

**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *E-LEARNING* BERORIENTASI  
STEM PADA MATERI MEKANIKA UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

**(Tesis)**

**Oleh**

**NURUL CHIDAYATI  
NPM 1723022009**



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *E-LEARNING* BERORIENTASI  
STEM PADA MATERI MEKANIKA UNTUK MENINGKATKAN  
KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI**

**Oleh**

**Nurul Chidayati**

**Tesis**

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

**Pada**

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



**PROGRAM PASCASARJANA MAGISTER PENDIDIKAN FISIKA  
FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2021**

## ABSTRAK

### PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS *E-LEARNING* BERORIENTASI STEM PADA MATERI MEKANIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI

Oleh

**Nurul Chidayati**

Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan produk berupa modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika yang valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Metode penelitian yang digunakan adalah metode *Research and Development* dengan menggunakan model *Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation (ADDIE)* milik Dick & Carrey yang dimodifikasi oleh Branch (2009). Instrumen pengumpulan data menggunakan angket analisis kebutuhan, angket kepraktisan produk, dan angket keefektifan serta lembar validasi produk. Analisis data dilakukan dengan teknik analisis kuantitatif dan analisis deskriptif kualitatif. Produk yang telah valid kemudian diimplementasikan kepada siswa Kelas X TKRO 2 SMKS Karya Wiyata Punggur, setelah penggunaan maka dilakukan uji praktisan dan uji keefektifan. Hasil uji kepraktisan produk yang telah diberikan mendapatkan perolehan skor rata-rata dari uji kemenarikan sebesar 76,3% dengan kategori menarik, uji kemudahan sebesar 75,7% dengan kategori mudah dan uji kebermanfaatan sebesar 75,3% dengan kategori bermanfaat, maka produk dinyatakan praktis untuk digunakan. Selain itu, juga diperoleh hasil dari uji keefektifan produk yang menunjukkan nilai N-Gain sebesar 0,45 dengan kriteria sedang dan nilai uji *Paired Sample T* sebesar 0,000 ( $<0,05$ ) yang artinya ada perbedaan yang signifikan antara nilai rata-rata pretes dan postes setelah penggunaan produk. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka dapat disimpulkan bahwa penggunaan produk telah memenuhi kategori valid, praktis dan efektif sehingga produk layak untuk digunakan.

**Kata kunci:** STEM, Modul Berbasis *E-Learning*, Keterampilan Berpikir Tingkat Tinggi

## **ABSTRACT**

### **DEVELOPMENT OF STEM ORIENTED E-LEARNING BASED MODULES ON MECHANICS MATERIAL TO IMPROVE HIGH ORDER THINKING SKILL**

**By**

**Nurul Chidayati**

*This study aims to describe the product in the form of a STEM-oriented e-learning based module on valid, practical and effective mechanics material to improve students' higher order thinking skills. The research method used is the Research and Development method using the Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation (ADDIE) model belonging to Dick & Carrey modified by Branch (2009). The data collection instrument used a needs analysis questionnaire, a product practicality questionnaire, an effectiveness questionnaire and a product validation sheet. Data analysis was carried out using quantitative analysis techniques and qualitative descriptive analysis. The product that has been valid is then implemented for students of Class X TKRO 2 SMKS Karya Wiyata Punggur, after using it, a practical test and effectiveness test are carried out. The results of the practicality test of the product that have been given get an average score from the attractiveness test of 76.3% in the attractive category, the convenience test of 75.7% in the easy category and the usefulness test of 75.3% in the useful category, then the product is declared practical to use. In addition, the results of the product effectiveness test showed an N-Gain value of 0.45 with moderate criteria and a Paired Sample T test value of 0.000 ( $<0.05$ ), which means that there is a significant difference between the average pretest and posttest after using the product. Based on the research that has been done, it can be concluded that the use of the product has met the valid, practical and effective categories so that the product is feasible to use.*

*Keywords: STEM, E-Learning-Based Module, Higher Order Thinking Skills*

Judul Tesis : **PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS E-LEARNING BERORIENTASI STEM PADA MATERI MEKANIKA UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERFIKIR TINGKAT**

Nama Mahasiswa : *Nurul Chidayati*

NPM : 1723022009

Program Studi : Magister Pendidikan Fisika

Jurusan : Pendidikan MIPA

Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I,

**Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**  
NIP. 19631215 199102 1 001

Pembimbing II,

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

2. Mengetahui,

Ketua Jurusan  
Pendidikan MIPA

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

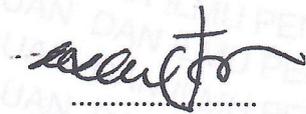
Ketua Program Studi  
Magister Pendidikan Fisika

**Dr. Kartini Herlina, M.Si.**  
NIP. 19650616 199102 2 001

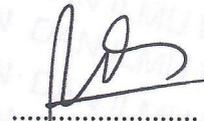
## MENGESAHKAN

### 1. Tim Penguji

Ketua : **Dr. I Wayan Distrik, M.Si.**



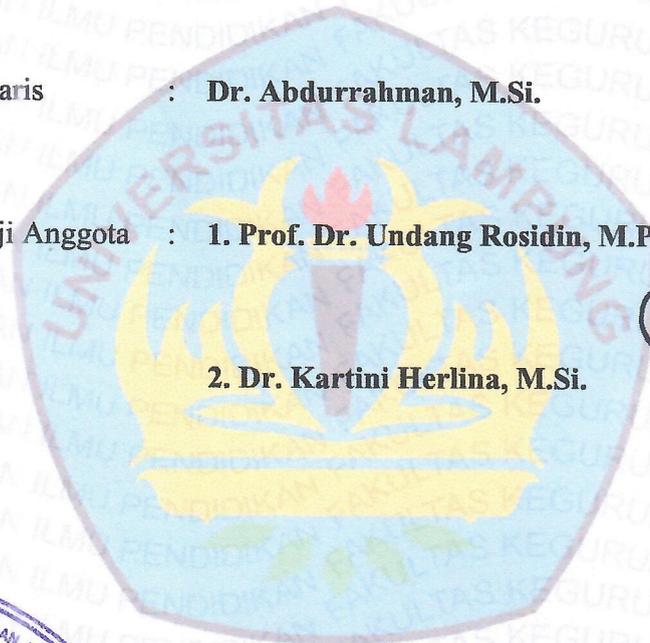
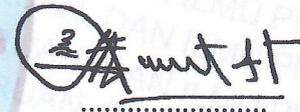
Sekretaris : **Dr. Abdurrahman, M.Si.**



Penguji Anggota : **1. Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd**



**2. Dr. Kartini Herlina, M.Si.**



**Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan**

**Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd.**  
**NIP 19620804 198905 1 001**

**3. Tanggal Lulus Ujian Tesis : 26 November 2021**

## SURAT PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa:

1. Tesis dengan judul "**PENGEMBANGAN MODUL BERBASIS E-LEARNING BERORIENTASI STEM UNTUK MENINGKATKAN KEMAMPUAN BERPIKIR TINGKAT TINGGI**" adalah karya saya sendiri dan saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan atas karya tulis lain dengan cara tidak etika ilmiah yang berlaku dalam masyarakat akademik atau disebut plagiatisme.
2. Hak intelektual atas karya ilmiah ini disertakan sepenuhnya kepada Universitas Lampung.

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

Bandar Lampung, 26 November 2021  
Yang Menyatakan,



Nurul Chidayati  
NPM 1723022009

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Desa Selorejo 52 A Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur, pada tanggal 24 Juli 1994, anak tunggal dari pasangan Bapak Sarmidi dan Ibu Atemi (Almh).

Penulis mengawali pendidikan formal di TK PKK Bumi Mas Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur yang diselesaikan tahun 1999. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan di SD Negeri 1 Bumi Mas Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur yang diselesaikan pada tahun 2006. Setelah itu melanjutkan di SMP Negeri 1 Batanghari Kecamatan Batanghari, Kabupaten Lampung Timur yang diselesaikan pada tahun 2009. Berikutnya melanjutkan ke MA Negeri 1 Metro (sekarang telah berubah nama menjadi MA Negeri 1 Lampung Timur) yang diselesaikan pada tahun 2012.

Pada tahun 2017, Penulis menyelesaikan pendidikan sarjana di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung. Penulis melanjutkan pendidikan Magister Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

## **MOTTO**

*“Bahagiakanlah orang tuamu terlebih dahulu,  
Sebelum engkau bahagiakan orang lain”*

*“Penyesalan tak akan pernah bisa merubah kembali apa yang  
telah terjadi, tetapi perjuangan memberikan  
arti bahwa jangan pernah menyesali apa  
yang telah terjadi dan tetaplah  
terus berjuang”*

*(Nurul Chidayati)*

## **PERSEMBAHAN**

Segala puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang selalu memberikan limpahan rahmat dan kasih sayang-Nya. Dengan kerendahan hati, penulis persembahkan karya terbaik saat ini sebagai tanda bakti dan bangga kepada:

1. Kedua orang tua tercinta, yaitu Bapak Sarmidi dan Ibu Atemi (almarhumah) yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendoakan, memberikan kasih sayang serta dukungan yang tak terhingga. Semoga Allah SWT selalu memberi kebahagiaan di dunia dan akhirat serta membalasnya dengan surga.
2. Nenek Sainah, Paman Suparlan dan Bulek Sukartini atas dukungan dan motivasinya yang selalu memberikan kasih sayangnya seperti anak sendiri.
3. Suami tercinta Zaenal Arifin yang telah sepenuh hati mendampingi disaat suka maupun duka.
4. Seluruh keluarga besar yang selalu menyayangi serta turut memberikan semangat dan doa dalam setiap langkahku.
5. Para Guru dan ustad yang telah mengajarkan banyak kebaikan, ilmu pengetahuan di dunia dan akhirat serta nasehat dengan penuh keikhlasan dan ketulusan.
6. Keluarga besar Magister Pendidikan Fisika Universitas Lampung terutama keluarga besar Magister Pendidikan Fisika angkatan 2017 atas dukungannya.
7. Para pendidik dan almamaterku tercinta, Universitas Lampung.

## SANWACANA

Segala puji hanya milik Tuhan Yang Maha Esa, karena atas berkat dan limpahan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan tesis sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Pendidikan Fisika di Universitas Lampung.

Pada kesempatan kali ini Penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Karomani, M.Si. selaku Rektor Universitas Lampung.
2. Bapak Prof. Dr. Patuan Raja, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung.
3. Bapak Prof. Dr. Ahmad Saudi, S.T., M.T. selaku Direktur Pascasarjana Universitas Lampung.
4. Bapak Prof. Dr. Undang Rosidin, M.Pd. selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA dan pembahas serta validator yang telah banyak memberikan masukan.
5. Ibu Dr. Kartini Herlina, M.Si., selaku Ketua Program Studi Magister Pendidikan Fisika dan pembahas yang telah memotivasi dan mengarahkan hingga tahap penyelesaian tesis.
6. Bapak Dr. I Wayan Distrik, M.Si. selaku Dosen Pembimbing I yang telah memotivasi, membimbing dan mengarahkan hingga tahap penyelesaian tesis.
7. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si. selaku Pembimbing II yang telah memotivasi, membimbing dan mengarahkan hingga tahap penyelesaian tesis.
8. Bapak Anggit Wicaksono, M.Si. dan Ibu Endah Nurmayanti, M.Pd. selaku validator yang telah banyak memberikan masukan dan saran.
9. Bapak dan Ibu Dosen serta Staf Magister Pendidikan Universitas Lampung.
10. Dewan guru serta siswa-siswi SMK Karya Wiyata Punggur, Lampung Tengah atas bantuan dan kerjasamanya.
11. Teman-teman seperjuangan Magister Pendidikan Fisika 2017 atas bantuan, dukungan, dan kerjasamanya.

12. Kakak tingkat dan adik tingkat di Program Studi Magister Pendidikan Fisika atas bantuan, dukungan, dan kerjasamanya.
13. Semua pihak yang telah membantu dalam menyelesaikan tesis ini.

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

Bandar Lampung, 26 November 2021

Penulis

Nurul Chidayati

## DAFTAR ISI

	Halaman
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	xv
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	xvi
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xvii
<b>I. PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Tujuan Penelitian .....	4
1.4 Manfaat Penelitian .....	4
1.5 Ruang Lingkup Penelitian.....	5
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Deskripsi dan Permasalahan Pembelajaran Materi Mekanika .....	7
2.2 <i>E-Learning</i> .....	8
2.3 <i>Sciences, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)</i> .....	11
2.4 <i>Higher Order Thinking Skills (HOTS)</i> .....	13
2.5 Berpikir Kritis .....	16
2.6 <i>WhatsApp</i> dalam Pembelajaran.....	19
2.7 Kerangka Pikir .....	20
<b>III. METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Metode dan Model Pengembangan .....	22
3.2 Produk yang Dihasilkan .....	29
3.3 Teknik Pengambilan Data .....	29
3.4 Teknik Analisis Data .....	30
<b>IV. HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Hasil Penelitian .....	34
4.2 Pembahasan .....	56
<b>V. KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	68
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1 Hubungan Taksonomi Bloom dan PISA.....	14
2.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis.....	17
2.3 Kemampuan PISA 2018 Indonesia dan Negara Pembanding.....	20
3.1 Kreteria Interpretasi Kelayakan.....	31
3.2 Skor Respon Peserta Didik .....	31
3.3 Kreteria Interpretasi Kemenarikan, Kemudahan dan Kebermanfaatan....	32
3.4 Interpretasi Perhitungan <i>Effect Size</i> .....	33
3.5 Kreteria Tingkat Ketuntasan .....	33
4.1 Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik.....	35
4.2 Hasil Analisis Kebutuhan Pendidik .....	37
4.3 Tahap Analisis Produk .....	38
4.4 <i>Storyboard</i> Modul Berbasis <i>E-Learning</i> .....	44
4.5 Saran Perbaikan .....	46
4.6 Hasil Uji Satu Lawan Satu .....	50
4.7 Penilaian Uji Kemenarikan .....	52
4.8 Penilaian Uji Kemudahan .....	52
4.9 Penilaian Uji Kebermanfaatan .....	53
4.10 Uji Normalitas pada Hasil Uji Keefektifan.....	54
4.11 Uji <i>Colerations Paired Sample T Test</i> .....	54
4.12 Uji <i>Paired Sample T Test</i> .....	55
4.13 Hasil Uji Kemenarikan Produk.....	61
4.14 Hasil Uji Kemudahan Produk .....	62
4.15 Hasil Uji Kebermanfaatan Produk .....	63
4.16 Data Hasil Uji Keefektifan Produk .....	65

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
3.1 Tahap-Tahap Model ADDIE .....	22
3.2 Diagram Flowchart Produk.....	28
4.1 Hasil Penilaian Validitas Produk .....	48
4.2 Tampilan Halaman Depan Modul Berbasis <i>E-Learning</i> .....	58
4.3 Daftar Isi Modul Berbasis <i>E-Learning</i> .....	58

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1a. Angket Analisis Kebutuhan Peserta Didik dan Guru .....	73
1b. Hasil Analisis Kebutuhan Peserta Didik dan Guru .....	78
2a. Lembar Validasi Produk.....	80
2b. Hasil Validitas Produk .....	89
3a. Angket Uji Satu Lawan Satu .....	91
3b. Hasil Uji Satu Lawan Satu .....	93
4. Silabus .....	94
5. RPP Hukum Newton .....	98
6.a Kisi-Kisi Soal Instrumen Penilaian Keterampilan Berpikir Kritis .....	99
6.b Kisi-Kisi Uji Keefektifan .....	103
7. Soal Uji Keefektifan.....	110
8.a Angket Uji Kepraktisan.....	118
8b. Hasil Uji Kepraktisan.....	121
9. Hasil Uji Keefektifan .....	123
10. Surat Izin Penelitian .....	124

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Perubahan zaman di berbagai belahan dunia kini memasuki era revolusi industri 5.0 atau revolusi society 5.0 di mana semua teknologi adalah bagian dari manusia itu sendiri (Sabri, 2019) (Yuspita et al., 2020). Revolusi industri 5.0 ini menekankan pada kesiapan untuk lebih berpikir kritis dan mengembangkan kreativitas. Hal ini menjadikan tantangan bagi Pendidik dalam berbagai jenjang pendidikan untuk menyiapkan anak didiknya memiliki lulusan yang berkualitas, mampu bersaing secara global, dan menguasai perkembangan teknologi merupakan hal yang penting untuk membangun masa depan suatu negara (Kanematsu & Barry, 2016). Dukungan dan peran pendidik sangat penting untuk mewujudkan lulusan yang berkualitas demi meningkatkan sumber daya manusia di Indonesia di tengah persaingan global. Hal ini sejalan dengan Cintamulya (2012) yang menyatakan bahwa manusia pada abad 21 harus kritis dan kreatif mampu menciptakan solusi baru untuk permasalahan lama, menemukan prinsip baru dan penemuan baru, menciptakan cara baru untuk mengkomunikasikan gagasan baru, menemukan cara kreatif untuk mengatur proses kompleks.

Kreatifitas untuk menyelesaikan permasalahan dan menciptakan cara dapat dilakukan dengan adanya sumber daya manusia yang memadai. Sumber daya manusia dapat dibina utamanya melalui sektor pendidikan. Ungkapan ini sejalan dengan pandangan Setyoningrum et al. (2020) yang mengungkapkan bahwa sumber daya manusia dapat dibina utamanya melalui sektor pendidikan, baik pendidikan dasar, menengah atas maupun lanjutan. Perbaikan dan peningkatan peluang sekolah merupakan salah satu strategi yang seharusnya dilakukan untuk meningkatkan kualitas sumber daya manusia.

Peningkatan kebutuhan kualifikasi sumber daya manusia pada abad 21 dilakukan dengan cara tenaga kerja dengan kemampuan sains dan *engineering* sangat

diperlukan. Bagi seorang Pendidik pengelolaan kemampuan peserta didik harus benar-benar dikembangkan sebab pendidikan pada abad 21 perlu mengintegrasikan antara kecakapan pengetahuan, keterampilan, sikap dan penguasaan terhadap teknologi. *High Thinking Order Skill* (HOTS) menjadi salah satu kecakapan yang dibutuhkan pada abad ke-21 dalam mempersiapkan peserta didik dalam menghadapi tantangan global. Pembelajaran pada abad ke 21 menuntut adanya empat hal yang harus dimiliki, yaitu *critical thinking skill, creativity, communication and collaboration*. Hal ini senada dengan ungkapan Redhan (2019) yang menyatakan bahwa selain keempat keterampilan tersebut, hal penting yang harus dikuasai pada abad 21 adalah peserta didik harus mampu menguasai literasi teknologi, informasi dan komunikasi.

Adanya penekanan dalam pembelajaran tentu memiliki tujuan yaitu menghasilkan sumber daya manusia yang berkualitas untuk menjawab tuntutan dan kebutuhan dimasa depan. Sumber daya manusia yang berkualitas dapat diperoleh dengan pendidikan yang memadai, salah satu caranya adalah pendidik menyiapkan bahan ajar mandiri yang mudah dipahami dan mampu melatih peserta didik untuk berpikir kritis. Hal ini sesuai dengan tuntutan kurikulum 2013 dan pembelajaran abad 21.

Proses pembelajaran yang dilakukan di jenjang sekolah kejuruan, Pendidik masih sering menggunakan model pembelajaran konvensional (Rahayu et al., 2018) dan sebagian kecil yang melatih kemampuan berpikir tingkat tinggi kepada peserta didik. Pembelajaran fisika di jenjang sekolah kejuruan merupakan kompetensi yang diharapkan mendukung dan menjadi fondasi pada mata pelajaran kejuruan sehingga memudahkan peserta didik untuk menerapkan konsep-konsep fisika pada bidang teknologi (pelajaran produktif) (Badaun et al., 2020), (Rahayu et al., 2018). Tentu para pendidik harus membantu peserta didik untuk melatih kemampuan berpikirnya khususnya pada aspek kemampuan berpikir kritis agar konsep fisika dapat mereka terapkan pada pelajaran produktif. Namun, di lapangan masih banyak pendidik yang terbiasa membelajarkan mata pelajaran fisika menggunakan bahan ajar yang dibeli dipasaran dengan desainnya yang

tidak berdasarkan karakteristik peserta didik dan bahan ajar, sehingga mereka merasa belajar fisika tidak menarik, sukar, membosankan dan menakutkan (Badaun et al., 2020).

Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan terdapat 92,6% peserta didik mengalami kesulitan dalam pelajaran fisika. Hal tersebut sejalan dengan penelitian Handhika et al. (2015) dan Azizah et al. (2015) yang menyatakan bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami oleh peserta didik. Hal ini disebabkan dalam pembelajaran fisika, peserta didik harus memahami intuisi bahasa untuk membangun konsepsi kemudian dilakukan representasi menggunakan ilustrasi gambar sesuai dengan deskripsi pernyataan. Tidak hanya itu saja yang harus dipahami dalam fisika melainkan simbol yang digunakan harus dipahami sebab beberapa simbol dalam fisika yang sama namun arti/maknanya berbeda dan penguasaan pemahaman terhadap matematika juga menjadi pondasi yang tidak dapat dipisahkan.

Penggunaan pendekatan STEM di dalam modul berbasis *e-learning* tentu akan memberikan peserta didik pemahaman untuk dapat memecahkan suatu permasalahan sebab memiliki empat aspek yang penting yaitu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. Jika peserta didik menemukan suatu permasalahan maka ia akan mampu menganalisis, merefleksi, menyusun, menciptakan, memberikan argumen (alasan), dan menerapkan konsep pada situasi yang berbeda. Kemampuan itulah yang dinamakan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Kemampuan berpikir tingkat tinggi termasuk kemampuan untuk memecahkan masalah, keterampilan berpikir kritis, berpikir kreatif, kemampuan berargumen, dan kemampuan mengambil keputusan (Widana, 2017). Keterkaitan pendekatan STEM memberikan kemampuan kepada peserta didik untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi sesuai dengan pembelajaran abad 21.

Hasil analisis kemampuan peserta didik di jenjang sekolah kejuruan dalam berpikir masih rendah (Fitriazizah dan Mayasari, 2018). Hal ini senada dengan

Aditia et al. (2019) yang menjelaskan bahwa peserta didik di sekolah kejuruan dalam berpikir kritisnya masih sangat rendah, mereka masih belum dapat menemukan suatu masalah, menganalisis suatu masalah serta berargumentasi terhadap suatu permasalahan. Oleh karena itu, peneliti mengembangkan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Pembelajaran modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM ini memberikan sajian yang dibutuhkan peserta didik yang dapat digunakan sesuai kebutuhan mereka untuk menangani permasalahan yang dihadapi peserta didik dalam membelajarkan fisika.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah, maka rumusan masalah dalam penelitian pengembangan ini adalah:

1. Bagaimana modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika yang valid untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi?
2. Bagaimana kepraktisan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi?
3. Bagaimana keefektifan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah, maka tujuan penelitian pengembangan ini adalah:

1. Mendeskripsikan kevalidan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika yang valid untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.
2. Mendeskripsikan kepraktisan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada peserta didikpeserta didik.

3. Mendeskripsikan keefektifan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada peserta didikpeserta didik.

#### **1.4 Manfaat Penelitian**

Penelitian ini dapat memberikan manfaat antara lain:

1. Bagi Peserta Didik

Memberikan ketersediaannya tambahan sumber belajar yang bervariasi sehingga dapat memotivasi peserta didik agar belajar secara mandiri, kreatif, dan efektif dalam memahami penguasaan konsep. Selain itu, memberikan kemudahan kepada peserta didik untuk belajar kapan dan dimana saja.

2. Bagi Pendidik

Memberikan referensi kepada pendidik untuk memanfaatkan teknologi yang telah berkembang sesuai tuntutan zaman. Hal ini bertujuan agar pembelajaran yang berlangsung tidak membosankan serta dapat meningkatkan daya tarik dan efektivitas peserta didik dalam belajar.

3. Bagi peneliti

Penelitian ini memberikan pengalaman dalam pengembangan produk sebagai sumber pembelajaran yang bervariasi. Selain itu, memberikan pengalaman dalam keterampilan meneliti dan memberikan wawasan ilmu pengetahuan terutama pada materi yang dikaji.

#### **1.5 Ruang Lingkup Penelitian**

Pada ruang lingkup penelitian difungsikan untuk menghindari berbagai macam perbedaan penafsiran tentang penelitian pengembangan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka diberikan batasan sebagai berikut:

1. Pengembangan adalah proses yang dilakukan untuk merealisasikan produk dalam setiap tahapan sesuai dengan prosedur guna mempertimbangkan kevalidan, kepraktisan, dan keefektifan produk bagi penggunaanya.

2. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (STEM) merupakan pendekatan pembelajaran yang menghubungkan empat bidang yaitu sains, teknologi, rekayasa, dan matematika menjadi satu kesatuan yang holistik (Roberts, 2012).
3. *High Thinking Order Skill* (HOTS) menjadi salah satu kecakapan yang dibutuhkan pada abad 21, yaitu *critical thinking skill, creativity, communication and collaboration*. Pada pengembangan produk, produk yang disajikan mengarahkan pada *critical thinking skill*.
4. Bahan ajar yang dikembangkan dalam penelitian ini adalah modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.
5. Produk pengembangan penelitian akan disajikan modul dalam bentuk pdf dan diberikan melalui media aplikasi *WhatsApp* menggunakan fitur *WhatsApp Group* dengan mengkolaborasikan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM, video, ilustrasi gambar, contoh soal dan soal latihan.
6. Materi mekanika yang disajikan adalah materi Hukum Newton dan penerapannya. Materi ini merupakan materi dasar yang akan diterapkan pada materi selanjutnya seperti pada materi usaha dan energi, kesetimbangan benda tegar, dinamika rotasi dan masih banyak lagi. Jika materi dasarnya peserta didik tidak dapat memahami maka akan mengganggu pemahaman pada materi yang lainnya dan dikhawatirkan akan terjadi miskonsepsi.
7. Materi disajikan untuk peserta didik di SMK Karya Wiyata Punggur pada kelas jurusan Teknik Kendaraan Ringan Otomotif (TKRO) kelas X TKRO 2 yang disesuaikan dengan standar isi pada kurikulum 2013 untuk membantu peserta didik menumbuhkan kemampuan berpikir tingkat tinggi dalam pembelajaran fisika.
8. Pengujian produk dilakukan oleh tiga validator ahli dengan cakupan berupa uji ahli isi/materi dan uji ahli konstruk.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Deskripsi dan Permasalahan Pembelajaran Materi Mekanika

Fisika merupakan salah satu mata pelajaran dari sains yang perlu adanya pemahaman tingkat tinggi. Mata pelajaran fisika dianggap sulit oleh kebanyakan peserta didik (Azizah et al., 2015). Senada dengan hasil observasi yang telah dilakukan Peneliti, yaitu sebesar 92,6% peserta didik mengalami kesulitan dalam mata pelajaran fisika. Hal ini sejalan dengan Handhika et al. (2015) dan Arista et al. (2013) yang menyatakan bahwa fisika merupakan mata pelajaran yang sulit dipahami oleh peserta didik karena dalam pembelajaran fisika peserta didik harus memahami intuisi bahasa untuk membangun konsepsi kemudian dilakukan representasi menggunakan ilustrasi gambar sesuai dengan deskripsi pernyataan.

Selain itu, peserta didik harus memahami banyak simbol maupun lambang yang ada dalam materi fisika karena setiap simbol dan lambang memiliki arti/makna yang berbeda. Pernyataan tersebut senada dengan Handhika et al. (2016) yang menyatakan lima alasan mengapa konsep fisika sulit dipelajari adalah (1) konsep yang abstrak, (2) sistem yang kompleks, (3) pengalaman/pengetahuan awal peserta didik sangat terbatas, dan (4) pemahaman pada simbol hingga, (5) miskonsepsi yang terjadi pada peserta didik. Tidak hanya itu saja, peserta didik harus menguasai teori matematika sebab matematika adalah bahasa yang harus dimengerti dalam fisika.

Mekanika merupakan konsep fisika yang membahas tentang kinematika dan dinamika gerak. Kinematika dan dinamika gerak adalah bagian dari ilmu fisika yang mempelajari tentang gerak dan gaya yang menyebabkan penyebab dari gerak. Konsep gaya dan gerak yang dipelajari melalui Hukum Newton sangat penting untuk dipelajari karena merupakan dasar dari ilmu fisika lain seperti usaha dan energi Handhika et al. (2015). Oleh karena itu, mekanika merupakan materi dasar yang harus dipahami konsep materi secara mendalam agar bisa memahami materi selanjutnya.

Namun kenyataannya, masih banyak sekali terjadi miskonsepsi pada materi mekanika. Setyani et al. (2016) menjelaskan bahwa rata-rata peserta didik menjawab soal multirepresentasi dengan persentase kesalahan pada materi Kinematika sebesar 98%, Hukum I Newton sebesar 96%, Hukum II Newton sebesar 78%, Hukum III Newton sebesar 94% dari persentase jawaban verbal, grafik dan gambar. Hal ini disebabkan karena mereka hanya paham sebagai konsep dan tidak memahami intuisi bahasanya untuk membangun konsepsi yang direpresentasikan menggunakan ilustrasi gambar yang sesuai agar tidak ada miskonsepsi. Oleh karena itu, materi dalam pengembangan yang telah Peneliti lakukan adalah materi mekanika kelas X yang berupa Hukum Newton dan penerapannya sebab materi ini adalah materi dasar yang perlu dipahami sehingga materi selanjutnya akan menjadi lebih mudah karena bersinambungan.

Permasalahan lainnya adalah buku pegangan yang digunakan peserta didik tidak ada. Buku pegangan yang disiapkan oleh sekolah hanya buku cetak dan hanya dapat digunakan di dalam kelas saja, tidak dapat dibawa pulang karena buku cetak fisika tidak memadai apabila dibawa oleh semua peserta didik kelas X untuk belajar di rumah dimasa pandemi Covid-19. Tidak semua peserta didik memiliki buku tambahan ataupun referensi buku pegangan lain. Hanya 36,1% peserta didik yang memiliki buku paket tambahan sebagai sumber belajar. Peserta didik yang lain hanya mengandalkan materi yang disampaikan oleh pendidik saja. Hal ini sejalan dengan penelitian Mulyana et al. (2018) yang menyatakan pendidik jarang menyisipkan penerapan teknologi dan rekayasa sebagai penggunaan konsep fisika dalam pembelajaran. Menurut peserta didik, Pendidik hanya menjelaskan prinsip/hukum fisika dan model-model matematika. Hal ini yang menyebabkan mereka cenderung kurang menguasai konsep.

## **2.2 E-Learning**

Kemajuan teknologi telah berkembang pesat di seluruh dunia. Adanya perkembangan teknologi memberikan kemudahan dalam pendidikan baik dalam membantu Pendidik menyampaikan materi pembelajaran menggunakan media pembelajaran yang bervariasi, maka akan memicu kreativitas, dan pengolahan nilai peserta didik. Hal ini sejalan dengan ungkapan Yuliati (2017) yang

menyatakan bahwa diperlukan cara pembelajaran yang dapat menyiapkan peserta didik untuk memiliki kompetensi yang baik dan memahami sains serta teknologi, mampu berpikir logis, kritis, kreatif, berargumentasi secara benar, dapat berkomunikasi serta berkolaborasi. Adanya penggunaan teknologi di dunia pendidikan tentu memberikan keuntungan yang baik untuk peserta didik dan Pendidik. Pendidik dan peserta didik dapat mengakses sumber materi pembelajaran, soal-soal, ilustrasi gambar maupun video pembelajaran menggunakan jejaring internet yang dimiliki.

Salah satu pemanfaatan teknologi untuk pembelajaran, yaitu penggunaan *e-learning*. *E-learning* adalah teknologi informasi dan komunikasi untuk mengaktifkan peserta didik agar dapat belajar kapan saja dan dimana saja (Dahiya et al., 2012). Tentu dalam pemilihan pembelajaran *e-learning* perlu adanya sebuah rancangan. Merancang *e-learning* menurut Andiyanto (2021) setidaknya memiliki tiga kriteria, yaitu sederhana, personal dan cepat. Sederhana berarti peserta didik mengenal dan memiliki jenis aplikasi yang digunakan. Personal berarti ada interaksi selayaknya suasana di dalam kelas. Cepat berarti layanan yang ditunjang dengan kecepatan memberikan respon terhadap keluhan dan kebutuhan peserta didik lainnya.

Rusli et al. (2020) menyebutkan bahwa terdapat tiga fungsi *e-learning* terhadap kegiatan pembelajaran di dalam kelas (*classroom instruction*), yaitu sebagai suplemen yang sifatnya pilihan, komplemen, dan substitusi. Selain itu, *e-learning* memiliki beberapa manfaat dalam proses pembelajaran menurut Elyas (2018), yaitu :

#### 2.1.1 Fleksibilitas

Jika pembelajaran konvensional yang dilakukan di dalam kelas mengharuskan peserta didik untuk hadir sesuai dengan jadwal, maka *e-learning* memberikan fleksibilitas dalam memilih waktu dan tempat untuk mengakses pelajaran.

#### 2.1.2 *Independent Learning*

*E-learning* juga memberikan kesempatan bagi peserta didik dalam memegang

kendali atas kebebasan untuk menentukan kapan akan mulai, kapan akan menyelesaikan, dan dimana saja mereka mengaksesnya.

### 2.1.3 Biaya

Banyak biaya yang bisa dihemat dari cara pembelajaran dengan *e-learning*, yaitu menghemat biaya transportasi ke tempat belajar, biaya administrasi pengelolaan, penyediaan sarana dan fasilitas fisik untuk belajar.

Hal ini sejalan dengan observasi yang telah Peneliti lakukan, yaitu 91,7% peserta didik menggunakan jejaring internet. Selain itu, hasil studi pendahuluan juga menunjukkan bahwa peserta didik menginginkan modul yang dapat diakses di kelas, di rumah atau dimana saja sebesar 85,2%. Modul yang seperti itu mengarah pada pemanfaatan teknologi yang dapat diakses dimana saja dan kapan saja tanpa ada batas waktu yang ditentukan, yaitu modul berbasis *e-learning*. Oleh karena itu, Peneliti memanfaatkan teknologi yang telah berkembang untuk membantu peserta didik dalam proses belajar dengan mengembangkan modul berbasis *e-learning*.

Modul yang dikembangkan tentu didesain semenarik mungkin untuk menarik minat belajar peserta didik seperti terdapat materi yang dipaparkan secara lugas agar mudah dipahami, link atau video yang bisa diakses sesuai dengan materi bahasan, latihan soal untuk mengetahui sejauh mana peserta didik memahami, dan terdapat ilustrasi gambar yang berkaitan dengan materi serta uji kemampuan yang hanya dapat diakses sekali sesuai dengan intruksi pada modul. Pengembangan modul berbasis *e-learning* dijadikan sebagai bahan ajar yang membantu peserta didik belajar. Hal ini sejalan dengan ungkapan Rusman et al. (2012); Laili et al. (2019); Matsun & Saputri (2020) menyatakan bahwa pembelajaran yang memanfaatkan TIK memberikan motivasi kepada peserta didik sehingga proses pembelajaran dapat lebih optimal, menarik, dan mendorong mereka untuk terampil dalam mengembangkan kemampuan belajar secara mandiri, yaitu modul berbasis *e-learning*. Hal ini dikarenakan modul berbasis *e-learning* dapat dikatakan efektif apabila memberikan dampak yang baik terhadap hasil belajar peserta didik (Laili et al., 2019).

### 2.3 *Sciences, Technology, Engineering, Mathematics (STEM)*

Karir di bidang teknologi komunikasi dan informatika pada satu dekade mendatang diperkirakan meningkat dibandingkan karir bidang lainnya. Namun saat ini masih terjadi kesenjangan antara keterampilan pencari kerja dengan kompetensi yang dibutuhkan pasar. Hal ini telah dipaparkan oleh Jauhariyyah et al. (2017) bahwa SDM Indonesia sebesar 47% didominasi mereka yang hanya mengenyam pendidikan sekolah dasar, kondisi ini sangat rawan mengingat Indonesia telah tergabung dalam pasar bebas ASEAN. Perlu adanya reformasi di bidang pendidikan yang dapat meningkatkan SDM (Sumber Daya Manusia) di era teknologi dan informasi ini, salah satunya pembelajaran yang mengarah pada pembelajaran abad 21 adalah pembelajaran *Science, Technology, Engineering, and Mathematics (STEM)*. Pangesti et al. (2017) menambahkan pula bahwa pembelajaran yang dikaitkan dengan aspek-aspek STEM memberikan peluang kepada peserta didik untuk memahami konsep fisika yang dipadukan dengan teknologi, *engineering*, dan matematika melalui aktivitas diskusi, praktikum, dan pembuatan proyek.

Pendekatan STEM merupakan kegiatan pembelajaran yang meliputi berbagai aspek di bidang *science, technology, engineering, and mathematics*. Pada pendekatan STEM memberikan penekanan dalam aspek proses pembelajarannya (Sunarno, 2018). Sunarno (2018) juga kembali menerangkan bahwa pendekatan STEM memberikan penekanan dalam aspek proses pembelajarannya. Jelasnya lebih lanjut tentang strateginya, yaitu (1) mengajukan pertanyaan dan mendefinisikan masalah; (2) mengembangkan dan menggunakan model dan merencanakan melakukan melakukan investigasi; (3) menganalisis dan menafsirkan data dengan menggunakan matematika; teknologi informasi dan komputer; dan berpikir komputasi; (4) membangun eksplanasi dan merancang solusi dan terlibat dalam argumen berdasarkan bukti; (5) menyimpulkan, mengevaluasi, dan mengkomunikasikan.

Berdasarkan hasil penelitian Widayanti et al. (2019) mengenai analisis persepsi pendidik dan peserta didik menyatakan bahwa perlu ada rencana yang terstruktur

dalam pembuatan buku pegangan bagi peserta didik yang memadupadankan antara sains, teknologi, teknik dan matematika. Adanya persepsi tersebut memberikan gambaran rancangan akan bagaimana pembelajaran STEM akan digunakan dalam pembelajaran fisika khususnya. Hal ini diungkapkan oleh Abdurrahman et al. (2019) bahwa untuk merancang dan memvalidasi desain strategi pembelajaran STEM secara sistematis dapat membimbing para instruktur atau perancang dalam menciptakan kegiatan belajar peserta didik yang tepat dan berorientasi pada keterampilan abad 21.

Adanya rancangan dalam menciptakan kegiatan belajar peserta didik yang tepat sesuai dengan keterampilan abad 21 didukung dengan kurikulum 2013 yang dimiliki di Indonesia. Rancangan dari pembelajaran STEM yang telah dimunculkan oleh perancang tersebut kemudian direalisasikan sesuai dengan rancangan yang telah dibuat. Hal ini senada dengan penelitian Abdurrahman (2019) yang menyatakan bahwa terdapat pengembangan akan pembelajaran STEM memberikan kemajuan dan refleksi yang dilakukan pendidik dalam membelajarkan peserta didik. Selain itu, adanya pengembangan pembelajaran STEM memberikan wawasan terhadap pendidik tentang pembelajaran dan pengembangan pribadi sebagai pendidik akan keterampilan dan pengetahuan dari bidang sains, teknologi, teknik, dan matematika untuk merancang, membuat, membangun, dan mengkritik suatu produk dalam pembelajaran.

Hasil penelitian dari implementasi pengembangan pembelajaran STEM mengungkap bahwa penerapan STEM dapat meningkatkan prestasi akademik dan non-akademik peserta didik (Permanasari, 2016). Oleh sebab itu, penerapan STEM yang awalnya hanya bertujuan untuk meningkatkan minat peserta didik terhadap bidang STEM menjadi lebih luas. Keadaan ini muncul karena setelah diterapkan dalam pembelajaran, ternyata STEM mampu meningkatkan penguasaan pengetahuan, mengaplikasikan pengetahuan untuk memecahkan masalah, serta mendorong peserta didik untuk mencipta sesuatu yang baru. Penerapan STEM dapat didukung oleh berbagai metode pembelajaran. STEM yang bersifat integratif memungkinkan berbagai metode pembelajaran dapat digunakan untuk

mendukung penerapannya. Hal ini telah dijelaskan pula oleh Pernamasari (2016). Hal ini senada dengan Mulyani (2019) yang menyatakan peningkatan pembelajaran berbasis STEM akan membentuk karakter peserta didik yang mampu mengenali sebuah konsep atau pengetahuan (*science*) dan menerapkan pengetahuan tersebut dengan keterampilan (*technology*) yang dikuasainya untuk menciptakan atau merancang suatu cara (*engineering*) dengan analisa dan berdasarkan perhitungan data matematis (*math*) dalam rangka memperoleh solusi atas penyelesaian sebuah masalah sehingga pekerjaan manusia menjadi lebih mudah.

#### **2.4 Higher Order Thinking Skills (HOTS)**

*Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menjadi istilah yang umum digunakan pada era pendidikan abad 21 karena dianggap sebagai salah satu *skills* abad 21. *Higher Order Thinking Skills* (HOTS) menurut Ramli (2015) adalah keahlian yang meliputi kemampuan seseorang untuk berpikir secara kritis, logis, reflektif, metakognitif, dan kreatif. Senada dengan Wardana (2010) bahwa kemampuan berpikir tingkat tinggi adalah proses berpikir yang melibatkan aktivitas mental dalam usaha mengeksplorasi pengalaman yang kompleks, reflektif, dan kreatif yang dilakukan secara sadar untuk mencapai tujuan, yaitu memperoleh pengetahuan yang meliputi tingkat berpikir analitis, sintesis, dan evaluatif. Hal ini diperkuat dengan enam poin penting dalam kurikulum 2013 revisi yang saling berhubungan antara KI dan KD yang saling bersinambungan dengan metode pembelajaran aktif untuk mencapai teori Mengamati, Menanya, Mencoba, Menalar, dan Mengkomunikasikan (5M).

PISA merupakan studi internasional untuk menguji kemampuan peserta didik berkaitan dengan kapasitas peserta didik untuk menganalisis, menalar, dan mengkomunikasikan pendapat secara efektif ketika merumuskan, menyelesaikan, dan menafsirkan sebuah masalah dalam berbagai situasi. Selain itu, PISA juga bertujuan untuk memberikan penalaran dan penggunaan konsep, fakta dan alat untuk mendeskripsikan, menjelaskan dan memprediksi suatu kejadian. PISA juga

menetapkan sebuah tingkat dasar kemampuan, yaitu skala 6 sebagai level tinggi dan 1 sebagai level rendah (Dinni, 2018).

Adanya penetapan tingkat dasar kemampuan, diharapkan peserta didik dapat mengembangkan diri dalam berpikir saat pembelajaran fisika. Selain itu, peserta didik dituntut tidak hanya memiliki kemampuan berpikir tingkat rendah (*lower order thinking*), tetapi sampai pada kemampuan berpikir tingkat tinggi (*higher order thinking*). Telah dijelaskan sebelumnya mengenai *high order thinking skills*, menurut taksonomi bloom, level kemampuan berpikir tingkat tinggi terletak pada level menganalisis (C4), mengevaluasi (C5), dan mencipta (C6). Berdasarkan level kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka taksonomi Bloom dan PISA dapat digolongkan seperti pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1 Hubungan Taksonomi Bloom dengan PISA

Taksonomi Bloom	PISA	Level
C6 Kemampuan memadukan unsur-unsur menjadi sesuatu bentuk baru yang utuh dan luas, atau membuat sesuatu yang orisinal.	Level 6 Peserta didik menggunakan penalarannya dalam menyelesaikan masalah matematis, dapat membuat generalisasi, merumuskan serta mengkomunikasikan hasil temuannya.	
C5 Kemampuan menetapkan derajat sesuatu berdasarkan norma, kriteria atau patokan tertentu.	Level 5 Peserta didik dapat bekerja dengan model untuk situasi yang kompleks serta dapat menyelesaikan masalah yang rumit.	<b>Higher Order Thinking Skill (HOTS)</b>
C4 Kemampuan memisahkan konsep ke dalam beberapa komponen dan menghubungkan satu sama lain untuk memperoleh pemahaman atas konsep secara utuh.	Level 4 Peserta didik dapat bekerja secara efektif dengan model dan dapat memilih serta mengintegrasikan representasi yang berbeda, kemudian menghubungkannya dengan dunia nyata.	

Berdasarkan Tabel 2.1 dapat diketahui bahwa taksonomi bloom dan PISA menetapkan sebuah tingkat dasar kemampuan untuk peserta didik miliki. Pada level *High Order Thinking Skills* menurut Dinni (2018) terjadi ketika peserta didik terlibat dengan apa yang mereka ketahui sedemikian rupa untu mengubahnya, artinya peserta didik mampu mengubah atau mengkreasi pengetahuan yang mereka ketahui dan menghasilkan sesuatu yang baru. Selain itu, menurut Brookhart (2010) kemampuan berpikir tingkat tinggi (HOTS) adalah (1) berpikir tingkat tinggi berada pada bagian atas taksonomi kognitif Bloom, (2) tujuan

pengajaran dibalik taksonomi kognitif yang dapat membekali peserta didik untuk melakukan transfer pengetahuan, (3) mampu berpikir artinya peserta didik mampu menerapkan pengetahuan dan keterampilan yang mereka kembangkan selama belajar pada konteks yang baru.

Kemampuan berpikir tingkat tinggi disebutkan oleh Nisa et al. (2018) bahwa HOTS terdiri dari pemikiran logis, pemikiran kritis dan kemampuan penalaran yang merupakan kemampuan dasar dalam sehari-hari, terlepas dari prestasi akademisnya. Berpikir sangat dibutuhkan dalam kehidupan manusia, hal ini bertujuan untuk dapat berpikir lebih baik sebelum bertindak dalam memecahkan berbagai permasalahan yang kompleks dalam kehidupan. Melalui berpikir kritis peserta didik akan memperoleh pemahaman yang utuh mengenai konsep yang sedang dipelajari dan dapat memecahkan permasalahan sesuai dengan pemahamannya.

Keterampilan berpikir dalam pembelajaran fisika tentang konteks masalah lingkungan hakikatnya berhubungan langsung dengan kemampuan berpikir kritis. Pendidik dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis dengan mengidentifikasi tingkat berpikir peserta didik dalam menghadapi masalah sesuai dengan pembelajaran yang didapatkan. Selain itu, kemampuan berpikir kritis menurut Rachmadtullah (2015) dapat membantu peserta didik dalam meningkatkan hasil belajar melalui berpikir kritis mereka dapat memahami materi yang dipelajari dengan mengevaluasi secara kritis pemecahan masalah dalam pembelajaran. Jadi berpikir kritis dalam pembelajaran merupakan kompetensi yang akan dicapai sebagai alat yang diperlukan dalam mengkonstruksi pengetahuan sehingga peserta didik yang memiliki pengetahuan tingkat tinggi maka dapat meningkatkan hasil belajarnya.

Pada penyusunan soal-soal HOTS umumnya menggunakan stimulus. Stimulus merupakan dasar untuk membuat pertanyaan. Di dalam konteks HOTS, stimulus yang disajikan hendaknya bersifat kontekstual dan menarik. Stimulus dapat bersumber dari isu-isu global seperti masalah teknologi informasi, sains, ekonomi,

kesehatan, pendidikan, dan infrastruktur. Stimulus juga dapat diangkat dari permasalahan-permasalahan yang ada di lingkungan sekitar. Kreativitas seorang pendidik sangat mempengaruhi kualitas dan variasi stimulus yang digunakan dalam penulisan soal HOTS.

Oleh karena itu dalam penulisan soal HOTS, dibutuhkan penguasaan materi ajar, keterampilan dalam menulis soal (kontruksi soal), dan kreativitas pendidik dalam memilih stimulus soal sesuai dengan situasi dan kondisi daerah di sekitar satuan pendidikan. Berikut dipaparkan langkah-langkah penyusunan soal-soal HOTS yang telah dipaparkan oleh Widana (2017):

1. Menganalisis KD yang dapat dibuat soal-soal HOTS
2. Menyusun kisi-kisi soal
3. Memilih stimulus yang menarik dan kontekstual
4. Menulis butir pertanyaan sesuai dengan kisi-kisi soal
5. Membuat pedoman penskoran (rubrik) atau kunci jawaban

## **2.5 Berpikir Kritis**

Abad ke-21 telah memperlihatkan bahwa teknologi dan informasi kini memberikan dampak pada setiap aspek kehidupan khususnya dalam dunia pendidikan. Oleh karena itu, peserta didik membutuhkan keterampilan abad ke-21, yaitu *critical thinking* (berpikir kritis), *collaboration* (kolaborasi), *creativity* (kreatifitas), dan *communication* (komunikasi) atau biasa dikenal dengan istilah 4C (Sari & Trisnawati, 2019).

Salah satu kemampuan abad 21 yang harus dikuasai, yaitu *critical thinking skill* (keterampilan berpikir kritis). Keterampilan berpikir kritis merupakan cara peserta didik membuat pertimbangan dan keputusan meliputi (1) menganalisis dan mengevaluasi bukti, argumen, klaim, dan keyakinan secara efektif, (2) menganalisis dan mengevaluasi pandangan alternatif, (3) mensintesis dan membuat hubungan antara informasi dan argumen, (4) menginterpretasi informasi dan menarik simpulan yang didasarkan atas analisis terbaik, dan (5) melakukan refleksi secara kritis pada proses dan pengalaman belajar (Redhana, 2019).

Adanya keterampilan berpikir kritis, peserta didik akan mampu berpikir secara rasional dan logis dalam menerima informasi dan sistematis dalam memecahkan permasalahan.

Pendidik perlu melatih keterampilan berpikir kritis agar peserta didik mendapatkan kesempatan untuk berperan aktif dengan memberikan pertanyaan dan tantangan sehingga peserta didik termotivasi untuk aktif mengejar rasa ingin tahunya. Pembelajaran yang dapat mengembangkan keterampilan berpikir kritis adalah pembelajaran yang menggunakan pendekatan *student center* dan menerapkan model pembelajaran dimana sintaksnya memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk aktif (Hidayah et al., 2017).

Salah satu ahli yang mengungkapkan terkait indikator dalam keterampilan berpikir kritis, yaitu Robert Hugh Ennis. Berikut indikator keterampilan berpikir kritis menurut Ennis (2011), yaitu:

Tabel 2.2 Indikator Keterampilan Berpikir Kritis

No.	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
1.	Memberikan klarifikasi dasar terkait permasalahan	Memfokuskan permasalahan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi kriteria kemungkinan jawaban</li> <li>▪ Mengidentifikasi permasalahan</li> </ul>
		Menganalisis argumen	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengidentifikasi kalimat-kalimat pertanyaan dan bukan pertanyaan</li> <li>▪ Mengidentifikasi suatu yang dirasa kurang tepat</li> <li>▪ Melihat struktur dari suatu argumen</li> <li>▪ Membuat ringkasan sementara</li> </ul>
		Bertanya dan menjawab pertanyaan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memberikan pendapat dan penjelasan sederhana</li> <li>▪ Memberikan contoh dari jawaban</li> </ul>
2.	Mengumpulkan informasi dasar	Mempertimbangkan pengambilan sumber informasi terpercaya atau tidak.	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mempertimbangkan keahlian</li> <li>▪ Mempertimbangkan kemenarikan permasalahan</li> <li>▪ Mempertimbangkan kesesuaian sumber Kemampuan untuk memberikan alasan.</li> </ul>
		Mengobservasi dan mempertimbangkan laporan observasi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggunakan hipotesis</li> <li>▪ Menggunakan waktu yang diberikan antara observasi dan penyusunan hasil observasi.</li> <li>▪ Menyertakan bukti- bukti hasil observasi</li> <li>▪ Menggunakan bantuan teknologi, bertanggungjawab dengan hasil</li> </ul>

No.	Kelompok	Indikator	Sub Indikator
			observasi yang didapat
	Memberikan pendapat dan membuat kesimpulan awal	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mendeduksi dan mempertimbangkan hasil deduksi</li> <li>▪ Menginduksi dan mempertimbangkan hasil induksi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengelola logika</li> <li>▪ Mengungkapkan tafsiran</li> <li>▪ Mengidentifikasi hal umum</li> <li>▪ Mengungkapkan kesimpulan dan hipotesis</li> <li>▪ Merancang percobaan</li> <li>▪ Membuat kesimpulan dengan fakta yang didapat dari penyelidikan</li> </ul>
		Membuat dan menentukan hasil pertimbangan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan dengan berlandaskan latar belakang fakta-fakta</li> <li>▪ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan berlandaskan akibat</li> <li>▪ Membuat dan menentukan hasil pertimbangan dengan berlandaskan penerapan fakta-fakta yang sesuai dengan apa yang telah dilakukan.</li> </ul>
	Membuat klarifikasi lebih lanjut	Mengidentifikasi istilah dan mempertimbangkan suatu definisi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memberikan penjelasan lebih lanjut</li> <li>▪ Mengidentifikasi ketidaktepatan dalam membuat definisi</li> </ul>
		Mengidentifikasi asumsi-asumsi	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Memberikan penjelasan dan bukan pernyataan</li> <li>▪ Membangun pendapat</li> </ul>
	Menarik kesimpulan yang terbaik	Menentukan suatu tindakan	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Mengungkapkan masalah</li> <li>▪ Merumuskan solusi alternatif</li> <li>▪ Menentukan tindakan sementara</li> <li>▪ Mengamati penerapannya</li> </ul>
		Merinteraksi dengan orang lain	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Menggunakan pendapat</li> <li>▪ Menggunakan logika</li> <li>▪ Menunjukkan posisi, orasi, atau tulisan.</li> </ul>

Fatmawati et al. (2014) lebih lanjut memaparkan tentang indikator berpikir kritis yang diturunkan dari aktivitas kritis menurut Ennis terdapat lima indikator, yaitu (1) mampu merumuskan pokok-pokok permasalahan; (2) mampu mengungkap fakta yang dibutuhkan dalam menyelesaikan suatu masalah; (3) mampu memilih argumen logis, relevan, dan akurat; (4) mampu mendeteksi bias berdasarkan sudut pandang yang berbeda; dan (5) mampu menentukan akibat dari suatu pernyataan yang diambil sebagai suatu keputusan.

Berdasarkan pemaparan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa proses pembelajaran dalam meningkatkan kemampuan berpikir kritis menuntut peserta didik untuk mampu menganalisis permasalahan, menjabarkan permasalahan, menentukan cara yang tepat agar dapat menyelesaikan permasalahan,

mengumpulkan data yang diperlukan, mengeluarkan pendapat, membuat penyelesaian dari permasalahan dan melakukan pengevaluasian terhadap jawaban yang diperoleh. Oleh karena itu, pendidik perlu memberikan kesempatan kepada peserta didik untuk turut berperan aktif (*student center*) dalam mendorong mereka untuk mampu menganalisis permasalahan, mengidentifikasi solusi untuk permasalahan yang dihadapi, selanjutnya mampu memilah data dari informasi yang diperoleh, kemudian mampu memberikan pendapat tentang data yang dipilih untuk digunakan dalam menyusun jawaban sementara dan akhirnya mampu memberikan kemungkinan penyelesaian masalah (Yogantari et. al., 2014).

## **2.6 *WhatsApp* dalam Pembelajaran**

*WhatsApp* merupakan salah satu dari sekian banyak aplikasi media sosial. Aplikasi ini memiliki jumlah pengguna yang semakin banyak dari segala tingkat sosial. Hal ini dikarenakan *WhatsApp* mudah untuk diunduh pada Google Store dan dapat digunakan di *smartphone* jenis apapun serta meniadakan iklan pada aplikasi ini. Selain itu, pengguna semakin mudah berinteraksi untuk mengirimkan pesan, berdiskusi, hingga membentuk grup tertentu untuk tujuan tertentu. Besarnya potensi *WhatsApp* menurut Suyudi & Sugiyanto (2017) masih belum terserap dan terpelajari dengan baik dalam dunia pendidikan fisika di Indonesia. Masyarakat pendidikan fisika masih belum mengeksplorasi dan berinteraksi dengan teknologi komunikasi terutama sosial media dalam kegiatan pembelajaran fisika. Oleh karena itu peneliti memanfaatkan *WhatsApp Group* untuk membuat kelas maya sebagai tempat belajar secara daring.

Pembelajaran yang terintegrasi *WhatsApp* memberikan manfaat pada peserta didik menurut Pratama & Yusro (2016) diantaranya, yaitu: (1) Informasi dan pengetahuan secara cepat mudah ditransfer, (2) kemudahan membuat forum diskusi sehingga media sosial menjadi sarana positif untuk belajar, (3) memfasilitasi kolaborasi tanpa batas antara pendidik dan peserta didik, (4) aplikasi gratis dan mudah digunakan. Pernyataan tersebut menjadi pendukung bahwasanya pembelajaran dapat dilakukan kapan saja dan dimana saja untuk memanfaatkan menggunakan teknologi yang telah berkembang. Tidak hanya itu saja kategori

kevalidan, kepraktisan, serta keefektifan dari penelitian Matsun & Saputri (2020) menunjukkan bahwa modul berbasis *e-learning* berbantuan sosial media *WhatsApp* sebagai alternatif pembelajaran di masa pandemi covid 19 memenuhi kriteria valid, paraktis, dan efektif.

## 2.7 Kerangka Pikir

Pembelajaran yang telah dilakukan oleh pendidik di lapangan masih banyak menggunakan pembelajaran secara konvensional dan belum mampu untuk meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik. Hal ini dapat dilihat dari survei Internasional yang dilakukan oleh PISA dan TIMSS, di mana kualitas pendidikan di Indonesia masih jauh tertinggal dari nilai rata-rata Internasional.

Tabel 2.3 Kemampuan PISA 2018 Indonesia dan Negara Pemanding

Negara/Kawasan	Kemampuan Membaca	Kemampuan Matematika	Kemampuan Sains
Filipina	339	352	357
Thailand	392	418	425
Indonesia	371	379	396
Peru	400	399	404
DKI (Indonesia)	410	416	426
DIY (Indonesia)	411	422	434
ASEAN (rerata)	413	431	433
Brasil	413	383	404
OECD (rerata)	486	490	488

(Suprayitno., 2018).

Berdasarkan data pada tabel di atas, dapat dilihat bahwa rata-rata nilai negara OECD dibanding rata-rata nilai PISA di DKI dan DIY masih cukup tertinggal jauh. Di bidang membaca selisihnya sebesar 76 poin dengan DKI Jakarta, dan 75 poin dengan DIY. Di bidang matematika, DKI lebih rendah 75 poin dan DIY 68 poin. Di bidang Sains, nilai rata-rata negara OECD lebih tinggi 64 poin dibandingkan dengan DKI dan 54 poin dibandingkan dengan DIY. Oleh karena itu, pendidikan di Indonesia harus mampu mengembangkan kemampuan dan potensi peserta didik untuk meningkatkan keterampilan abad 21 terutama pada aspek berpikir kritis.

Peserta didik harus mampu meningkatkan pemahaman dan pengetahuannya dalam menghadapi sebuah permasalahan. Pada saat peserta didik dihadapkan pada sebuah permasalahan, mereka harus menganalisis permasalahan, mencari informasi, menelaah kembali permasalahan dan menghubungkan informasi yang diperoleh kemudian menentukan tindakan yang diberikan untuk menanggapi permasalahan yang dihadapi. Hal ini dapat dinamakan dengan kemampuan berpikir kritis.

Kemampuan berpikir kritis peserta didik dapat dikembangkan dengan cara menerapkan pendekatan pembelajaran yang sesuai. Salah satu pendekatan pembelajaran yang sesuai dengan kemampuan berpikir kritis adalah pendekatan STEM dimana proses pembelajarannya peserta didik memfokuskan untuk menguasai empat bidang, yaitu sains, teknologi, teknik, dan matematik. Proses pembelajaran yang diterapkan oleh pemerintah untuk menanggulangi penyebaran Covid 19, peserta didik belajar di rumah secara *online*. Peserta didik mengalami kesulitan dalam pembelajaran dikarenakan adanya pembelajaran jarak jauh, pendidik hanya memberikan materi (berupa scrensut materi, voicenote melalui *whatsapp* dan hanya terkadang memberikan video), buku pegangan/modul tidak mereka miliki, jaringan tidak kondusif, finansial orang tua minim, dan tidak sedikit yang membantu orang tua mencari nafkah.

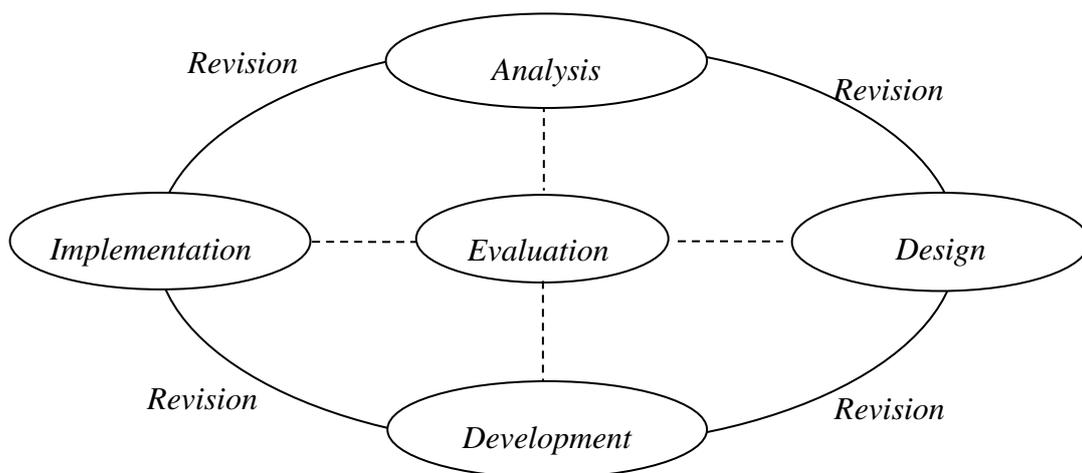
Proses pembelajaran yang dilakukan oleh peserta didik tidak dapat mereka lakukan secara penuh sehingga peserta didik banyak yang tertinggal materi. Berdasarkan permasalahan tersebut, peneliti mengembangkan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM untuk membantu peserta didik dalam memahami materi khususnya pada materi Hukum Newton dan penerapannya dengan tujuan meningkatkan kemampuan berpikir kritis peserta didik.

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Metode dan Model Pengembangan

Pada penelitian yang telah dilakukan, Peneliti menggunakan metode penelitian *e-learning* atau penelitian pengembangan. Hal ini telah dipaparkan oleh Wijaya et al. (2021) yang menyatakan bahwa penelitian pengembangan dalam pendidikan merupakan pengembangan digunakan untuk merancang produk yang dilakukan secara sistematis diuji di lapangan, dievaluasi, dan disempurnakan sampai memenuhi kriteria tertentu, seperti kevalidan, kepraktisan dan keefektifan. Oleh karena itu, Peneliti mengembangkan produk berupa modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

Penelitian pengembangan modul berbasis *e-learning* ini menggunakan model *Analysis-Design-Development-Implementation-Evaluation (ADDIE)* yang dimodifikasi oleh Branch (2009). Pemilihan model didasari atas pertimbangan bahwa model ini memperhatikan tahapan-tahapan dasar desain pengembangan produk yang sederhana dan mudah dipahami. Berikut gambar tahapan model ADDIE, yaitu:



Gambar 3.1 Tahap-Tahap Model ADDIE

Model pengembangan ADDIE memberikan gambaran yang mudah dipahami tentang bagaimana penggunaan model ADDIE diterapkan. Berikut pengembangan yang telah dikembangkan dengan mengadopsi langkah dari prosedur ADDIE.

### 1. *Analysis (Analisis)*

Pada tahapan ini dilakukan dua tahapan analisis, yaitu analisis kebutuhan dan analisis produk. Analisis kebutuhan dilakukan dengan cara observasi menggunakan instrumen angket yang diberikan kepada peserta didik semua jurusan dan guru yang mengampu mata pelajaran fisika. Pada analisis produk terdapat beberapa hal yang harus dilakukan, antara lain:

#### a. Pra perencanaan

Pra perencanaan yang dimaksudkan adalah sebuah pemikiran tentang produk (model, metode, media) baru yang akan dikembangkan. Produk yang akan dihasilkan menggunakan model ADDIE, sedangkan metodenya menggunakan *research and development* yang memanfaatkan media sosial berupa *WhatsApp Group* sebagai kelas maya sedangkan modul berbasis *e-learning* yang dikembangkan disajikan dalam bentuk pdf untuk memudahkan peserta didik dalam penyimpanan dan tidak memenuhi memori *smartphone*.

#### b. Mengidentifikasi produk

Mengidentifikasi produk dilakukan sesuai dengan sasaran peserta didik, tujuan belajar, mengidentifikasi isi/materi pembelajaran, mengidentifikasi lingkungan belajar dan strategi penyampaian dalam pembelajaran. Produk yang telah dihasilkan diharapkan memberikan bantuan pembelajaran yang menyenangkan dan mudah dipahami oleh peserta didik. Hal ini tentu memberikan keuntungan besar bagi kesuksesan tujuan belajar yang telah dirancang.

Konsep gaya dan gerak yang dipelajari dalam Hukum Newton sangat penting untuk dipelajari karena merupakan konsep dasar dari materi selanjutnya seperti usaha dan energi, implus dan momentum dan masih

banyak lagi. Oleh karena itu, Peneliti menggunakan materi Mekanika berfokus pada Hukum Newton dan penerapannya dalam pengembangan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik.

## 2. *Design (Rancangan)*

Tahap desain ini perlu adanya rancangan sketsa produk modul berbasis *e-learning* yang harus dibuat berupa *storybord*. Selain itu, rancangan sketsa produk yang telah dibuat membutuhkan pelengkap untuk melengkapi modul berbasis *e-learning* saat digunakan berupa penetapan perangkat pembelajaran. Tahapan desain yang dilakukan harus secara bertahap sesuai dengan tahapannya yang dimulai dari menetapkan tujuan belajar, merancang skenario/kegiatan belajar mengajar, merancang perangkat pembelajaran, merancang materi pembelajaran dan alat evaluasi hasil belajar. Rancang tersebut masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan pada tahap berikutnya.

Pada tahap ini, perancangan desain pengembangan produk yang dilakukan sebagai berikut:

### a. Merancang konsep produk di atas kertas

Perancangan konsep produk di atas kertas bertujuan untuk meminimalisir hilangnya salah satu tahapan produk karena keterlupaan.

### b. Merancang konsep produk baru

Rancangan modul yang telah dikembangkan memiliki tujuan pembelajaran, uraian materi yang dikemas secara lugas, contoh soal dan soal latihan untuk lebih memahami. Tidak hanya materi yang disajikan, namun terdapat video yang diberikan *link* dan peserta didik hanya tinggal mengklik sesuai dengan intruksi untuk memberikan daya tarik peserta didik dalam belajar. Modul yang dikembangkan bukan berbasis cetak tetapi berbasis *e-learning* sehingga modul yang dikemas akan ada materi, ilustrasi gambar, video dan latihan soal yang diberikan kepada peserta didik dalam bentuk pdf.

Rancangan materi dan soal mengacu pada SK-KD sesuai dengan kurikulum 2013 revisi yang berlaku. Materi dan soal yang ada disesuaikan dengan KD pada materi Hukum Newton pada kelas X dan indikator akan dikembangkan sesuai dengan KD agar peserta didik dapat mencapai level HOTS. Soal yang akan dibuat terlebih dahulu harus merencanakan kisi-kisi soal sesuai dengan indikator yang telah dibuat untuk mencapai kemampuan berpikir tingkat tinggi.

### **3. *Development (Pengembangan)***

Tahap pengembangan ini berisi tentang kegiatan yang merealisasikan rancangan produk dan memproduksinya. Setelah rancangan produk dan produksi selesai maka produk diujikan untuk mendapatkan kelayakan dari para ahli, berupa uji kevalidan (uji isi/materi dan uji konstruk). Produk yang diperbaiki sesuai dengan saran perbaikan dalam skala.

### **4. *Implementation (Penerapan)***

Tahap *implementation* adalah langkah untuk menerapkan sistem pembelajaran yang sudah dibuat dengan desain yang sedemikian rupa. Pada tahap ini dilakukan uji kepraktisan dan uji keefektifan. Sebelum pengimplementasian produk, Peneliti memberikan pretes terlebih dahulu kepada peserta didik untuk mengetahui sejauh mana mereka mengenal tentang materi Hukum Newton. Setelah didapatkan hasil pretes, baru Peneliti memberikan modul berbasis *e-learning* kepada peserta didik.

Ada beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam uji kepraktisan, yaitu:

#### **a. Keterlaksanaan**

Lokasi uji coba dan subjek penelitian dilakukan dengan menggunakan teknik *purposive sampling*. Sekolah dipilih berdasarkan pertimbangan peneliti mengenai kualitas dan lokasi sekolah. Lokasi penelitian dilaksanakan di SMK Karya Wiyata Punggur. Angket kebutuhan peserta didik telah diisi oleh peserta didik kelas X semua jurusan baik di kompetensi keahlian teknik ototronik, teknik kendaraan ringan otomotif,

teknik dan bisnis sepeda motor serta teknik komputer dan jaringan sebanyak 108 orang. Objek penelitian ini adalah modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi Hukum Newton untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi secara mandiri.

Pada penelitian ini terdapat dua subjek yaitu, subjek penelitian dan subjek uji coba lapangan. Subjek dalam penelitian ini adalah para ahli yang menguji kevalidan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi Hukum Newton untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi yang terdiri dari dua orang dosen dan satu orang guru mata pelajaran fisika sebagai praktisi. Subjek uji coba lapangan adalah X TKRO 2 sebagai kelas eksperimen untuk melihat efektivitas produk yang dikembangkan.

Setelah pengujian dari validator, kemudian dilakukan uji satu lawan satu kepada lima peserta didik. Hasil dari uji satu lawan satu akan diperoleh data perbaikan. Peserta didik kemudian diberikan pretes sebelum menggunakan produk berupa penyelesaian 25 soal. Peneliti kemudian memulai pembelajaran menggunakan media bantu berupa *WhatsApp* sebagai kelas maya. Pembelajaran yang berlangsung di dalam *WhatsApp Group*, peneliti membelajarkan materi dengan modul berbasis *e-learning* yang sudah dibuat. Modul berbasis *e-learning* yang diberikan sudah peneliti format ke dalam pdf agar peserta didik lebih praktis menggunakannya.

Tahap selanjutnya setelah penggunaan produk modul berbasis *e-learning*, peneliti memberikan angket kepraktisan. Angket kepraktisan produk dibuat dalam *Google Form* dan peserta didik mengisi angket kepraktisan melalui *link* yang diberikan oleh Peneliti. Setelah penggunaan produk modul berbasis *e-learning* dan pengisian angket kepraktisan, peserta didik melakukan uji keefektifan. Uji keefektifan dilakukan dengan menguji kemampuan peserta didik untuk menyelesaikan soal tes berupa

postes. Uji kemampuan tersebut diberikan 25 soal dengan pilihan jamak yang diinput melalui *Google Form*. Soal dibuat dengan syarat penulisan soal HOTS (Widana, 2017) untuk mengukur kemampuan berpikir tingkat tinggi peserta didik. Peserta didik diberikan link uji kemampuan melalui *WhatsApp Group*.

b. Respon Peserta Didik

Respon peserta didik diperoleh dari angket kebutuhan peserta didik dan angket kepraktisan yang diberikan setelah penggunaan modul berbasis *e-learning*. Angket kepraktisan yang diujikan terdiri atas uji kemenarikan, uji kemudahan, dan uji kebermanfaatan produk. Ketiga uji kepraktisan tersebut disajikan di dalam *Google Form*. Peserta didik diberikan link melalui *WhatsApp Group* untuk mengisi *Google Form*.

## 5. *Evaluation (Evaluasi)*

Evaluasi adalah proses untuk melihat apakah sistem pembelajaran yang dikembangkan berhasil dan sesuai dengan harapan atau perlu adanya perbaikan. Berikut hal-hal yang harus diperhatikan pada tahap evaluasi, yaitu:

a. Melihat kembali dampak pembelajaran

Hal ini bertujuan agar produk pembelajaran yang diharapkan dapat diperbaiki lebih baik lagi untuk mengatasi permasalahan peserta didik.

b. Mengukur ketercapaian tujuan pengembangan produk

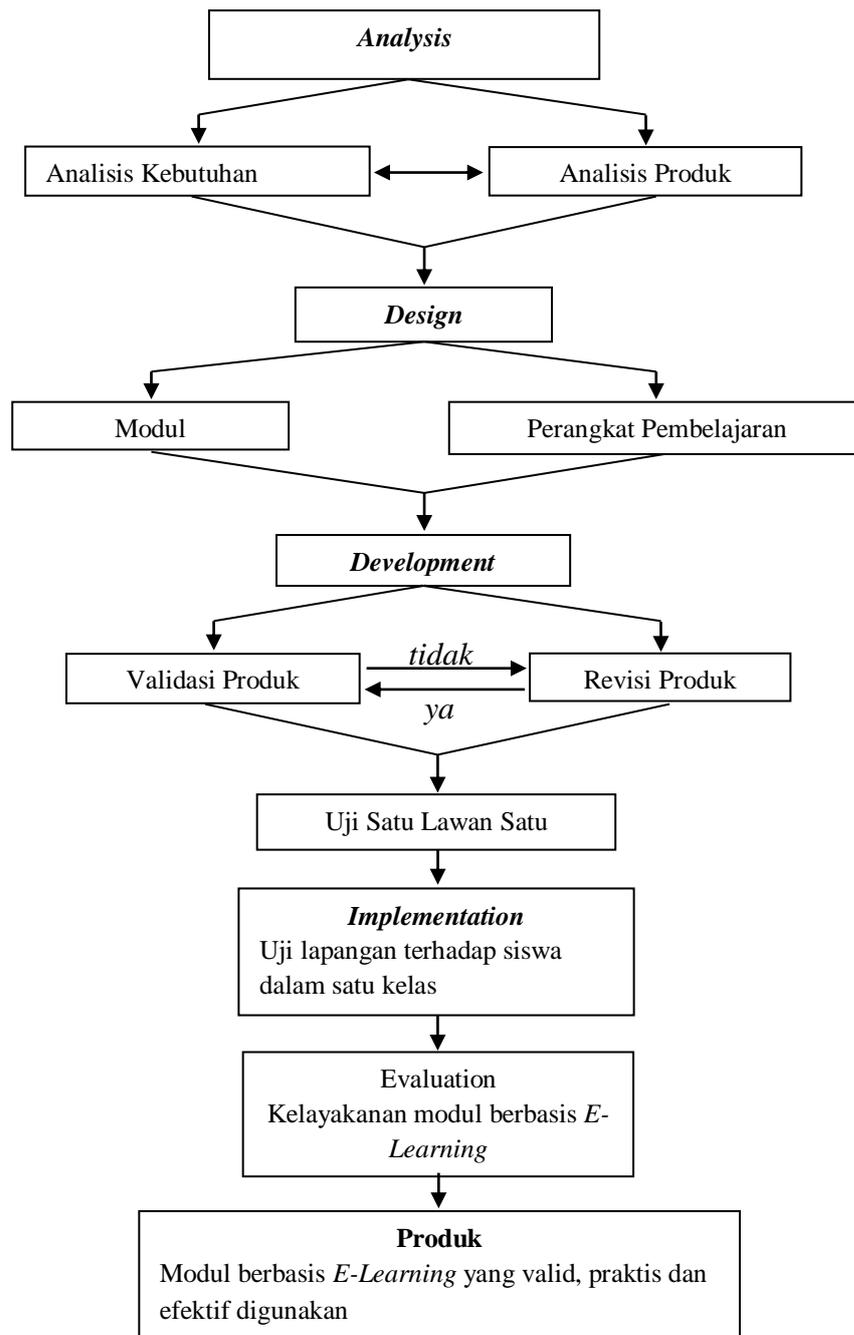
Mengukur ketercapaian ini dapat dilakukan dengan instrumen yang telah dibuat. Instrumen yang digunakan adalah instrumen untuk uji coba validitas (uji konstruk dan uji isi/materi), uji 1-1, uji kepraktisan (kemenarikan, uji kemudahan, dan uji kebermanfaatan) dan uji keefektifan.

c. Mengukur ketercapaian sasaran.

Pada tahap mengukur yang dimaksudkan untuk memperoleh data ketercapaian target yang telah ditentukan dengan keadaan yang terdapat di lapangan.

Hal ini dimaksudkan agar evaluasi yang dilakukan pada produk memperoleh perbaikan yang baik dan dapat memberikan bantuan kepada peserta didik untuk memperoleh hasil yang baik.

Berdasarkan pemaparan tahap pengembangan produk, maka dapat digambarkan secara sederhana melalui diagram flow chat pada Gambar 3.2 sebagai berikut:



Gambar 3.2 Diagram Flowchart Produk

### 3.2 Produk Dihilkan

Pengembangan ini menghasilkan produk berupa modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi. Produk yang telah dikembangkan dikemas dalam bentuk pdf. Modul berbasis *e-learning* dalam pdf berisikan pemaparan materi yang terdapat link video untuk dianalisis, contoh soal, ilustrasi gambar, dan latihan soal untuk melatih pemahaman peserta didik. Media pembelajaran yang digunakan untuk kelas maya adalah *WhatsApp Group*. Modul ini dapat dioperasikan menggunakan komputer, labtop, notebook, ipad, dan Hp android dengan memanfaatkan koneksi internet jika membuka video.

### 3.3 Teknik Pengambilan Data

Pengambilan data yang digunakan berdasarkan jenis instrumen yang digunakan dalam penelitian yang terdiri atas:

a. Angket Analisis Kebutuhan

Data observasi diperoleh dengan menggunakan lembar pengamatan berupa angket analisis kebutuhan melalui *Goole Form* sebagai pedoman dalam melakukan observasi selama pengambilan data awal. Angket ini diberikan pada peserta didik dengan menjawab pertanyaan yang telah disediakan dengan memberikan tanda “√” pada pilihan yang tertera.

b. Angket Respon Penggunaan Produk

Bentuk angket penggunaan produk untuk melihat seberapa menarik, seberapa manfaat produk dan seberapa kemudahan menggunakan produk menggunakan bentuk pilihan yang terdiri atas lima pilihan, yaitu sangat sesuai, sesuai, cukup sesuai, kurang sesuai, dan tidak sesuai.

c. Data Tes Kemampuan

Pengambilan data menggunakan tes yang terdiri atas postes. Postes dilakukan setiap penggunaan produk telah selesai dipelajari. Bentuk tes adalah pilihan jamak. Soal pilihan jawaban jamak disajikan berdasarkan kisi-kisi soal sesuai dengan indikator pencapaian dengan level HOTS untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi.

### 3.4 Teknik Analisis Data

Analisis data dalam penelitian dan pengembangan ini pada dasarnya adalah instrumen non tes. Instrumen non tes digunakan untuk menganalisis data secara deskriptif berupa angket. Angket ini menggunakan skala Likert dengan skala 1 sampai 5 dengan skor tertinggi 5 dan skor terendah 1. Kelayakan produk terdiri atas kevalidan produk, kepraktisan produk, dan keefektifan produk. Berikut teknik analisis data kelayakan produk pemaparannya:

#### 1. Kevalidan

Produk dikatakan valid apabila telah teruji oleh para ahli. Produk yang dikembangkan diuji oleh tiga validator. Nilai akhir dari butir pernyataan yang diajukan tentu memperoleh nilai dimana nilai tersebut merupakan nilai rata-rata perindikator dari total nilai jawaban perindikator. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai akhir modul berbasis *e-learning*. Berikut cara menghitung nilai rata-rata perindikator yang diadaptasi dari Arikuntoro (2001: 216):

$$x = \frac{\sum i}{n}$$

Keterangan:

$x$  : nilai rata-rata perindikator

$\sum i$  : jumlah total nilai jawaban dari responden

$n$  : banyaknya responden

Perhitungan skor masing-masing pernyataan dapat dicari presentasi jawaban keseluruhan responden dengan rumus:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} x 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase

$\sum x$  : Jumlah jawaban responden dalam satu item

$\sum xi$  : Jumlah nilai ideal dalam item

Persentase yang telah didapatkan kemudian dicari persentase kriteria validasi. Adapun kriteria validasi yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Kriteria Interpretasi Kelayakan

Interval	Kriteria
0% - 20%	Sangat tidak layak
21% - 40%	Tidak layak
41% - 60%	Cukup layak
61% - 80%	Layak
81% - 100%	Sangat layak

Berdasarkan Tabel 3.1, maka dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai interpretasi maka kelayakan produk akan semakin tinggi.

## 2. Kepraktisan

Produk dapat diartikan praktis apabila memperoleh penilain akhir yang memuaskan pada tiga aspek yaitu kemenarikan, kemudahan dan kebermanfaatan. Ketiga aspek tersebut diberikan ketika peserta didik telah selesai menggunakan modul berbasis *e-learning* dengan cara pemberian angket yang diinput kedalam *Goole Form*. Uji kepraktisan produk diperoleh dari data kuesioner respon peserta didik menggunakan skala Likert seperti pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Skor Respon Peserta Didik

Skor	Pernyataan
5	Sangat sesuai (sangat baik)
4	Sesuai (baik)
3	Cukup sesuai (cukup)
2	Kurang sesuai (kurang baik)
1	Tidak sesuai (tidak baik)

Perhitungan skor masing-masing pernyataan dapat dicari presentasi jawaban keseluruhan responden dengan rumus:

$$P = \frac{\sum x}{\sum xi} \times 100\%$$

Keterangan:

P : Persentase

$\sum x$ : Jumlah jawaban responden dalam satu item

$\sum xi$  : Jumlah nilai ideal dalam item

Persentase yang telah didapatkan kemudian dicari persentase kriteria kemenarikan, kemudahan dan kebermanfaatan. Adapun hasil persentase tersebut kemudian diinterpretasikan seperti pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Kreteria Interpretasi Kemenarikan, Kemudahan & Kebermanfaatan

Interval	Kreteria		
	Kemenarikan	Kemudahan	Kebermanfaatan
0% - 20%	Sangat tidak menarik	Sangat tidak mudah	Sangat tidak bermanfaat
21% - 40%	Tidak menarik	Tidak mudah	Tidak bermanfaat
41% - 60%	Kurang menarik	Kurang mudah	Kurang bermanfaat
61% - 80%	Menarik	Mudah	Bermanfaat
81% - 100%	Sangat menarik	Sangat mudah	Sangat bermanfaat

Berdasarkan Tabel 3.3, maka dapat diartikan bahwa semakin tinggi nilai interpretasi maka kemenarikan, kemudahan dan kebermanfaatan produk akan semakin tinggi.

### 3. Keefektifan

Pada aspek keefektifan dilakukan untuk mengukur seberapa besar pemahaman peserta didik dalam meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi pada materi Hukum Newton berbantu modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM. Selain itu, hasil dari uji keefektifan dihitung terlebih dahulu skor gain ternormalisasi (N-Gain) dengan menggunakan rumus:

$$\langle g \rangle = \frac{\langle s_f \rangle - \langle s_i \rangle}{100 - \langle s_i \rangle}$$

Keterangan:

$\langle g \rangle$  : N-Gain

$\langle s_f \rangle$  : skor postes

$\langle s_i \rangle$  : skor pretes

Setelah dilakukan perhitungan N-Gain data diuji menggunakan uji hipotesis statistik *Paired Sample T Test*. Selanjutnya, dilakukan perhitungan *effect size*. Berikut rumus *effect size* menurut Cohen, dijabarkan oleh Hake (1999), yaitu:

$$d = \frac{m_A - m_B}{\left[\frac{sd^2_A - sd^2_B}{2}\right]^{1/2}}$$

Keterangan:

$d$  : *effect size*

$m_A$  : nilai rata-rata postes

$m_B$  : nilai rata-rata pretes

$sd_A$  : standar deviasi nilai postes

$sd_B$  : standar deviasi nilai pretes

Setelah melakukan perhitungan *effect size*, kemudian diinterpretasikan sesuai pada Tabel 3.4, yaitu:

Tabel 3.4 Interpretasi Perhitungan *Effect Size*

<i>Effect Size</i>	Interpretasi
$d < 0,2$	Kecil
$0,2 \leq d \leq 0,8$	Sedang
$d > 0,8$	Besar

Selain itu, penilaian untuk ketuntasan peserta didik berhasil meningkatkan hasil belajar menurut BORNEO (2020) jika 70% dari jumlah peserta didik nilai rata-ratanya telah mencapai Kriteria Ketentuan Minimum (KKM) untuk menghitung persentase ketuntasan belajar (klasikal) digunakan rumus sebagai berikut:

$$P = \frac{\sum \text{peserta didik yang tuntas belajar} \times 100\%}{\sum \text{peserta didik}}$$

Pengolahan ketuntasan yang telah diperoleh kemudian dilakukan interpretasi pada kriteria ketuntasan peserta didik dan dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Kriteria Tingkat Ketuntasan

No.	Tingkat Ketuntasan (%)	Kriteria
1	85 % – 100 %	Sangat Baik
2	70 % – 84 %	Baik
3	55 % – 69 %	Cukup
4	46 % – 54 %	Kurang
5	0 % – 45 %	Sangat Kurang

## V. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Peneliti tentang pengembangan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM pada materi mekanika untuk meningkatkan kemampuan berpikir tingkat tinggi, maka diperoleh kesimpulan bahwa:

1. Berdasarkan uji validasi produk maka produk dinyatakan valid secara uji materi/isi dan uji konstruk dengan nilai rata-rata validitas isi/materi sebesar 82,2% (kategori sangat baik), dan nilai rata-rata validitas konstruk sebesar 81,85% (kategori sangat baik), sehingga layak digunakan bahan ajar.
2. Berdasarkan uji kepraktisan, dilihat dari respon peserta didik setelah penggunaan produk dan analisis keterlaksanaan maka produk dinyatakan praktis secara uji kemenarikan dengan perolehan nilai rata-ratanya 76,3% (kategori menarik), uji kemudahan dengan perolehan nilai rata-ratanya 75,7% (kategori mudah), dan uji kebermanfaatan dengan perolehan nilai rata-ratanya 75,3% (kategori bermanfaat) sehingga produk dinyatakan praktis untuk digunakan sebagai bahan ajar.
3. Berdasarkan uji keefektifan produk, peningkatan rata-rata nilai N-Gain sebesar 0,45 yang berarti peningkatan dalam kategori sedang. Hasil uji *Paired Sample T Test* pada data pretes dan postes menunjukkan nilai sig. (2-tailed) sebesar 0,000 ( $0,000 < 0,05$  dimana  $H_0$  ditolak dan  $H_1$  diterima) yang artinya terdapat perbedaan peningkatan yang signifikan dari hasil belajar peserta didik sebelum dan setelah menggunakan modul berbasis *e-learning* berorientasi STEM sehingga produk yang dikembangkan dinyatakan efektif digunakan sebagai bahan ajar.

## 5.2 Saran

Berdasarkan simpulan, maka peneliti memberikan saran sebagai berikut:

1. Kegiatan pengembangan selanjutnya dapat mengembangkan kembali produk dengan materi fisika lainnya dan memberikan fenomena yang nyata dalam kehidupan sehari-hari agar peserta didik lebih memahami penerapan dari konsep yang diberikan.
2. Bagi peneliti selanjutnya dapat memanfaatkan media pembelajaran dengan menyesuaikan kebutuhan dan keadaan peserta didik yang diteliti.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. (2019). Developing STEM Learning Makerspace for Fostering Student's 21st Century Skills in the Fourth Industrial Revolution Era. *Journal of Physics: Conference Series*, 1155(1). doi: 10.1088/1742-6596/1155/1/012002
- Aditia, M., Ruhiat, Y., & Wibowo, F. C. (2019) Penerapan Model Pictorial Riddle Pada Pembelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kemampuan Berpikir Kritis Siswa. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika Untirta*. 2(1), 194-201.
- Andiyanto, Tri. (2021). Pendidikan Dimasa Covid-19. Kotabumi: Raih Asa Sukses. [Online]. Diakses pada tanggal 14 Agustus 2021 di [https://books.google.co.id/books?id=JjA7EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.co.id/books?id=JjA7EAAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=id&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Arikunto, Suharsimi.(2010). *Prosedur Penelitian*. Yogyakarta: Rineka Crata
- Arista, F. S., Nasir, M., & Azhar. (2013). Analisis Kesulitan Belajar Fisika Siswa Sekolah Menengah Atas Negeri Se-Kota Pekanbaru. *Jurnal Repository UNRI*, 1–12. <https://repository.unri.ac.id/xmlui/handle/123456789/3643>
- Arnila, R., Purwaningsih, S., & Nehru. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Fluida Statis dan Fluida Dinamis Menggunakan Kivosft Flipbook Maker. *Jurnal Pendidikan*. 5(1), 551-556. ISSN: 2580-0469
- Azizah, R., Yuliati, L., & Latifah, E. (2015). Kesulitan Pemecahan Masalah Fisika pada Siswa SMA. *Jurnal Penelitian Fisika Dan Aplikasinya (JPFA)*, 5 (2), 44. doi: 10.26740/jpfa.v5n2.p44-50.
- Badaun, M., Arifin, A., & Nurussaniah. (2020). Persepsi dan Minat Siswa terhadap Pembelajaran Fisika Di SMK Kubu Raya. *Jurnal Pendidikan Sains dan Aplikasinya (JPSA)*, 3 (2), 56-58. e-ISSN 2655-1373.
- BORNEO. (2020). Edisi Khusus. *Jurnal Ilmu Pendidikan LPMP Kalimantan Timur*, 43 (ISSN 18583105).
- Branch, Robert Maribe. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach*. London: Springer
- Brookhart, S. M. (2010). How To Assess Higher-Order Thinking Skills. In *Virginia USA*. Virginia USA. doi: 10.1177/002205741808801819
- Cintamulya, I. (2012). Peranan Pendidikan dalam Mempersiapkan Sumber. *Formatif: Jurnal Ilmiah Pendidikan MIPA*, 2(2), 90–101.

- <http://journal.lppmunindra.ac.id/index.php/Formatif/article/view/89/87%0A>
- Dahiya, S., Jaggi, S., Chaturvedi, K. K., Bhardwaj, A., Goyal, R. C., Varghese, C., Scientist, S., Scientist, P., Icar, I., and Delhi, N. (2012). An e-Learning System for Agricultural Education. *Indian Research Journal of Extension Education*, 13 (2), 132-135.
- Dinni, H. N. (2018). HOTS (High Order Thinking Skills) dan Kaitannya dengan Kemampuan Literasi Matematika. *Prosiding Seminar Nasional Matematika*. 1(1), 170-176
- Elyas, A. H. (2018). Penggunaan Model Pembelajaran *E-Learning* dalam Meningkatkan Kualitas Pembelajaran. *Jurnal Warta*. doi: 10.46576/wdw.v0i56.4
- Fitriazizah, A. & Mayasari, T. (2018). Analisis Awal Kemampuan Berpikir Nalar Siswa SMK Terhadap Mata Pelajaran Fisika untuk Pengembangan Media Pembelajaran. *Seminar Nasional Fisika IV*. 73-76. ISSN : 2527-6670
- Handhika, J, Cari, Suparmi, & Sunarno, W. (2015). Exsternal representation to overcome misconception in physics. *International Conference on Mathematics, Science, and Education 2015, 2015 (Icmse)*, 34–37.
- Handhika, Jeffry, Cari, C., Soeparmi, A., & Sunarno, W. (2016). Student conception and perception of Newton's law. *AIP Conference Proceedings*, 1708 (February). doi: 10.1063/1.4941178
- Harjanto. (2008). *Perencanaan Pengajaran*. Jakarta: Rineka Cipta
- Jauhariyyah, F. R., Hadi Suwono, & Ibrohim. (2017). Science, Technology, Engineering and Mathematics Project Based Learning (STEM-PjBL) pada Pembelajaran Sains. *Pros. Seminar Pend. IPA Pascasarjana UM*, 2, 432–436, ISBN: 978-602-9286-22-9.
- Kanematsu, H., & Barry, D. M. (2016). STEM and ICT Education in Intelligent Environments. In *Intelligent Systems Reference Library*. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-19234-5>
- Laili, I., Ganefri, & Usmeldi. (2019). Efektivitas Pengembangan E-Modul Project Based Learning pada Mata Pelajaran Instalasi. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Dan Pembelajaran*, 3, 306–315. <https://doi.org/p-ISSN> : 1858-4543 e-ISSN : 2615-6091
- Matsun, M., & Saputri, D. F. (2020). Pengembangan E-Modul Fisika Berbantuan Whatsapp Sebagai Alternatif Pembelajaran Di masa Pandemi Covid 19. *ORBITA: Jurnal Kajian, Inovasi Dan Aplikasi Pendidikan Fisika*, 6 (2), 213. doi.org/10.31764/orbita.v6i2.3130
- K. M. Mulyana Abdurrahman, & U. Rosidin,. (2018). Implementasi Pendekatan Science, Technology, Enginerring, and Mathematics (STEM) Untuk Menumbuhkan Skill Multipresentasi Siswa Pada Materi Hukum Newton Tentang Gerak. *Jurnal Pendidikan Fisika*, 7(2), 69–75.
- Mulyatiningsih, E. (2013). *Metode Penelitian Terapan Bidang Pendidikan*. 35,110,114,120,121.
- Mulyani, T. (2019). Pendekatan Pembelajaran STEM untuk Menghadapi

Revolusi. *Seminar Nasional Pascasarjana*. 453-460

- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto. (2017). Bahan Ajar Berbasis STEM (Science, Technology, Engineering, and Mathematics) untuk Meningkatkan Penguasaan Konsep Siswa SMA. *UPEJ Unnes Physics Education Journal*, 6(3), 53–58. doi: 10.15294/upej.v6i3.19270
- Permanasari, A. (2016). *STEM Education : Inovasi dalam Pembelajaran Sains*. 23–34.
- Pratama, H., & Yusro, A. C. (2016). Implementasi WhatsApp Mobile Learning Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Mahasiswa Pokok Bahasan Pengenalan Komponen Elektronika. *Jurnal Pendidikan Fisika Dan Keilmuan (JPFK)*, 2(2), 65. doi: 10.25273/jpfk.v2i2.696
- Rahayu, N. M. S., Sadia, I W., & Pujani, N. M. (2018) Pengembangan Perangkat Pembelajaran Fisika SMK dengan *Setting Project Based Learning (PjBL)* untuk Mengembangkan *Soft Skill* Siswa. *Jurnal Pendidikan dan Pembelajaran IPA Indonesia*. 8(2), e-ISSN : 2615-7438.
- Ramli, M. (2015). Implementasi Riset dalam Pengembangan Higher Order Thinking Skills Pada Pendidikan Sains. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Sains V*, 6–17.
- Redhana, I. W. (2019). Mengembangkan Keterampilan Abad Ke-21 Dalam Pembelajaran Kimia. *Jurnal Inovasi Pendidikan Kimia*, 13(1).
- Roberts, A. (2012). A Justification for STEM Education. *Technology and Engineering Teachere, May/June*(June), 1–5.
- Rusman., Deni Kurniaan & Cepi Riyana. (2012). *Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi Dan Konumikasi*. Jakarta: Raja Grafindo Persada.
- Sari, Arini Kumala dan Winda Trisnawati. (2019). Integrasi Keterampilan Abad 21 Dalam Modul Sociolinguistics : Keterampilan 4c ( Collaboration , Communication , Critical Thinking , Dan Creativity ). *Jurnal Muara Pendidikan*, 4(2), 455–466.
- Setyani, N. D., & Handhika, J. (2016). Analisis Kesalahan Mahasiswa Dalam Menyelesaikan Soal Multirepresentasi Pada Materi Kinematika Dan Dinamika. *Prosiding SNPF (Seminar Nasional Pendidikan Fisika)*, 121–127.
- Setyoningrum, D. U., Astuti, R. S., Si, M., & Diponegoro, U. (2020). Melalui Upaya Pemanfaatan Bonus Demografi (Dalam Rangka Menghadapi Tantangan Penyelenggaraan Pemerintahan Era 4.0). *Prosiding Simposium Nasional*, 1291–1319.
- Sugiyono. (2012). *Memahami Penelitian Kualitatif*. Bandung: Alfabeta.
- Sunarno, W. (2018). Makalah Utama Peran Pendidik dan Ilmuwan Sains dalam Menyongsong Revolusi Pembelajaran IPA di Era Revolusi Industri 4 . 0. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Fisika IV*, 1–8. ISSN : 2527-6670
- Suprayitno, T. (2018). Pendidikan Di Indonesia Belajar Dari Hasil PISA 2018. Jakarta: Pusat Penilaian Pendidikan Badan Penelitian dan Pendidikan Kementrian Pendidikan dan Kebudayaan.

- Sutopo, Ariesto Hadi. (2012). *Teknologi Informasi dan Komunikasi dalam Pendidikan*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Suyudi, A., & Sugiyanto, W. (2017). *Optimalisasi Penggunaan WhatsApp dalam Perkuliahan Penilaian Pendidikan Fisika*. 4(1), 1–6.
- Syahiddah, D. S., Putra, P. D. A., dan Supriadi, B. (2021). Pengembangan E-Modul Berbasis STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) pada Materi Bunyi di SMA/MA. *Jurnal Literasi Pendidikan Fisika*. 2 (1), 1-8. doi: 10.30872/jlpf.v2i1.438
- Wahyudi, W., dan Lestari, I. (2019). Pengembangan E-Modul dalam Pembelajaran Matematika SMA Berbasis Android. *Jurnal Pendidikan Fisika dan Keilmuan (JPFK)*. 5 (1), doi: 10.25273/jpfk.v5i1.3317
- Widana, I. W. (2017). Modul Penyusunan Higher Order Thinking Skill (HOTS). *Direktorat Pembinaan Sma Direktorat Jenderal Pendidikan Dasar dan Menengah Departemen Pendidikan dan Kebudayaan 2017*, 40.
- Wijaya, R., Suratno, S., & Budiyo, H. (2021). Pengembangan Media Pembelajaran Mobile Learning Berbasis Aplikasi Android pada Materi Sistem Pengapian Sepeda Motor. *Jurnal Ilmu Manajemen Terapan*, 2(4), 513–523. <https://doi.org/10.31933/jimt.v2i4.462>
- Yuliati, Y. (2017). Literasi Sains dalam Pembelajaran IPA. *Jurnal Cakrawala Pendas*, 3(2), 21–28. <https://doi.org/10.31949/jcp.v3i2.592>