilai	Butir Pernyataan
1	Bahasa yang digunakan komunikatif, tidak menimbulkan arti ganda, sesuai dengan berpikir peserta didik	1, 8, 9 , 10
2	Kalimat yang digunakan dapat dipahami peserta didik	2
3	Kesesuain ukuran teks yang digunakan	3
4	Kata baku yang digunakan sudah tepat	4
5	Tata Bahasa dan tanda baca yang digunakan sudah tepat	5, 6
6	Kalimat yang digunakan sudah efektif	7
	Kesimpulan Umum Validasi	**11**

4) Instrumen Angket Respon

Instrumen angket respon peserta didik dan pendidik berupa pernyataan untuk menilai kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan *E-Modul* yang diujikan pada saat uji coba terbatas dan uji operasional lapangan. Pada instrumen terdapat kolom saran agar peserta didik dapat menuliskan saran untuk perbaikan produk. Kisi-kisi instrumen respon peserta didik dan Pendidik (Tabel 14 dan 15).

Tabel 14. Kisi-Kisi Angket Respon Peserta didik

Kriteria	Indikator Penilaian	Nomor Soal
Respon Peserta didik	A. Kemenarikan B. Kebermanfaatan C. Keterbacaan	1, 2, 3, 4,5,6,7,8,9 10,11,12,13,14,15,16,17, 18, 19,20

Tabel 15. Kisi-Kisi Angket Respon Pendidik

Kriteria	Indikator Penilaian	Nomor Soal
Respon Pendidik	A. Kemenarikan B. Kebermanfaatan C. Keterbacaan	1, 2, 3, 4, 5 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 14, 15, 16, 17

5) Instrumen pada Uji Keefektifan Produk

Instrumen yang digunakan berupa tes. Tes yang digunakan meliputi *pretest* dan *posttest* terdiri dari 10 butir soal dengan bentuk soal essay. Data yang diperoleh dari tes ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas *E-Modul* yang dikembangkan dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem. Adapun kisi-kisi butir soal kemampuan berpikir sistem pada Tabel 16.

Tabel 16. Kisi-kisi Soal Kemampuan Berpikir Sistem

Kompetensi Dasar/ Kelas	Sub Materi	Indikator Kemampuan Berpikir Sistem	Indikator soal	No.Soal/ Kompetensi yang diuji
3.8 dan 4.8/ VII	Pencemaran Lingkungan	Mengidentfikasi komponen sistem dan proses dalam sistem	Mengamati fenomena terkait dengan pencemaran yang terjadi di lingkungan	1
		Memahami sifat siklus sistem	Mengaitkan hubungan komponen pencemaran air, tanah, dan udara dengan ekosistem	5
	Penyebab dan Proses Terjadinya Pencemaran Lingkungan	Menagatur komponen sistem dan proses dalam kerangka hubungan	Menguraikan proses terjadinya pencemaran lingkungan	4
		Menggunakan prinsip sistem yang umum untuk menjelaskan temuan dalam observasi	Menguraikan penyebab pencemaran air, tanah, dan udara dengan dampaknya bagi eksosistem	6

	Dampak dan Penanggulangan Pencemaran Lingkungan	Mengidentifikasi hubungan di antara komponen sistem	Memprediksi masalah dampak pencemaran lingkungan yang akan terjadi pada masyarakat setempat	2
		Mengidentifikasi hubungan dinamis di dalam sistem	Menafsirkan masalah terkait pencemaran lingkungan	3
		Membuat generalisasi	Memutuskan gagasan terkait dampak pencemaran lingkungan	7
		Menguji hiporesis dan pengembangan kebijakan yang dapat berdampak pada sistem	Merencanakan cara yang baru untuk menanggulangi dampak pencemaran lingkungan	8
		Memahami yang tersembunyi dimensi sistem	Membuat prosedur percobaan alat penanggulangan pencemaran lingkungan berupa IPAL sederhana	9
		Berpikir secara temporer, retrospeksi, prediksi	Mendesain alat penanggulangan pencemaran lingkungan berupa IPAL sederhana	10

3.7 Teknik Analisis Data

Teknik analisis data dalam penelitian ini meliputi analisis data angket, analisis data validasi yakni validitas teoritis (aspek konstruksi, materi, dan bahasa) dan validitas empiris (validitas dan reliabilitas), *pretest* dan *posttest*.

a. Analisis Data Studi Pendahuluan

Pada tahap studi pendahuluan, dilakukan analisis terhadap angket analisis kebutuhan Pendidik dan peserta didik yang dideskripsikan dalam bentuk

persentase, kemudian dianalisis atau diinterpretasikan secara kualitatif dan deskriptif.

b. Analisis Instrumen Validitas Produk

Analisis data kevalidan meliputi analisis data angket validasi ahli, angket respon Pendidik dan angket respon peserta didik saat uji coba awal dan uji operasional lapangan. Validitas kontruksi, materi, dan bahasa pada produk diperoleh dari ahli melalui uji/validasi ahli. Angket validitas substansi dan konstruksi penilaian uji ahli menggunakan skala *Guttman* yang memiliki pilihan jawaban sesuai konten pertanyaan, yaitu: "Setuju" dan "Tidak Setuju" dengan skor masing-masing "1" dan "0". Revisi dilakukan pada konten pertanyaan yang diberi pilihan jawaban "Tidak Setuju" atau para ahli memberikan masukan khusus terhadap *E-Modul* yang sudah dibuat.

Teknik analisis data dilakukan dengan cara:

1) Mengklasifikasi data, bertujuan untuk mengelompokkan jawaban berdasarkan pertanyaan angket.
2) Melakukan tabulasi data berdasarkan klasifikasi yang dibuat.
3) Menghitung presentase jawaban, bertujuan untuk melihat besarnya presentase setiap jawaban dari pertanyaan, sehingga data yang diperoleh dapat dianalisis sebagai temuan. Rumus yang digunakan untuk menghitung persentase jawaban responden setiap item adalah sebagai berikut:

$$\% J_{in} = \frac{\Sigma J_i}{N} \text{ x } 100\ \%$$

Keterangan: $\% J_{in}$ = Presentase pilihan jawaban-i

$\sum J_i$ = Jumlah responden yang menjawab jawaban-i

N = Jumlah seluruh responden

(Sudjana, 2005)

4) Memberi skor jawaban responden.

Penskoran jawaban responden dalam angket dilakukan berdasarkan skala *likert* (Tabel 17).

Tabel 17. Skor Penilaian Terhadap Pilihan Jawaban

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

Menjelaskan hasil penafsiran presentasi jawaban responden dalam bentuk deskriptif naratif.

5) Menafsirkan data validitas terhadap *E-Modul* berbasis *STEM*.

E-Modul berbasis *STEM* yang dikembangkan dan perangkatnya dihitung berdasarkan skor yang diberikan oleh validator dengan menghitung jumlah skor yang diberikan validator, menghitung persentase ketercapaian skor dari skor maksimal untuk setiap aspek yang dinilai, dan menghitung rata-rata presentase ketercapaian skor oleh ahli lalu menafsirkan data dengan kriteria (Tabel 18).

Tabel 18. Kriteria Ketercapaian Validitas

Presentase (%)	**Kriteria**
21 – 36	Tidak Valid
37 – 52	Kurang Valid
53 – 68	Cukup Valid
69 – 84	Valid
85 - 100	Sangat Valid

(Cohen & Swerdik, 2010)

Untuk analisis data kemenarikan, kebermanfaatan dan keterbacaan *E-Modul* yang dikembangkan yang ditinjau dari respon Pendidik dan peserta didik terhadap pelaksanaan pembelajaran menggunakan *E-Modul* berbasis *STEM* dilakukan dengan menghitung jumlah peserta didik yang memberikan respon positif dan negatif terhadap pelaksanaan pembelajaran. Kemudian menghitung persentase dan menafsirkan data dengan menggunakan tafsiran harga presentase (Tabel 19).

Tabel 19. Kriteria Tingkat Kemenarikan, Kebermanfaatan dan Keterbacaan

Presentase (%)	Kriteria		
	Kemenarikan	**Kebermanfaatan**	**Keterbacaan**
0,0 - 20,0	Sangat Tidak Menarik	Sangat Tidak Bermanfaat	Sangat Tidak Dipahami
20,1 - 40,0	Tidak menarik	Tidak Bermanfaat	Tidak Dipahami
40,1 - 60,0	Cukup menarik	Cukup Bermanfaat	Cukup Dipahami
60,1 - 80,0	Menarik	Bermanfaat	Dapat Dipahami
80,1 – 100	Sangat Menarik	Sangat Bermanfaat	Sangat Dipahami

(Ratumanan, 2003)

c. Analisis Instrumen Penilaian Keefektifan *E-Modul*

Instrumen uji tes digunakan untuk mengetahui keefektifan produk yang telah dikembangkan. Kegiatan analisis data dari kegiatan uji efektivitas dilakukan selain menggunakan pendekatan deskriptif kualitatif, juga menggunakan analisis statistik kuantitatif. Untuk analisis statistik kuantitatif terhadap data hasil penelitian dilakukan uji dibawah ini:

1) Uji Validitas

Uji validitas dilakukan untuk mengetahui tingkat kelayakan butir soal yang akan digunakan dalam penelitian ini. Untuk menghitung validitas butir soal menggunakan rumus korelasi *product moment* sebagai berikut:

$$r_{xy} = \frac{N\Sigma XY - (\Sigma X)(\Sigma Y)}{\sqrt{[N\Sigma X^2 - (\Sigma X)^2][N\Sigma Y^2 - (\Sigma Y)^2]}}$$

Keterangan:

r_{xy}: Validitas empirik butir soal
N: Banyaknya subyek
X: jumlah skor tiap butir soal masing-masing peserta didik
Y: jumlah total skor masing-masing peserta didik (Sugiono, 2010)

Kriteria pengujian apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0{,}05$ maka alat ukur tersebut dinyatakan valid. Sebaliknya apabila $r_{hitung} < r_{tabel}$ dengan $\alpha = 0{,}05$

maka alat ukur tersebut dinyatakan tidak valid. Klasifikasi validitas dapat dilihat pada Tabel 20.

Tabel 20. Kriteria Koefisien Validitas

Koefisien Validitas	Keterangan
$0,80 \leq r_{xy} \leq 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 \leq r_{xy} \leq 0,80$	Tinggi
$0,40 \leq r_{xy} \leq 0,60$	Sedang
$0,20 \leq r_{xy} \leq 0,40$	Rendah
$0,00 \leq r_{xy} \leq 0,20$	Rendah Sekali

Sumber: (Arikunto, 2014)

2) Uji Reliabilitas

Uji reliabilitas dilakukan untuk mengetahui konsistensi dari suatu butir soal yang digunakan sebagai alat ukur sehingga hasilnya dapat dipercaya. Dalam penelitian ini untuk menguji reliabilitas butir soal menggunakan metode Kuder dan Richardson yaitu dengan menggunakan rumus *alpha cronbach* sebagai berikut:

$$r_{11} = \left(\frac{n}{n-1}\right)\left(1 - \frac{\Sigma Si^2}{\Sigma St^2}\right)$$

Keterangan:
r_{11}: Koefisien reliabilitas butir soal
n: Banyak butir item yang dikeluarkan
ΣSi^2: Jumlah varians skor dari setiap item
ΣSt^2:Varians total (Sudijono, 2011)

Kriteria uji reliabilitas dengan rumus *Cronbach Alpha* ialah apabila $r_{hitung} > r_{tabel}$, maka alat ukur tersebut reliabel dan juga sebaliknya, jika $r_{hitung} < r_{tabel}$, maka alat ukur tidak reliabel. Setelah mengetahui nilai koefisien reliabilitas, kemudian diklasifikasikan menjadi nilai koefisien reliabilitas dan dikategorikan (Tabel 21).

Tabel 21. Kriteria Koefisien Reliabilitas

Koefisien Reliabilitas	Keterangan
$0,80 < r_{11} = 1,00$	Sangat Tinggi
$0,60 < r_{11} = 0,80$	Tinggi
$0,40 < r_{11} = 0,60$	Sedang
$0,20 < r_{11} = 0,40$	Rendah
$0,00 < r_{11} = 0,20$	Sangat Rendah

Sumber: (Maenani & Oktova, 2015)

3) *Pretest dan Posttest*

Pretest dilakukan pada awal pertemuan, sedangkan *posttest* dilakukan pada akhir pertemuan. *Pretest* yang diberikan pada awal pertemuan mempunyai bentuk yang sama yaitu soal uraian dan jumlah yang sama yaitu berisi 10 butir pertanyaan dalam bentuk *essay* dengan *posttest* yang diberikan diakhir pertemuan. Teknik penskoran nilai *pretest* dan *posttest* yaitu:

$$S = \frac{R}{N} \times 100$$

Keterangan:
S = nilai yang diharapkan (dicari)
R = Jumlah skor dari item atau soal yang dijawab benar
N = Jumlah skor maksimum dari tes tersebut
(Purwanto, 2012).

Hasil perhitungan kemudian diinterpretasikan dengan menggunakan klasifikasi penilaian (Tabel 22).

Tabel 22. Klasifikasi Penilaian Berpikir Sistem

Presentase (%)	Klasifikasi
81 – 100	Sangat Tinggi
61 – 80	Tinggi
41 – 60	Cukup
21 – 40	Rendah
0 – 20	Rendah Sekali

(Arikunto, 2006)

Uji nilai *N-Gain* dilakukan untuk melihat peningkatan kemampuan kemampuan berpikir sistem peserta didik. Uji *N-Gain* dapat dilakukan dengan menggunakan rumus *gain* menurut Meltzer sebagai berikut (Meltzer, 2002):

$$g = \frac{\text{Skor Posttest} - \text{Skor Pretest}}{\text{Skor Maksimum} - \text{Skor Pretest}}$$

Tabel 23. Klasifikasi Nilai *Gain*

Nilai gain ternormalisasi	Interpretasi
g > 0,7	Tinggi
0,3< g < 0,7	Sedang
g < 0,3	Rendah

(Fitriah, 2016)

Setelah nilai *pretest* dan *posttest* diketahui maka dilakukan analisis data hasil tes yang dilakukan dengan uji prasyarat sebagai berikut :

a. Uji Normalitas Data

Uji normalitas merupakan salah satu cara untuk memeriksa keabsahan atau normalitas sampel. Pada penelitian ini, pengujian normalitas data menggunakan uji Lilliefors pada program SPSS 16 for windows dengan menggunakan pada taraf signifikasi 5% atau α = 0,05.

Kriteria Pengujian :

H_0 diterima jika signifikansi lebih dari α atau Sig. > 0,05 dan H_0 ditolak atau jika signifikansi kurang dari α atau Sig. < 0,05 atau L hitung < L tabel, maka H_0 diterima dan jika Lhitung > Ltabel, maka H_0 ditolak (Santoso, 2010: 46).

b. Uji Homogenitas

Uji ini dilakukan dengan maksud untuk mengetahui kesamaan dua variansi yaitu nilai *pretest* dan *postest* pada kelas kontrol dan kelas eksperimen. Uji ini dilakukan bila sampel diambil dari populasi yang berdistribusi normal. Data diuji homogenitasnya untuk mengetahui variasi populasi data yang diuji sama (homogen) atau tidak. Uji homogenitas menggunakan uji *Levene Test* pada taraf signifikasi 5% atau α= 0,05.

Kriteria Pengujian

H_0 diterima jika sig. > 0,05 atau $F_{hitung} < F_{tabel.}$

H_0 ditolak jika sig. < 0,05 atau $F_{hitung} > F_{tabel}$ (Trihendradi, 2009:122).

c. Setelah uji prasyarat dilakukan uji *N-Gain* maka dilakukan dengan *paired sample t-test*. Dasar pengambilan keputusan berdasarkan nilai probabilitas, dimana jika sig > 0,05 maka H_0 diterima. Setelah dilakukan uji *independent sample t-test*, untuk menguji efektivitas *E-Modul* terhadap kemampuan kemampuan berpikir sistem peserta didik dilakukan dengan menggunakan rumus *effect size* oleh (Hake, 2002)

Tabel 24. Kategori *Effect Size*

Effect Size	**Kategori**
d< 0,2	Kecil
$0,2 \leq d \leq 0,8$	Sedang
d > 0,8	Tinggi

Sumber : Hake, 2002.

V. SIMPULAN DAN SARAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

a. *E-Modul flipped classroom* terintegrasi *STEM* materi pencemaran lingkungan untuk meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik dinyatakan valid dari hasil validasi ahli, baik dari aspek kesesuaian isi, konstruksi maupun bahasa.
b. Kepraktisan pembelajaran dengan *E-Modul flipped classroom* terintegrasi *STEM* materi pencemaran lingkungan yang berfokus pada kemampuan berpikir sistem peserta didik memiliki keterlaksanaan pembelajaran dengan pencapaian hampir seluruh aktivitas terlaksana di dalam proses pembelajaran, alat dan bahan mudah didapat, dapat dilaksanakan di luar sekolah, dan menarik baik bagi peserta didik maupun pendidik.
c. *E-Modul flipped classroom* terintegrasi *STEM* hasil pengembangan dinyatakan efektif. Hal ini ditinjau dari perolehan nilai rata-rata n-*Gain* pada kelas eksperimen lebih besar daripada kelas kontrol berada pada klasifikasi sedang di kelas eksperimen dan kelas kontrol yang keduanya berkategori sedang. Nilai *effect size* yang menunjukkan bahwa pembelajaran dengan menggunakan *E-Modul flipped classroom* terintegrasi *STEM* memiliki pengaruh yang signifikan dalam meningkatkan kemampuan berpikir sistem peserta didik dan memahami tahapan-tahapan dalam mengerjakan sebuah proyek berupa produk sederhana IPAL rumah tangga.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, peneliti memberi saran sebagai berikut:

a. Peneliti menyarankan kepada semua pihak yang ingin mengembangkan *E-Modul flipped classroom* terintegrasi *STEM* lebih lanjut, dalam penggunaan produk perlu memperhatikan ketersediaan fasilitas penunjang seperti smart phone, komputer atau laptop serta jaringan internet karena produk yang di kembangkan merupakan sumber belajar online yang digunakan peserta didik untuk membantu mempersiapkan dirinya sebelum memasuki materi pembelajaran serta sebagai penguatan materi dan konsep pembelajaran yang telah diterima oleh peserta didik.
b. Memperhatikan pembelajaran menggunakan *E-Modul* berbasis *STEM* dengan menggunakan model *Project Based Learning* karena (PJBL) yang dilakukan membutuhkan waktu yang cukup lama terutama bagi kelas yang belum pernah menerapkan pendekatan *STEM* menggunakan model *PJBL*.
c. Penggunaan *E-Modul* terintegrasi *STEM* diperlukan instruksi yang sangat jelas untuk disampaikan kepada peserta didik dikarenakan ada empat kegiatan percobaan yang akan dilakukan dengan berbagai macam pilihan variasi yang berbeda.
d. Diperlukan *monitoring* berkelanjutan oleh pendidik agar peserta didik tidak lupa untuk melakukan pengamatan terhadap proyek yang dikerjakan dan mendokumentasikannya.

DAFTAR PUSTRAKA

Abdurrahman, Farida, A, Hervin, M, Novinta,N. 2019. Design and Validation of Inquiry-based STEM Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Facilitate Gifted Students Facing 21st Century Challenging. *Journal For The Education of Gifted Young Scientist*, 7(1), 33-56.

_____. 2019. Designing an Inquiry-Based STEM Learning Strategy as a Powerful Alternative Solution to Enhance Students' 21st Century Skills. *Journal of Physics*. 1155, 1-6

Ahmad, I. 2018. *Proses Pembelajaran Digital dalam Era Revolusi Industri 4,0*. Jakarta.

Afriana, J., Permanasari, A., & Fitriani, A. 2016. Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau dari Gender Implementation Project-Based Learning Integrated STEM to Improve Scientific Literacy Based on Gender. *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA*, 2(2), 202–212.

Alfrado, W. S., Rahmad, M., Syafi'i, M., & Nurliana.2018. Physics Learning Blog Development Based On Flipped Classroom Aproach For Grade X MIPA Senior High School.*Jurnal Geliga Sains*, *6*(2), 75–84

A, E. A. R., Dareb, E. A., Crottya, E. A., & Roehrig, G. H. 2017. The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience The Evolution of Teacher Conceptions of STEM Education Throughout an Intensive Professional Development Experience. *Journal of Science Teacher Education*, *28*(5), 1–24.https://doi.org/10.1080/ 1046560X.2017.1356671

Anwar, M. K. 2013. Efektivitas Model Pembelajaran Learning Cycle 5E pada Kompetensi Asetilin kelas X SMK Negeri 7 Surabaya. *JPTM*, *1*(1), 82.

Ariasa, K., Santyadiputra, G. S., & Sindu, I. G. P. (2016). Pengembangan E-Modul Berbantuan Media CAI Pada Mata Pelajaran Fotografi Kelas X Desain Komunikasi Visual di SMK Negeri 1 Sukasada. *Jurnal Nasional Pendidikan Teknik Informatika* (JANAPATI), 5(3), 127–135.

Arikunto, S. 2006. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara

Arnold, Ross D. 2015. Jurnal. *A Definition of System Thinking : A System Approach.* USA : Elsevier B.V

Ausubel, D., P. 2010. *Educational Psychology: A Cognitive View*. New York: Holk, Rinehart, and Winston.

Asmuniv. 2015. *Pendekatan Terpadu Pendidikan STEM Upaya Mempersiapkan Sumber Daya Manusia Indonesia Yang Memiliki Pengetahuan Interdisipliner Dalam Menyosong Kebutuhan Bidang Karir Pekerjaan Masyarakat Ekonomi ASEAN (MEA)*

B., Tobin, K., McRobbie, C. (eds.), *2nd International Handbook of Science Education, 2nd Ed*., 1(16), 209-330

Ben,O, Assara,Z, Orion, N. 2010. Four Case Studies, Six Years Later: Developing System Thinking Skills in Junior High School and Sustaining Them over Time. 1 Science and Technology Education Department, Ben-Gurion University of the Negev. VOL. 47, NO. 10, PP. 1253–1280.

Ben,O, Assara,Z, Orion, N. 2004. Development of System Thinking Skills in the Context of Earth System Education. 1 Science and Technology Education Department, Ben-Gurion University of the Negev. VOL. 47, NO. 10, PP. 1253–1280.

Branch, M. R. 2009. *Instructional Design: The ADDIE Approach*. New York: springer science & bussines media LCC

Bergmann, J., & Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day. Eugene, Oregon: ASCD.

Bybee, R. W. 2013. *The Case for STEM Education: Challenges and opportunity*. Arlington: National Science Teachers Association (NSTA) Press.

Chandra, F. H., & Nugroho, Y. W. (2017).Implementasi Flipped Classroom Dengan Video Tutorial Pada Pembelajaran Fotografi Komersial. Demandia, 2(1), 20–36

Clark, S., Petersen, J. E., Frantz, C. M., Roose, D.,Ginn, J., & Daneri, D. R. 2017. Teachingsystems thinking to 4 th and 5 th graders using Environmental Dashboard display technology, *Journal of Plos One*, 12, 1–11.

Creswell, John W. 2008. *Research Design, Pendekatan Kualitatif, Kuantitatif, dan Mixed*. Edisi Ketiga Pustaka Pelajar. Bandung.

Dafoe, K. 2016. Caring In a Flipped Mathematics Classroom. The University Of Toledo, Ohio

Daryanto, D. 2013. Menyusun Modul Bahan Ajar untuk Persiapan Guru dalam Mengajar. Yogyakarta: Gava Media.

Depdiknas. (2008). Penulisan modul. Jakarta, Indonesia: Depdiknas.

Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah, Direktorat Pembinaan SMA. 2017. Panduan Praktis Penyusunan E-Modul. Diambi dari:https://awan96 5.files.wordpress.com/2 017/09/ panduan_penyusunan-e-modul2017_final_edit.pdf.

Dick,W.,Carey, L. 1996. *The Sistematic Design of Instruction*. Fourth Edition: Harper Collins College Publisher.

Dorai, C., Kermani, P., & Stewart, A. 2001. ELM-N: E-Learning media navigator. In *Proceedings of the Ninth ACM International Conference on Multimedia* (pp. 634–635). New York, NY: ACM. doi:10.1145/500141.500269.

Duran, M., Serkan, S. 2012. A Preliminary Investigation into Critical Thinking Skills of Urban High School Students Role of an IT/STEM Program. *Creative Education*. Vol. 3 No. 2: 241-250.

Elfahmi, D., Nopriyanti, I. S. 2018. Pengembangan Modul Elektronik Berbasis Pendekatan Saintifik Pada Mata Kuliah CAD/RAM. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin*, 5(2), 185–194

Fitri, R., Sumarmin, R., & Advinda, L. (2015). Pengembangan modul pembelajaran biologi dengan pendekatan contextual teaching and learning

(CTL) yang dilengkapi peta konsep untuk SMA kelas XI. Jurnal Pendidikan Biologi Kolaboratif, 2(2), 52–59.

Forrester, J.W. 1968. *Principles of System.* Pegasus Communication, Inc: New York.

Gilbert, L.A.,. Deborah S. Gross & Karl J. Kreutz. 2018. Developing Undergraduate Students System Thingking Skills with an InTeGrate Module. *Journal of Geoscience Education*. 67, 1-16

Goodman, Michael. *System Thinking:What, Why, When, Where,and How?.* Artikel diambil pada tanggal 22 Oktober 2016 dari (https://thesystemsthinker.com/systems-thinking-what-why-when-where-and-how/)

Haybah, N.R. 2013. Pengembangan E-Module Untuk Materi Struktur Atom Lintas Minat Ipa Siswa Kelas X Akselerasi Semester I Tahun Ajaran 2013/2014 Sma Negeri 1 Purwosari Pasuruan, Skripsi tidak diterbitkan. Malang: Universitas Negeri Malang.

Husein, .S., Lovy, H., & Gunawan. 2017. Pengaruh Penggunaan Multimedia Interaktif terhadap Penguasaan Konsep dan Keterampilan Berpikir Kritis Siswa pada Materi Suhu dan Kalor. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Teknologi.* Vol. 1. No. 3: 221-225.

Hrin, Tamara N., Dusica D. M., Mirjana D. S. &Sasa Horvat. 2017. Systems Thinking in Chemistry Classroom: The Influence of Systemic Synthesis Questions on Its Development and Assessment. *Journal of Thingking Skills and Creativity*. 23, 175- 187.

Hsieh, J.S.C., Wu, W.C.V., & Marek, M.W. (2015). Using the flipped classroom to enhance EFL learning. Computer Assisted Language Learning, 30(1), 1-21.

Johnson, G.B. (2013). Student perceptions of the flipped classroom (Master thesis, The University of British Coloumbia, Coloumbia). Didapat dari https://open.library.ubc.ca/media/download/pdf/24/1.0073641/1.

Kelley, T. R., & Knowles, J. G. 2016. A conceptual framework for integrated STEM education. International Journal of STEM Education, 3(1), 1–11. https://doi.org/10.1186/s40594-016-0046-z

Kemendikbud. 2014. *Pengembangan Kurikulum 2013: Paparan Mendikbud dalam Sosialisasi Kurikulum 2013.* Jakarta: Kemdikbud.

Khoirot, T. (2016). Pengembangan dan uji kelayakan modul pembelajaran microsoft access 2010 sebagai bahan ajar keterampilan komputer dan pengelolaan informasi untuk siswa kelas xi SMK negeri bansari (Skripsi Universitas Negeri Yogyakarta, Yogyakarta, Indonesia). Didapat dari http://eprints.uny.ac.id/44273/1/Tafakur%20Khoirot%2016.pdf.

Kostolanyova, K., & Jana, S. 2014. Use of Adaptive Study Material in Education in E-learning Environment. *The Electronic Journal of e-Learning.* Volume 12 Issue 2 2014. (pp172-063). available online at www.ejel.org

Kustandi, C., & Sitjipto, B. 2011. Media Pembelajaran Manual dan Digital. Bogor: Ghalia Indonesia

Laboy-Rush, D. 2010. Integrated STEM education through project-based learning. www.learning.com/stem/whitepaper/ integrated-STEM-through Project-based-Learning

Maenani, L., & Oktova, R. 2015. Analisis Butir Soal IPA Ulangan Umum Kenaikan Kelas X Madrasah Aliyah Se-Kabupaten Banjarnegara, Jawa Tengah Tahun Pelajaran 2011/2012. *Berkala IPA Indonesia*, *7*(1), 8.

Marzano, R. J.& Kendall, J. S.2008. *Designing and Assessing Educational Objectives*, California: Corwin Press

Mayer, R. E., & Alexander, P. A. 2011. *Handbook of research on learning and instruction*. New York, NY: Routledge.

Mayer, R. E. 2003. The Promise of Multimedia Learning: Using the same instructional design method across different media. *Journal of Learning and instruction*, *13*(2).

Mayer, R., E., & Massa, J., L. 2003. Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive ability, cognitive style and learning preference. *Journal of Educational Psychology*, 95 (4), 833-846.

Meilani. (2015). Pengaruh interaksi guru dan siswa dalam pembelajaran dan

fasilitas belajar terhadap prestasi belajar ekonomi pada siswa kelas xi ips SMA negeri 3 klaten tahun ajaran 2014/2015. Artikel Publikasi Diajukan untuk Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan pada Program Studi Pendidikan Akutansi Univeristas Muhammadiyah Surakarta, Surakarta Indonesia. Didapat dari http://eprints.ums .ac. id /40423 /1/ NASKAH 20PUBLIKASI.pdf.

Meltzer, D. E. 2002. The relationship between mathematics preparation and conceptual learning gains in physics: A possible "hidden variable" in diagnostic pretest scores. *American Journal of Physics*, *70*(12).

Moore, E., Herzog &Perkins. 2013. Interactive Simulations as Implicit Support for Guided-Inquiry. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(3): 257-268.

Morrison, J. 2006. *TIES STEM Education Monograph Series, Attributes of STEM Education*. Baltimore, MD: TIES.

Nieveen, N. (1999). Prototyping to reach product quality. In J. Van Den Akker, R. Branch, K. Gustafson, N. Nieveen, & T. Plomp (Eds), Design Approaches and Tools in Education and Training (pp.125–135). Dordrechct,Netherlands: Kluwer Academic Publishers.

Nugroho, S., Syamswisma, & Yokhebed. (2016). Kelayakan media flash flipbook pada submateri manfaat keanekaragaman hayati untuk kelas x SMA *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Khatulistiwa*, 5(7), 1-10.

Nur Fuad Abdullah. 2012. *Cara Berpikir Sistem.* Artikel diambil dari (*share.its.ac.id/mod/resource/view.php?id=6240)*

Orph, R., Bathgate, M. E., Schunn, C. D., & Cannady, M. A. 2018. When I grow up : the relationship of science learning activation to STEM career preferences to STEM career preferences. *International Journal of Science Education*, *40*(9). https://doi.org/10.1080/09500693.2017.1360532

Oller, U., & Levy Nahum, T., 2012 From Teaching to „Know"-to Learning to „Think " in Science Education. In: Fraser,

Özer, D., Z., & Özkan, M. (2012). The Effect of the Project Based Learning on the Science Process Skills of the Prospective Teachers of Science. *Journal of Turkish Science Education* Vol 9 Issue 3 : 131-136

Pieter, R Verhoeff, Boersma,K and Waarlo, A. 2013. Multiple Representations in Modeling Strategies for the Development of Systems Thinking in Biology

Education. D.F. Treagust and C.-Y. Tsui (eds.) Models and Modeling in Science Education 7, DOI 10.1007/978-94-007-4192-8_18. Springer Science+Business Media B.V.

Puspitasari, A. D. (2019). Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik Pada Siswa .*Jurnal Pendidikan Fisika*, *7*(1), 17–25.

Prastowo, A. 2013. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif: Menciptakan Metode Pembelajaran Yang Menarik Dan Menyenangkan*. Jakarta: DIVA Press

Prasetyorini, H., Mustaji, & Bachri, B. (2016). Pengembangan materi pelajaran ipa dalam platform course networking sebagai media pembelajaran secara blended learning untuk meningkatkan hasil belajar dan keterampian kolaborasi peserta didik. *Jurnal Pendidikan*, 1(1), 49-57.

Rachmawati, D., Suhery, T., & Anom, K. 2017. Pengembangan modul kimia dasar berbasis STEM problem based learning pada materi laju reaksi untuk mahasiswa program studi pendidikan kimia. *Seminar Nasional Pendidikan IPA* (Vol. 1, No. 1, pp. 239-248)

Rahmah, Nur. 2013. Belajar Bermakna Ausubel. *Jurnal Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam (Al-Khwarizmi).* 1(1): 43-48.

Ramadhani, R., Umam, R., Abdurrahman, A., & Syazali, M. 2019. The Effect of Flipped-Problem Based Learning Model Integrated With LMS-Google Classroom for Senior High School Students. Journal for the Education of Gifted Young Scientists, 7(2), 137–158. https://doi.org/10.17478/jegys.548350

Rahmasiwi, A., Susilo, H., & Suwono, H. (2018). Pengaruh pembelajaran diskusi kelas menggunakan isu sosiosains terhadap literasi sains mahasiswa baru pada kemampuan akademik berbeda. Jurnal Pendidikan: Teori, Penelitian,dan Pengembangan, 3(8), 980-989.

Ratumanan, T.G. & Laurens, T. 2003. *Evaluasi Hasil Belajar yang Relevan dengan Kurikulum Berbasis Kompetensi*. Surabaya: Unesa University Press.

Reeve, E. 2013. *Implementing Science, Technology, Engineering and Mathematics (STEM) Education in Thailand and in ASEAN*. Bangkok: Institute for the Promotion of Teaching Science and Technology (IPST).

Reny Samiasih1, Sulton2, Henry Praherdhiono3.2017 Pengembangan E-Module Mata Pelajaran Ilmu Pengetahuan Alam Pokok Bahasan Interaksi Makhluk Hidup dengan Lingkungannya. *Jurusan Teknologi Pendidikan FIP UM1,2,3* Vol 2, No 2 (2017)

Richmond, Barry. *The "Thinking" in System Thinking" How Can We Make It Easier To Master?".* Artikel diambil pada tanggal 22 Oktober 2016 dari (https://thesystemsthinker.com/the-thinking-in-systems-thinking-how-can-we-make-it-easier-to-master/)

Riduwan. 2010. *Skala Pengukuran Variabel-Variabel Penelitian*. Bandung: Alfabeta

Ritz, J. M., & Fan, S. 2014. STEM and Technology Education: International State-Of-The-Art. *International Journal of Technology and Design Education*, 25(4), 1-23

Roberts, A., & Cantu, D. 2012. Applying STEM Instructional Strategies to Design and Technology Curriculum. Norfolk, VA USA: Departement of STEM Education and Proffesional Studies Old Dominion University.

Roehl, Amy, Shweta Linga Reddy, & Gayla Jett Shannon. 2013 The Flipped Classroom: An Oportunity to Engage Millennial Student Through Active Learning Strategies. *Journal of Family and Consumer Sciences* 105. No. 2: 44-49

Saad, Sawsan, Amal Dandashi, Jihad M. Aljaam & Moataz Saleh. 2014. The Multimedia-Based Learning System Improved Cognitive Skills and Motivation of Disabled Children with a Very High Rate. *Educational Technology & Society.* 18 (2): 366–379.

Sahin, M. (2010). Blended learning environment in vocational education. *Journal the International Conference on Virtual Learning ICVL* 2010, 244-252.

Sanders, M. 2009. STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*. 20-26.

Sanjaya, W. 2006. *Strategi Pembelajaran*. Jakarta: Kencana Prenada Media Group.

Santyasa, I. (2009). Teori pengembangan modul. Bali, Indonesia: Universitas Pendidikan Ganesha.

Saregar, A., Latifah, S., & Sari, M. 2016. Efektivitas Modul Pembelajaran cups:

Dampak Terhadap Kemampuan Berpikir Tingkat Tinggi Peserta Didik Madrasah Aliayaj Mathila Ul Anwar. *Jurnal Ilmiah Pendidikan IPA Al-BiRuNi*, *05*(2), 233–243. https://doi.org/10.24042/jpifalbiruni.v5i2.123

Sinaga, K. (2017). Penerapan flipped classroom pada matakuliah kimia dasar untuk meningkatkan self-regulated learning belajar mahasiswa. Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia. 11(2), 1932-1944.

Slameto. 2010. *Belajar dan Faktor yang mempengaruhinya*. Jakarta: Rineka Cipta.

Subramaniam, M.M., Ahn, J., Fleischmann, K. R., & Druin, A. 2012. Reimagining The Role Of School Libraries In STEM Education: Creating Hybrid Spaces For Exploration. *The Library Quarterly*, 82(2), 161-182.

Sudijono, A. 2011. *Pengantar Evaluasi Pendidikan*. Jakarta: Rajawali Pers.

Sugiono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kualititatif , Kuantitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.

Sukardi. 2012. *Metodologi Penelitian Pendidikan*. Jakarta: Bumi Aksara.

Sukmadinata, N.S. 2011. *Metode penelitian Pendidikan*. PT Remaja Rosdakarya. Bandung

Suwatra, W., Suyatna, A., & Rosidin, U. 2018. Development of Interactive E-Module for Global Warming to Grow of Critical Thinking Skills. *International Journal of Advanced Engineering, Management and Science*, 4(7), 543–549

Syukri. 2013. *Pendidikan STEM dalam Entrepreneurial Science Thingking "EsciT": Satu Pengongsiaan Pengalaman dari UKM untuk Aceh.* Prosiding Aceh Development International Conference 2013. Kuala Lumpur, Malaysia.

Schuler, S., Fanta, D., Rosenkraenzer, F., & Riess, W. 2017. Systems thinking within the scope of education for sustainable development (ESD) – a heuristic competence model as a basis for (science) teacher education. *Journalof Geography in Higher Education*, *8265*, 1– 13. Accsesed on Desember, 2019 from https://doi.org/10.1080/03098265.2017.1339 264

Wicaksono, A., Krismiyati, & Nikijuluw, G. (2015). Penerapan model pembelajaran flipped classroom dengan pendekatan projcet based learning untuk mata pelajaran

biologi kelas x. Didapat dari http://repository.uksw. edu /bitstream /123456789 /13302/2 /T1_ 702012607_Full%20text.pdf.

Widjaja, S. 2012.*Pengembangan Model Konseptual Rumah Belajar Lingkungan Hidup (Eco Learning Camp) sebagai Model Pendidikan Nilai*. Rangkuman Disertasi. Program Studi Pendidikan Umum Sekolah pascasarjana UPI

Wirawan, I. K. Y. A. P. 2017. "Pengembangan E-Modul Berbasis Problem Based Learning Untuk Mata Pelajaran IPA Siswa Kelas VII Semester Ganjil". Teknologi Pendidikan. (Vol: 8 No: 2 Tahun 2017).

Wiyanto, A. 2012. Panduan Karya Tulis Guru. Galangpress Publisher.

Wulandari, H. (2014). Pengaruh metode pembelajaran flipped classroom dan diskusi terhadap prestasi belajar akuntansi ditinjau dari kemandirian belajar siswa kelas x akuntansi SMK negeri di kabupaten klaten (Tesis Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia). Didapat dari https://digilib.uns. ac.id /dokumen/detail/40652/Pengaruh-MetodePembelajaran-Flipped-Classroom-Dan-Diskusi-terhadap-Prestasi-BelajarAkuntansi-Ditinjau-Dari-Kemandirian-Belajar-Siswa-Kelas-X-AkuntansiSmk-Negeri-Di-Kabupaten-Klaten.

Wulandari, J., Sunyono, & Diawati, C. 2018. Pengaruh isu sosiosaintifik meningkatkan literasi kimia dan motivasi materi larutan elektrolit dan nonelektrolit.Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran Kimia(JPPK),7(2),1-13.

Yuberti, & Saregar, A. 2017. *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika dan Sains*. Bandar Lampung: AURA CV. Anugrah Utama Raharja.