

**IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) UNTUK MENINGKATKAN *SKILL* MULTIREPRESENTASI SISWA SMA PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK**

**(Skripsi)**

**Oleh**

**Karlina Maya Mulyana**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

## **ABSTRAK**

### **IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) UNTUK MENINGKATKAN *SKILL* MULTIREPRESENTASI SISWA SMA PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK**

**Oleh**

**Karlina Maya Mulyana**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui peningkatan *skill* multirepresentasi siswa SMA kelas X pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan STEM. Populasi dalam penelitian yaitu seluruh siswa kelas X MIA SMA Negeri 12 Bandar Lampung, dengan sampel kelas X MIA 1 sebagai kelas eksperimen dan X MIA 5 sebagai kelas kontrol. Desain penelitian yang digunakan adalah *the non-equivalent pretest-posttest control group design*. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa kelas kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik memiliki nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,55, sedangkan kelas eksperimen yang menggunakan pendekatan STEM memiliki nilai rata-rata *N-gain* sebesar 0,63. Berdasarkan uji hipotesis dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan *skill* multirepresentasi siswa yang signifikan pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan STEM.

Kata kunci : STEM, *skill* multirepresentasi, Hukum Newton tentang gerak.

**IMPLEMENTASI PENDEKATAN *SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS* (STEM) UNTUK MENINGKATKAN *SKILL* MULTIREPRESENTASI SISWA SMA PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK**

**Oleh  
Karlina Maya Mulyana**

**Skripsi**

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar  
SARJANA PENDIDIKAN**

**Pada**

**Program Studi Pendidikan Fisika  
Jurusan Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung**



**FAKULTAS KEGURUAN DAN ILMU PENDIDIKAN  
UNIVERSITAS LAMPUNG  
BANDAR LAMPUNG  
2018**

**Judul Skripsi : IMPLEMENTASI PENDEKATAN SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, AND MATHEMATICS (STEM) UNTUK MENINGKATKAN SKILL MULTIREPRESENTASI SISWA SMA PADA MATERI HUKUM NEWTON TENTANG GERAK**

**Nama Mahasiswa : Karlina Maya Mulyana**

**Nomor Pokok Mahasiswa : 1413022039**

**Program Studi : Pendidikan Fisika**

**Jurusan : Pendidikan MIPA**

**Fakultas : Keguruan dan Ilmu Pendidikan**



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

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

**2. Ketua Jurusan Pendidikan MIPA**

**Dr. Caswita, M.Si.**  
NIP 19671004 199303 1 004

**MENGESAHKAN**

**1. Tim Penguji**

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

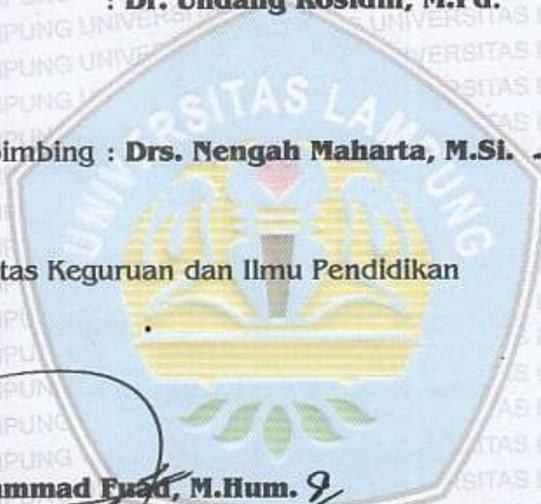
**Sekretaris : Dr. Undang Rosidin, M.Pd.**

**Penguji  
Bukan Pembimbing : Drs. Nengah Maharta, M.Si.**

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

**Dr. H. Muhammad Fuzdi, M.Hum. 9**  
NIP. 19590722 198605 1 003

**Tanggal Lulus Ujian Skripsi: 21 Mei 2018**



## SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini adalah:

Nama : Karlina Maya Mulyana

NPM : 1413022039

Fakultas / Jurusan : KIP / Pendidikan MIPA

Program Studi : Pendidikan Fisika

Alamat : Jl. Endro Suratmin GG. Malay Raya No. 2 LK 1 RT.  
009 Kelurahan Sukarame Baru Kecamatan Sukarame  
Bandar Lampung

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

Bandar Lampung, Mei 2018

Menyatakan,



*Karlina*

Karlina Maya Mulyana  
NPM 1413022039

## **RIWAYAT HIDUP**

Penulis dilahirkan di Bandar Lampung pada tanggal 6 Mei 1996 sebagai anak kedua dari dua bersaudara pasangan Bapak Artadinata dan Ibu Najmi.

Penulis mengawali pendidikan formal di TK IKI PTPN VII UU. Kedaton pada tahun 2001 dan diselesaikan pada tahun 2002, penulis melanjutkan di SD N 3 Rejomulyo pada tahun 2002 dan diselesaikan pada tahun 2008, kemudian penulis melanjutkan pendidikan di SMP Negeri 24 Bandar Lampung pada tahun 2008 dan diselesaikan pada tahun 2011 dan penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 12 Bandar Lampung pada tahun 2011 yang diselesaikan pada tahun 2014. Pada Mei 2014 penulis dinyatakan diterima untuk melanjutkan studi di Program Studi Pendidikan Fisika Jurusan Pendidikan MIPA Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Lampung melalui Seleksi Nasional Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SNMPTN) jalur undangan.

Penulis melaksanakan KKN di Desa Tanjung Rejo, Kecamatan Negeri Agung, Kabupaten Way Kanan, PPK di SMP N 2 Negeri Agung, dan melaksanakan penelitian di SMA N 12 Bandar Lampung. Selama menyelesaikan studi, penulis aktif sebagai anggota organisasi Forum Kerjasama Alumni Rohis (FKAR) Bandar Lampung.

## **MOTTO**

“But Allah is your protector, and He is the best Helpers”  
(Qs. Al-Imran: 150)

“Indeed, with Hardship will be ease”  
(Qs. Al-Insyirah: 6)

“Masalah akan sederhana ketika kita menyertakan Allah dalam menghadapinya”  
(Anonim)

“Teruslah berusaha dan bersabar karena keberhasilan bukan untuk orang yang berputus asa”  
(Karlina Maya Mulyana)

## PERSEMBAHAN

Puji syukur kehadirat Allah SWT yang selalu memberikan limpahan rahmat-Nya dan semoga shalawat selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad *shalallahu 'alaihi wasallam*. Dengan kerendahan hati, penulis mempersembahkan karya sederhana ini sebagai tanda bakti kasih tulus dan mendalam kepada :

1. Orang tuaku tercinta, Ibu Najmi dan Bapak Artadinata yang telah sepenuh hati membesarkan, mendidik, mendo'akan, serta mendukung segala bentuk perjuangan anaknya. Semoga Allah senantiasa menguatkan langkahku untuk selalu membahagiakan dan membanggakan kalian.
2. Kakakku tersayang, Arfiana Sari yang telah memberikan doa dan semangatnya untuk segala perjuanganku.
3. Seluruh keluarga besarku tersayang yang senantiasa memberikan dukungan, semangat dan motivasi terbaiknya.
4. Para pendidik yang senantiasa memberikan didikan dan bimbingan terbaik kepadaku dengan tulus dan ikhlas.
5. Semua sahabat-sahabatku dan mbak-mbakku yang begitu sabar menemani langkah juangku dan senantiasa saling mengingatkan dalam kebaikan.
6. Almamater tercinta Universitas Lampung.

## SANWACANA

Alhamdulillah segala puji hanya bagi Allah SWT, karena atas nikmat dan rahmat-Nya penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan Fisika di FKIP Universitas Lampung.

Dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Bapak Dr. H. Muhammad Fuad, M.Hum., selaku Dekan FKIP Universitas Lampung.
2. Bapak Dr. Caswita, M.Si., selaku Ketua Jurusan Pendidikan MIPA.
3. Bapak Drs. Eko Suyanto, M.Pd., selaku Ketua Program Studi Pendidikan Fisika atas kesediaannya untuk memberikan bimbingan, arahan dan motivasi dalam proses penyelesaian skripsi ini.
4. Bapak Dr. Abdurrahman, M.Si., selaku Pembimbing Akademik sekaligus Pembimbing I, atas kesabarannya dalam memberikan bimbingan, arahan, dan motivasi kepada penulis selama proses menyelesaikan skripsi.
5. Bapak Dr. Undang Rosidin, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah banyak memberikan saran dan kritik yang bersifat positif, motivasi dan bimbingan kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
6. Bapak Drs. Nengah Maharta, M.Si., selaku Pembahas yang banyak memberikan masukan dan kritik yang bersifat positif dan membangun.

7. Bapak dan Ibu dosen serta Staf Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Lampung yang telah membimbing penulis dalam pembelajaran di Universitas Lampung.
8. Ibu Dra. Hj. Mis Alia, M. Pd., selaku kepala SMA N 12 Bandar Lampung yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melaksanakan penelitian.
9. Ibu Dra. Sri Adiningsih selaku guru mitra yang bersedia membantu dan memberikan saran-saran demi keberhasilan penelitian ini.
10. Siswa-siswi SMA N 12 Bandar Lampung khususnya kelas X MIA 1 dan X MIA 5 atas bantuan dan kerjasamanya selama penelitian berlangsung.
11. Seluruh Bapak dan Ibu dewan guru SMA N 12 Bandarlampung, beserta staf tata usaha yang membantu penulis dalam melakukan penelitian.
12. Sahabat seperjuanganku di kampus Ayu Safitri, Eka Setiani, Haditya Aprita Lora, Meta Dwi Ayuningtias, Ni Wayan Santi, Siti Khoirurrohmah, Tiara Damai Yanti, dan Ummul Uslima. Terima kasih atas kesabaran dalam kebersamaiku selama perjalanan kuliah ini.
13. Seluruh teman-teman seperjuangan Pendidikan Fisika 2014 kelas A dan kelas B. Terima kasih atas kebersamaan dan semangatnya.
14. Para guruku dari TK hingga SMA. Terima kasih atas ilmu dan motivasi yang telah diberikan.
15. Para murabbiah dan saudari selingkar. Jazaakumullah Khairan Katsir atas ilmu, persaudaraan, dan motivasinya.
16. Keluarga besar FKAR Bandar Lampung 2016-2018. Terima Kasih atas doa, semangat, ukhuwah dan pembelajaran yang luar biasa.

17. Para rekan tutor dan adik-adikku di Rohis SMA N 12 Bandar Lampung.  
Terima kasih atas semangat, motivasi, dan keceriaannya selama ini.
18. Sahabat 4ever. Terima Kasih telah menjadi alarm pengingat untuk diriku,  
menjadi inspirator dan motivator, dan menjadi pendengar yang baik. Tetaplah  
menjadi sahabatku sampai ke syurga-Nya.
19. Teman-temanku satu PA; Listi, Irma, Raya, Ara, Jeni, dan Nailul. Terima  
Kasih atas kebersamaan dan motivasinya.
20. Para laboran dan asisten tutor di Pendidikan Fisika terutama Mbak Dian dan  
Kak Aday. Terima kasih atas ilmu, motivasi, semangat, dan pengalamannya.
21. Teman KKN sekaligus PPK ku di SMP N 2 Negeri Agung; Aji, Chia, Dara,  
Dian, Fika, Ita, Mala, Octa, dan Ulfa. Terima kasih untuk segenap cerita  
bersama.
22. Para adik tingkat Pendidikan Fisika angkatan 2015-2017. Terima Kasih atas  
semangat dan bantuannya.
23. Kepada semua pihak yang telah membantu perjuangan terselesaikannya  
skripsi ini dan yang pernah menjadi bagian dari sepotong episode kehidupan.

Penulis berdoa semoga atas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis  
mendapat pahala dari Allah SWT dan semoga skripsi ini bermanfaat. Aamiin.

Bandar Lampung, Mei 2018  
Penulis,

Karlina Maya Mulyana

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>COVER LUAR</b> .....	<b>i</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>ii</b>
<b>COVER DALAM</b> .....	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERSETUJUAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>v</b>
<b>SURAT PERNYATAAN</b> .....	<b>vi</b>
<b>RIWAYAT HIDUP</b> .....	<b>vii</b>
<b>MOTTO</b> .....	<b>viii</b>
<b>PERSEMBAHAN</b> .....	<b>ix</b>
<b>SANWACANA</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xvii</b>

### **I. PENDAHULUAN**

A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah .....	3
C. Tujuan Penelitian .....	3
D. Manfaat Penelitian .....	4
E. Ruang Lingkup Penelitian .....	4

### **II. TINJAUAN PUSTAKA**

A. Kerangka Teoritis .....	6
1. Pendekatan <i>Science, Technology, Engineering, and Mathematics</i> (STEM).....	6
2. Multirepresentasi .....	11
3. Inkuiri Terbimbing .....	16
4. Hukum Newton Tentang Gerak .....	20
5. Pendekatan Saintifik.....	24
B. Kerangka Pemikiran .....	28
C. Anggapan Dasar .....	30
D. Hipotesis .....	30

### III. METODE PENELITIAN

A. Desain Penelitian .....	32
B. Populasi dan Sampel Penelitian .....	33
1. Populasi .....	33
2. Sampel .....	33
C. Variabel Penelitian .....	33
D. Instrumen Penelitian .....	34
E. Analisis Instrumen.....	34
1. Uji Validitas .....	35
2. Uji Reliabilitas.....	36
F. Teknik Pengumpulan Data .....	37
G. Teknik Analisis Data dan Pengujian Hipotesis .....	37
1. Analisis Data .....	37
2. Pengujian Hipotesis.....	38

### IV. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian .....	41
1. Observasi Penelitian .....	41
2. Tahap Pelaksanaan .....	42
3. Hasil Uji Validitas dan Reliabilitas Soal.....	49
4. <i>N-Gain Skill</i> Multirepresentasi.....	51
5. Uji Normalitas .....	54
6. Uji Homogenitas .....	55
7. Uji Hipotesis dengan <i>Independent Sample T Test</i> .....	56
B. Pembahasan.....	57

### V. SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan .....	64
B. Saran.....	64

### DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
2.1 Definisi Literasi STEM .....	8
2.2 Kriteria Penilaian QCAI.....	15
2.3 Tahapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing .....	18
2.4 Pemetaan Materi Hukum Newton Tentang Gerak Berdasarkan Pendekatan STEM dan <i>Skill</i> Multirepresentasi.....	20
4.1 Hasil Uji Validitas Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi.....	50
4.2 Hasil Uji Reliabilitas Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi .....	51
4.3 Data Rata-Rata <i>N-gain Skill</i> Multirepresentasi.....	53
4.4 Hasil Uji Normalitas Skor <i>N-gain</i> .....	55
4.5 Hasil Uji Homogenitas .....	55
4.6 Hasil Uji <i>Independent Sample T Test</i> Data <i>Skill</i> Multirepresentasi .....	56

## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Diagram Fungsi Multirepresentasi (Ainsworth, 1999 :134) .....	12
2.2 Gaya Berat.....	22
2.3 Gaya Normal .....	22
2.4 Arah $f$ Menunjukkan Arah Dari Gaya Gesekan .....	23
2.5 Gaya Tegangan Tali .....	23
2.6 Grafik Hubungan Antara Gaya dan Percepatan .....	23
2.7 Diagram Kerangka Berpikir .....	28
3.1 <i>Non Equivalent Pretest – Posttest Control Group Design</i> .....	32
4.1 Grafik Rata-Rata <i>Pretest</i> dan <i>Posttest Skill</i> multirepresentasi siswa ...	52
4.2 Grafik Rata-Rata <i>N-gain Skill</i> multirepresentasi siswa .....	53
4.3 Grafik Sebaran <i>N-gain Skill</i> Multirepresentasi .....	54
4.4 Analisis <i>Engineering</i> dari Teknologi Sabuk Pengaman menggunakan Representasi Verbal dan Gambar .....	59
4.5 Analisis <i>Engineering</i> dari Prinsip Terdorongnya Roket menggunakan Representasi Verbal, Gambar, dan Matematika.....	60
4.6 Analisis <i>Engineering</i> dari Tikungan Balap Mobil yang Miring Licin menggunakan Representasi Verbal, Gambar, dan Matematika .....	61

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1 Daftar Pertanyaan Wawancara Guru.....	70
2 Daftar Pertanyaan Wawancara Siswa .....	72
3 Silabus Kelas Eksperimen.....	75
4 Silabus Kelas Kontrol .....	81
5 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Eksperimen .....	86
6 Rencana Pelaksanaan Pembelajaran (RPP) Kelas Kontrol .....	114
7 Lembar Kerja Peserta Didik Kelas Eksperimen .....	138
8 Lembar Kerja Peserta Didik Kelas Kontrol .....	151
9 Kisi – Kisi Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi .....	162
10 Soal <i>Skill</i> Berbasis Multirepresentasi.....	172
11 Rubrikasi Penilaian Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi .....	177
12 Hasil Uji Validitas Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi.....	187
13 Hasil Uji Reliabilitas Soal Berbasis <i>Skill</i> Multirepresentasi.....	189
14 Data Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan N-Gain <i>Skill</i> Multirepresentasi Kelas Eksperimen .....	190
15 Data Nilai <i>Pretest</i> , <i>Posttest</i> , dan N-Gain <i>Skill</i> Multirepresentasi Kelas Kontrol .....	192
16 Hasil Uji Normalitas .....	194
17 Hasil Uji Homogenitas.....	195
18 Hasil Uji <i>Independent Sample T Test</i> .....	196
19 Surat Keterangan Penelitian.....	197

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang Masalah

Hingga kini, banyak siswa menganggap pelajaran fisika merupakan pelajaran yang sangat sulit dan menakutkan. Menurut mereka, pelajaran fisika berisi banyak rumus matematika yang harus dihafal. Anggapan ini muncul karena sebagian besar siswa mendapatkan konsep fisika hanya dalam bentuk representasi matematis, namun menurut Yusup (2009) menyatakan bahwa konsep fisika dapat direpresentasikan ke dalam banyak format. Pembelajaran fisika yang menggunakan berbagai format representasi (multirepresentasi) akan memberikan cukup peluang pada pemahaman konsep, dan mengomunikasikan konsep, serta bagaimana mereka bekerja dengan sistem fisika dan proses fisika (Abdurrahman, 2013).

Multirepresentasi diartikan sebagai praktik merepresentasikan kembali (*representing*) konsep yang sama melalui beragam bentuk yang mencakup mode-mode representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, figuratif (*pictorial*, analogi, dan metafora), kinestetik, visual dan/atau mode-mode aksional-operasional (Waldrip dkk., 2006: 86). Beragam bentuk representasi merupakan cara yang tepat untuk siswa memahami suatu pelajaran karena dengan adanya multirepresentasi dapat memunculkan

kemampuan-kemampuan lain dari gabungan banyak penyampaian. Menurut Ainsworth (1999: 133), multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama yaitu pelengkap, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman yang sangat berperan dalam penguasaan konsep-konsep fisika.

Berdasarkan hasil wawancara guru pada penelitian pendahuluan di SMA Negeri 12 Bandar Lampung diketahui bahwa sebagian besar siswa cenderung hanya menggunakan representasi matematis dalam pembelajaran fisika. Banyak siswa juga belum bisa mengubah makna sebuah konsep ke dalam bentuk representasi lain karena siswa kurang memahami konsep dengan baik. Salah satu upaya yang dapat mendorong siswa untuk memahami konsep dengan baik dan dapat meningkatkan *skill* multirepresentasi yaitu dengan menerapkan suatu pendekatan pembelajaran. Pendekatan pembelajaran yang memungkinkan dapat mencapai tujuan tersebut adalah pendekatan terpadu *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* atau dapat disingkat STEM.

Pendekatan STEM adalah pendekatan yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu yaitu sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dengan memfokuskan proses pendidikan pada pemecahan masalah nyata dalam kehidupan sehari-hari. Menurut Kaniawati, dkk. (2015), melalui pengintegrasian STEM dalam pembelajaran dapat meningkatkan keaktifan dan kreativitas siswa yang cukup tinggi serta siswa dapat memahami konsep dengan baik.

Berdasarkan hasil wawancara dengan siswa di SMA Negeri 12 Bandar Lampung diketahui pula bahwa pendidik jarang menyisipkan penerapan teknologi dan rekayasa sebagai penggunaan konsep fisika dalam pembelajaran. Menurut mereka, pendidik hanya menjelaskan prinsip/hukum fisika dan model-model matematika. Hal ini yang menyebabkan mereka cenderung kurang menguasai konsep. Oleh karena itu, pendekatan STEM dapat memberikan peluang kepada siswa untuk memahami konsep dengan baik yang tercermin dari kemampuan siswa untuk mengubah makna konsep itu ke dalam bentuk representasi lain.

Berdasarkan uraian di atas, telah dilakukan penelitian untuk melihat seberapa besar peningkatan *skill* multirepresentasi dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM.

### **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang masalah, rumusan masalah dalam penelitian ini adalah bagaimana peningkatan *skill* multirepresentasi siswa SMA kelas X pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan STEM?

### **C. Tujuan Penelitian**

Berdasarkan rumusan masalah, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui peningkatan *skill* multirepresentasi siswa SMA kelas X pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan STEM.

#### **D. Manfaat Penelitian**

Manfaat penelitian ini diantaranya:

1. Bagi guru fisika, pendekatan STEM diharapkan dapat digunakan sebagai alternatif dalam menggunakan pendekatan pembelajaran di kelas.
2. Bagi siswa dapat memudahkan dalam memahami konsep fisika.

#### **E. Ruang Lingkup Penelitian**

Agar penelitian ini dapat mencapai sasaran sebagaimana yang telah dirumuskan, maka ruang lingkup penelitian ini dibatasi pada:

1. Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan *Science, Technology, Engineering, and Mathematics* atau dapat disingkat STEM merupakan pendekatan interdisiplin pada pembelajaran yang di dalamnya siswa menggunakan sains, teknologi, *engineering*, dan matematika dalam konteks nyata yang mengkoneksikan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global.
2. *Skill* multirepresentasi adalah kemampuan penggunaan representasi dengan berbagai cara atau model representasi untuk merepresentasikan suatu fenomena.
3. Materi pokok dalam pembelajaran ini adalah Hukum Newton tentang gerak
4. Model pembelajaran inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran di mana guru bertugas membimbing, mengarahkan, dan menyediakan kebutuhan siswa melalui petunjuk-petunjuk prosedur pembelajaran sehingga siswa dapat aktif dalam proses pembelajaran.

5. Subjek penelitian adalah siswa-siswi kelas X MIA SMA Negeri 12 Bandar Lampung
6. Objek penelitian adalah *skill* multirepresentasi siswa-siswi kelas X MIA SMA Negeri 12 Bandar Lampung tahun pelajaran 2017/2018 dengan implementasi pendekatan STEM.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Kerangka Teoritis

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

STEM merupakan suatu pendekatan interdisipliner yang mengintegrasikan empat disiplin ilmu pengetahuan (sains), teknologi, rekayasa, dan matematika yang diterapkan dalam konteks kehidupan sehari-hari dan berfokus terhadap pemecahan masalah dalam kehidupan nyata. Menurut Kaniawati, dkk. (2015) STEM merupakan pengintegrasian konsep desain teknologi dan rekayasa dalam pembelajaran sains/matematika yang dapat menjadikan siswa memiliki cara berpikir yang berbeda dan mengembangkan daya kritis dan membentuk logika berpikir.

Sanders (2009) menjelaskan bahwa:

STEM adalah integrasi terarah dari berbagai disiplin ilmu yang digunakan dalam pemecahan masalah kehidupan nyata.

Reeve (2013) menjelaskan bahwa:

*STEM Education* sebagai pendekatan interdisipliner pada pembelajaran di mana siswa dituntut untuk menggunakan sains, teknologi, rekayasa, dan matematika dalam konteks nyata yang menghubungkan antara sekolah, dunia kerja, dan dunia global

sehingga mereka mampu bersaing dalam era ekonomi baru yang bertumpu pada pengetahuan.

*California Department of Education* (2015) menjelaskan bahwa:

Pendidikan STEM meliputi proses berpikir kritis, analisis, dan kolaborasi dengan mengintegrasikan proses dan konsep dalam konteks dunia nyata. Pendidikan STEM mendorong pengembangan keterampilan di bidang STEM dan kompetensi untuk kuliah, karir, dan kehidupan.

Menurut Moore (2008) STEM merupakan penggabungan dari disiplin ilmu pengetahuan, teknologi, teknik, dan matematika yang bertujuan untuk memperdalam pemahaman siswa terhadap masing-masing disiplin. STEM merupakan konsep pembelajaran kontekstual yang memperluas pemahaman siswa terhadap disiplin-disiplin STEM melalui pemaparan sosial budaya yang relevan dengan konteks STEM dan meningkatkan minat dalam disiplin STEM. Belajar melalui integrasi STEM dapat membuat siswa lebih siap dalam pekerjaan bidang STEM (Brown dkk., 2011), meningkatkan minat dan prestasi dalam bidang matematika dan sains (Stohlmann dkk., 2012).

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan STEM mengintegrasikan empat disiplin ilmu yang dapat menjadikan siswa aktif, kolaboratif, berpikir kritis, terampil, dan pembelajaran dapat bermakna sehingga dapat memperluas wawasan.

Pendekatan STEM dapat mendorong siswa untuk memiliki *hard skills* yang diimbangi dengan *soft skills* seperti kemampuan kerjasama, kreativitas, kepemimpinan, dan komunikasi. Semua kemampuan tersebut diperlukan dalam membentuk generasi yang siap menghadapi persaingan ketat dunia

kerja abad ke-21. Literasi STEM merujuk pada kemampuan individu untuk menerapkan pemahaman tentang bagaimana ketatnya persaingan bekerja di dunia nyata yang membutuhkan empat domain yang saling berhubungan. Definisi literasi STEM dari empat bidang studi yang saling berhubungan dapat dilihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2.1. Definisi Literasi STEM

<b>Literasi</b>	<b>Deskripsi</b>
Sains ( <i>Science</i> )	Literasi Ilmiah : Kemampuan dalam menggunakan pengetahuan ilmiah dan proses untuk memahami dunia alam serta kemampuan berpartisipasi dalam mengambil keputusan yang mempengaruhinya.
Teknologi ( <i>Technology</i> )	Literasi Teknologi: Pengetahuan cara penggunaan teknologi baru, memahami pengembangan teknologi baru, dan memiliki kemampuan untuk menganalisis pengaruh teknologi baru terhadap individu dan masyarakat.
Teknik ( <i>Engineering</i> )	Literasi Desain : Pemahaman tentang pengembangan teknologi melalui proses desain menggunakan tema pembelajaran berbasis proyek dengan cara mengintegrasikan dari beberapa mata pelajaran berbeda (interdisipliner).
Matematika ( <i>Mathematics</i> )	Literasi Matematika : Kemampuan dalam menganalisis alasan dan mengkomunikasikan ide secara efektif dan dari cara bersikap, merumuskan, memecahkan, dan menafsirkan solusi untuk masalah matematika dalam penerapannya.

(Asmuniv, 2015)

Terdapat tiga pendekatan yang dapat digunakan dalam praktik pengintegrasian disiplin-disiplin STEM. Perbedaan antara ketiga pendekatan terletak pada pola keterpaduan dan tingkat komponen STEM yang dapat diterapkan. Tiga pendekatan pendidikan STEM tersebut yaitu pendekatan terpisah (silo), pendekatan tertanam (*embedded*), dan pendekatan terpadu (terintegrasi).

1. 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, 2010). Pendekatan silo memberikan penekanan bagaimana ilmu pengetahuan, teknologi dan rekayasa, dan pendidikan matematika telah didekati dalam desain kurikulum dan pengajaran (Asmuniv, 2015).
2. Pendekatan *embedded* (tertanam) lebih menekankan untuk mempertahankan integritas materi pelajaran, bukan fokus pada interdisiplin mata pelajaran.
3. Pendekatan terpadu (terintegrasi) bertujuan untuk menghapus dinding pemisah antara keempat disiplin STEM pada pendekatan silo dan pendekatan *embedded* dan mengajar siswa sebagai salah satu subyek (Breiner dkk., 2012). Pendekatan terintegrasi berbeda dengan pendekatan tertanam dalam hal standar evaluasi dan menilai atau tujuan dari masing-masing daerah kurikulum yang telah dimasukkan dalam pelajaran (Sanders, 2009).

Pendekatan STEM yang akan digunakan dalam penelitian eksperimen ini adalah pendekatan terpadu STEM. Berdasarkan pendapat yang dikemukakan oleh Breiner, dkk. (2012) dan Sanders (2009) dapat disimpulkan bahwa pendekatan terpadu STEM adalah pendekatan yang menggabungkan empat disiplin STEM dalam satu subyek pembelajaran. Pendekatan terpadu membangun siswa untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan cara menghubungkan disiplin pengetahuan dan keterampilan dengan pengalaman pribadi dan dunia nyata sehingga siswa akan dapat memahami konsep dengan baik.

Integrasi dapat dilakukan minimal dua disiplin, tetapi tidak terbatas oleh dua disiplin. Integrasi antardisiplin memberikan kesempatan kepada siswa untuk menguasai kompetensi yang dibutuhkan dalam menyelesaikan tugas.

Terdapat dua kata yang sering digunakan dalam literatur untuk menggambarkan integrasi yaitu multidisiplin dan interdisipliner.

Multidisiplin memiliki ciri yaitu siswa mudah mengetahui setiap disiplin dan siswa dituntut untuk dapat menghubungkan konten dan keterampilan dari mata pelajaran yang berbeda, sedangkan pada interdisipliner dimulai dengan masalah atau isu dunia nyata. Interdisipliner memiliki unsur penting seperti keterampilan berpikir kritis, keterampilan memecahkan masalah, dan pengetahuan untuk mencapai kesimpulan (Wang dkk., 2011).

## 2. Multirepresentasi

Menurut psikologi, representasi berarti proses pemodelan hal-hal yang bersifat konkret di dunia nyata menjadi konsep atau simbol yang bersifat abstrak (Hwang dkk., 2007: 192). Menurut Sabirin (2014: 33) representasi adalah bentuk interpretasi pemikiran siswa terhadap suatu masalah yang digunakan sebagai alat bantu untuk mencari jawaban dari masalah tersebut.

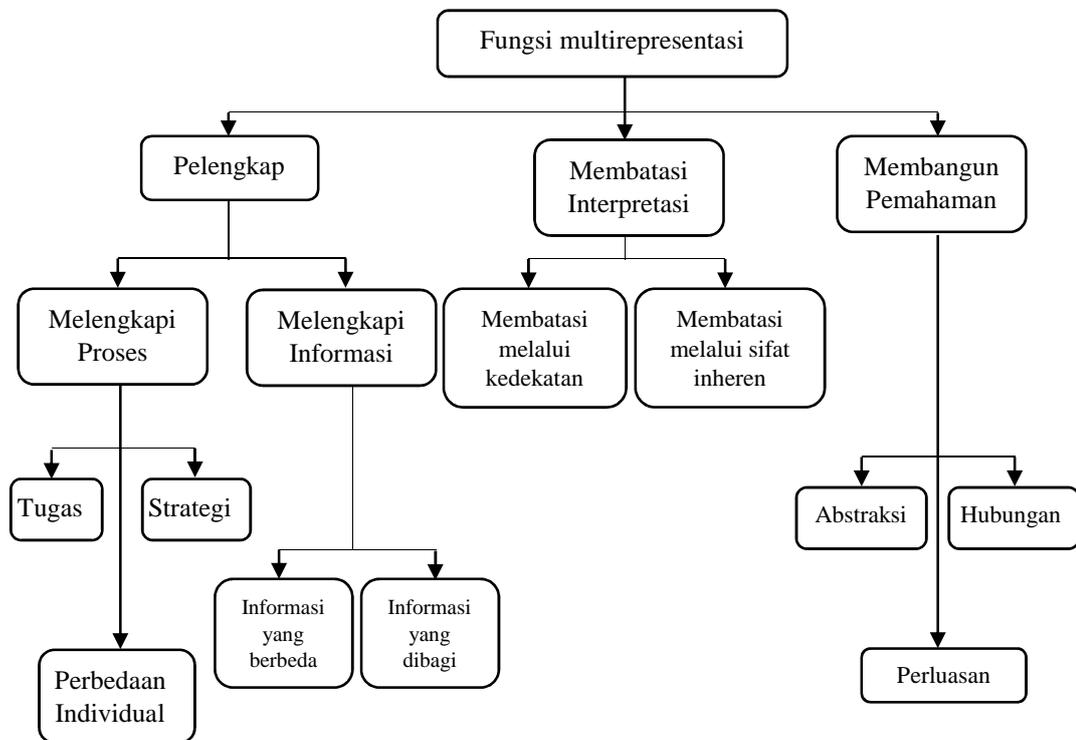
Yusup (2009: 1) mengemukakan bahwa :

Representasi adalah sesuatu yang mewakili, menyimbolkan, atau menggambarkan objek dan/atau proses.

Waldrip, dkk. (2006: 86) menjelaskan bahwa multirepresentasi merupakan praktik merepresentasi ulang konsep yang sama mencakup mode-mode representasi deskriptif (verbal, grafik, tabel), eksperimental, matematis, figuratif (*pictorial*, analogi, dan metafora), kinestetik, visual dan/atau mode mode aksional-operasional. Meltzer (dalam Abdurrahman dkk., 2011: 33) mengemukakan bahwa format atau mode representasi yang beragam pada pembelajaran konsep tertentu memberikan kesempatan yang baik dalam memahami konsep dan mengkomunikasikannya, serta bagaimana mereka bekerja dengan sistem dan proses suatu konsep fisika.

Berdasarkan beberapa pendapat tersebut, dapat disimpulkan bahwa multirepresentasi adalah penggunaan representasi dengan berbagai cara dan bentuk untuk menyatakan suatu fenomena yang berperan dalam mempermudah pemahaman konsep.

Menurut Ainsworth (1999: 134) multirepresentasi memiliki tiga fungsi utama yaitu sebagai pelengkap, pembatas interpretasi, dan pembangun pemahaman. Agar lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2.1



Gambar 2.1 Diagram Fungsi Multirepresentasi (Ainsworth, 1999: 134).

Berdasarkan Gambar 2.1, fungsi multirepresentasi dapat diuraikan sebagai berikut:

1. Multirepresentasi digunakan untuk memberikan representasi-representasi yang mengandung pelengkap informasi atau mendukung proses kognitif.
  - a. Multirepresentasi melengkapi proses untuk mendapatkan penjelasan suatu konsep tertentu atau dalam memecahkan masalah fisika.

Contohnya suatu gambar/grafik akan lebih mudah dipahami apabila dilengkapi dengan penjelasan secara verbal (kata-kata).

- b. Multirepresentasi melengkapi informasi. Multirepresentasi digunakan untuk memberikan informasi dalam bentuk representasi yang berbeda dengan tujuan untuk meminimalisir ketidakpahaman penerima informasi (siswa) terhadap suatu representasi.
2. Multirepresentasi digunakan untuk membatasi kemungkinan kesalahan menginterpretasi dalam menggunakan representasi yang lain. Terdapat dua cara yaitu membatasi melalui kedekatan dan membatasi melalui sifat inheren. Menurut Pahini (2014) membatasi melalui kedekatan berarti memanfaatkan representasi yang bisa dikenal untuk mendukung interpretasi yang kurang dikenal, sedangkan membatasi melalui sifat inheren berarti menggali sifat-sifat inheren dari satu representasi untuk membatasi representasi kedua.
  3. Multirepresentasi digunakan untuk mendorong siswa dalam membangun pemahaman terhadap situasi secara mendalam. Fungsi ini memiliki maksud yaitu multirepresentasi dapat meningkatkan abstraksi, membantu generalisasi atau perluasan, dan membangun hubungan antara representasi satu dengan yang lain.

#### **a. Jenis-Jenis Representasi**

Menurut Yusup (2009: 2), terdapat banyak jenis representasi yang bisa digunakan dalam fisika. Jenis-jenis tersebut antara lain:

a) Deskripsi verbal

Digunakan untuk memberikan definisi dari suatu konsep, verbal merupakan suatu cara yang tepat yang dapat digunakan.

b) Gambar/diagram

Gambar dapat membantu memvisualisasikan sesuatu yang masih bersifat abstrak. Banyak bentuk diagram yang sering digunakan (sesuai konsep fisika), antara lain: diagram gerak, diagram bebas benda (*free body diagram*), diagram garis medan (*field line diagram*), diagram rangkaian listrik (*electrical circuit diagram*), diagram sinar (*ray diagram*), diagram muka gelombang (*wave front diagram*), diagram energi keadaan (*energy state diagram*).

c) Grafik

Penjelasan yang panjang terhadap suatu konsep dapat direpresentasikan dalam satu bentuk grafik. Oleh karena itu, kemampuan membuat dan membaca grafik merupakan keterampilan yang sangat diperlukan. Bentuk grafik yang sering digunakan untuk merepresentasikan konsep fisika yaitu grafik balok energi (*energy bar chart*) dan grafik balok momentum (*momentum bar chart*).

d) Matematik

Representasi matematik sangat diperlukan dalam penyelesaian persoalan kuantitatif, namun penggunaan representasi kuantitatif akan banyak ditentukan kesuksesannya oleh pengguna

representasi kualitatif secara baik. Berdasarkan proses tersebut terlihat bahwa siswa tidak harus menghafalkan semua rumus-rumus atau persamaan matematik.

Penggunaan berbagai jenis representasi di atas dalam penerapannya dapat digunakan untuk saling melengkapi penjelasan terkait suatu konsep atau masalah sehingga siswa dapat dengan mudah memahami suatu konsep dan dapat menyelesaikan masalah.

#### **b. Instrumen *Skill* Multirepresentasi**

Sebuah instrumen penilaian digunakan untuk mengetahui nilai *skill* multirepresentasi yang dimiliki siswa. Penilaian didasarkan pada seberapa baik solusi jawaban yang diberikan. Pengevaluasian solusi jawaban siswa berdasarkan *Solution Quality Evaluation Criteria*, yang merupakan hasil revisi dari penelitian konsep evaluasi QCAI. Skor diatur ke dalam 5 kategori (level 1 sampai dengan 5), dapat dilihat pada Tabel 2.2.

Tabel 2.2 Kriteria Penilaian QCAI

<b>Level</b>	<b>Kriteria</b>
5	Benar, persamaan matematik dan verbal, atau penjelasan grafik/gambar benar dan lengkap
4	Benar, persamaan matematik dan verbal, atau penjelasan grafik/gambar benar tetapi kurang lengkap
3	Benar, persamaan matematik benar tetapi tidak ada penjelasan verbal atau penjelasan grafik/gambar
2	Tidak benar, persamaan matematik baik tetapi jawaban tidak benar. Atau jawaban benar tetapi tidak ada proses matematik
1	Mencoba menjawab soal

(Hwang dkk., 2007: 197)

### 3. Inkuiri Terbimbing

Menurut Suryani dan Agung (2012: 119) dalam bukunya yang berjudul

Strategi Belajar Mengajar menjelaskan bahwa:

Inkuiri berasal dari kata “*to inquiry*” yang berarti ikut serta, atau terlibat, dalam mengajukan pertanyaan-pertanyaan, mencari informasi, dan melakukan penyelidikan. Siswa diprogramkan agar selalu aktif secara mental maupun fisik. Materi yang disampaikan guru tidak begitu saja diberikan dan diterima oleh siswa, tetapi siswa diusahakan sedemikian sehingga mereka dapat memperoleh berbagai pengalaman dalam rangka “menemukan sendiri” konsep-konsep yang telah direncanakan oleh guru.

Menurut Dimiyati dan Mudjiono (2010: 173) model inkuiri adalah pengajaran yang menuntut siswa untuk mengolah informasi sehingga memperoleh pengetahuan, keterampilan, dan nilai-nilai. Model inkuiri bertujuan agar siswa dapat mengembangkan keterampilan intelektual, berpikir kritis dan mampu memecahkan masalah secara ilmiah.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa model pembelajaran inkuiri adalah pembelajaran di mana siswa dapat ikut serta secara penuh melalui kegiatan seperti mengajukan pertanyaan, mencari informasi, dan melakukan penyelidikan dengan kata lain siswa dituntut agar selalu aktif secara mental maupun fisik. Siswa tidak hanya berperan sebagai penerima pembelajaran melalui penjelasan guru melainkan mereka berperan untuk menemukan sendiri inti dari materi pembelajaran. Tujuan utama pembelajaran yang menggunakan inkuiri adalah membantu siswa untuk dapat mengembangkan intelektual dan keterampilan berpikir dengan

mengajukan pertanyaan-pertanyaan dan memperoleh jawaban atas dasar rasa ingin tahu mereka.

Menurut Arinillah (2016) pembelajaran dengan model inkuiri mendorong siswa belajar sains sekaligus model sains. Proses inkuiri memberikan kesempatan kepada siswa untuk memiliki kemampuan memecahkan masalah, membuat keputusan dan memiliki pengalaman belajar yang nyata dan aktif. Peran guru dalam pembelajaran inkuiri yaitu sebagai fasilitator dan motivator.

Pengertian model pembelajaran inkuiri terbimbing berdasarkan pendapat Umar, dkk. (2004: 3) adalah:

Proses pembelajaran di mana guru menyediakan unsur-unsur asas dalam satu pelajaran dan kemudian meminta siswa membuat generalisasi.

Lebih lanjut Sanjaya (2011: 194) menjelaskan bahwa:

Inkuiri terbimbing adalah serangkaian kegiatan pembelajaran yang menekankan pada proses berpikir secara kritis dan analitis untuk mencari dan menemukan sendiri jawaban yang sudah pasti dari suatu masalah yang ditanyakan. Proses berpikir itu sendiri biasanya dilakukan melalui tanya jawab antara guru dan siswa.

Berdasarkan pendapat di atas dapat disimpulkan bahwa inkuiri terbimbing merupakan model pembelajaran di mana guru bertugas membimbing, mengarahkan, dan menyediakan kebutuhan siswa melalui petunjuk-petunjuk prosedur pembelajaran sehingga siswa dapat aktif dalam proses pembelajaran.

Merujuk dari pendapat Sanjaya (2011: 194), ada beberapa ciri utama dari pembelajaran inkuiri yaitu : Pertama, pembelajaran inkuiri menekankan kepada aktivitas siswa secara maksimal untuk mencari dan menemukan, artinya inkuiri menempatkan siswa sebagai subyek belajar. Kedua, semua aktivitas yang dikerjakan siswa diarahkan untuk mencari dan menemukan jawaban sendiri dari sesuatu yang dipertanyakan sehingga dapat menumbuhkan sikap percaya diri (*self belief*). Ketiga, tujuan dari penggunaan pembelajaran inkuiri yaitu mengembangkan kemampuan berpikir secara sistematis, logis, dan kritis atau mengembangkan kemampuan intelektual sebagai bagian dari proses mental.

Menurut Eggen dan Kauchak dalam Trianto (2011: 172), tahapan model pembelajaran inkuiri terbimbing seperti pada Tabel 2.3

Tabel 2.3 Tahapan Model Pembelajaran Inkuiri Terbimbing

<b>Fase Ke -</b>	<b>Indikator</b>	<b>Peran Guru</b>
<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>
1	Menyajikan pertanyaan atau masalah.	Guru membimbing siswa mengidentifikasi masalah. Guru membagi siswa dalam beberapa kelompok.
2	Membuat hipotesis	Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk memberikan pendapat dalam membentuk hipotesis. Guru membimbing siswa dalam menentukan hipotesis yang relevan dengan permasalahan dan memprioritaskan hipotesis yang akan digunakan untuk dijadikan prioritas penyelidikan.
3	Merancang percobaan	Guru memberikan kesempatan pada siswa untuk menentukan langkah-langkah yang sesuai dengan hipotesis yang akan dilakukan.

<b>Fase Ke -</b>	<b>Indikator</b>	<b>Peran Guru</b>
<b>(1)</b>	<b>(2)</b>	<b>(3)</b>
		Guru membimbing siswa dalam menentukan langkah-langkah percobaan.
4	Melakukan percobaan untuk memperoleh data.	Guru membimbing siswa mendapatkan data melalui percobaan.
5	Mengumpulkan dan menganalisis data	Guru memberikan kesempatan kepada tiap kelompok untuk menyampaikan hasil pengolahan data yang terkumpul.
6	Membuat kesimpulan	Guru membimbing siswa dalam membuat kesimpulan berdasarkan data yang telah diperoleh.

Berdasarkan pendapat Eggen dan Kauchak dalam Trianto (2011: 172) dapat disimpulkan bahwa ada enam langkah dalam inkuiri terbimbing antara lain menyajikan pertanyaan atau permasalahan, membuat dugaan sementara (hipotesis) terkait masalah yang ada, merancang percobaan untuk menguji kebenaran hipotesis, melakukan percobaan untuk mengumpulkan informasi, mengumpulkan dan menganalisis data yang diperoleh saat percobaan, serta membuat kesimpulan berdasarkan analisis data yang telah dibuat.

Menurut Roestiyah (2008: 18) inkuiri terbimbing memiliki keunggulan sebagai berikut:

- a Membentuk dan mengembangkan “*Self-Concept*” pada diri siswa sehingga siswa dapat mengerti tentang konsep dasar dan ide-ide yang lebih baik.
- b Membantu dalam menggunakan kemampuan berpikir dan transfer pada situasi proses belajar yang baru.
- c Mendorong siswa untuk berpikir dan bekerja atas inisiatifnya sendiri, bersikap objektif, jujur, dan terbuka.
- d Situasi proses belajar menjadi lebih terangsang.
- e Mengembangkan bakat atau kecakapan individu.
- f Memberi kebebasan pada siswa untuk belajar sendiri

- g Memberikan waktu kepada siswa secukupnya sehingga mereka dapat mengasimilasi dan mengakomodasi informasi.

Selain memiliki kelebihan, inkuiri terbimbing juga memiliki beberapa kekurangan antara lain:

- 1) Guru harus tepat memilih masalah yang akan dikemukakan untuk membantu siswa menemukan konsep.
- 2) Guru dituntut menyesuaikan diri terhadap gaya belajar siswa-siswanya.
- 3) Guru sebagai fasilitator diupayakan kreatif dalam mengembangkan pertanyaan-pertanyaan.

Berdasarkan pendapat Roestiyah (2008: 18) dapat diketahui bahwa inkuiri terbimbing memiliki keunggulan dan beberapa kelemahan, namun kelemahan pada inkuiri terbimbing bisa diatasi dengan cara seperti guru memberikan pertanyaan-pertanyaan yang dapat mendorong siswa untuk mengajukan dugaan awal, menggunakan bahan atau permainan yang bervariasi, dan guru memberikan kesempatan kepada siswa untuk memberikan ide/gagasan meskipun gagasan tersebut belum tepat.

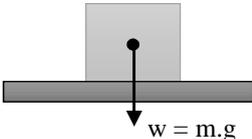
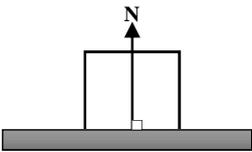
#### 4. Hukum Newton Tentang Gerak

Berikut ini tabel pemetaan materi Hukum Newton tentang gerak yang dikelompokkan berdasarkan pendekatan STEM dan *skill* multirepresentasi.

Tabel 2.4 Pemetaan Materi Hukum Newton Tentang Gerak Berdasarkan Pendekatan STEM dan *Skill* Multirepresentasi

<b>Pendekatan STEM</b>	<b>Skil Multirepresentasi</b>
<b>Science sebagai proses</b> Demonstrasi Hukum I Newton untuk mengetahui kelembamam benda.	<b>Representasi Verbal</b> Hukum I Newton berbunyi: “Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, benda yang

<b>Pendekatan STEM</b>	<b>Skil Multirepresentasi</b>
Percobaan Hukum II Newton untuk mengetahui hubungan antara percepatan dengan gaya dan massa benda.	mula-mula diam akan terus diam, sedangkan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap”. Hukum II Newton berbunyi: “Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda besarnya berbanding lurus dengan gaya itu, dan berbanding terbalik dengan massa benda”.
Demonstrasi Hukum III Newton dengan menemukan prinsip terdorongnya roket yang sesuai dengan Hukum III Newton.	Hukum III Newton berbunyi: “Jika sebuah benda mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda yang kedua ini juga mengerjakan gaya terhadap benda pertama besarnya sama tetapi arahnya berlawanan”.
Diskusi terkait peristiwa dinamika partikel yang menerapkan Hukum-Hukum Newton	Gaya berat adalah gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda.
<b>Science sebagai konsep</b> Hukum I Newton berbunyi “Jika resultan gaya pada suatu benda sama dengan nol, benda yang mula-mula diam akan terus diam, sedangkan benda yang mula-mula bergerak akan terus bergerak dengan kecepatan tetap”.	Gaya normal didefinisikan sebagai gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, yang arahnya selalu tegak lurus pada bidang sentuh.
Hukum II Newton berbunyi “Percepatan yang ditimbulkan oleh gaya yang bekerja pada suatu benda besarnya berbanding lurus dengan gaya itu, dan berbanding terbalik dengan massa benda”.	Gaya gesekan termasuk gaya sentuh, yang muncul jika permukaan dua benda bersentuhan langsung secara fisik.
Hukum III Newton berbunyi “Jika sebuah benda mengerjakan gaya terhadap benda kedua, maka benda yang kedua ini juga mengerjakan gaya terhadap benda pertama besarnya sama tetapi arahnya berlawanan”.	Tegangan tali adalah gaya tegang yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali tersebut tegang.
Gaya berat adalah gaya gravitasi bumi yang bekerja pada suatu benda. Gaya normal adalah gaya yang bekerja pada bidang sentuh antara dua permukaan yang bersentuhan, yang arahnya selalu tegak lurus pada bidang sentuh. Gaya gesekan adalah gaya yang	

<b>Pendekatan STEM</b>	<b>Skil Multirepresentasi</b>
<p>muncul jika permukaan dua benda bersentuhan langsung secara fisik. Selain itu, terdapat gaya tegangan tali yang didefinisikan sebagai gaya tegang yang bekerja pada ujung-ujung tali karena tali tersebut tegang.</p>	
<p><b>Technology sebagai penerapan sains</b></p>	<p><b>Representasi Matematis</b></p>
<p>Penerapan teknologi dari Hukum I Newton yaitu sabuk pengaman yang digunakan untuk menghindari terjadinya benturan antara pengendara dengan bagian depan mobil atau terlempar keluar mobil.</p>	<p>Hukum I Newton, secara matematis ditulis <math>F = 0</math> untuk benda diam atau benda bergerak lurus beraturan.</p>
<p>Penerapan teknologi dari Hukum II Newton yaitu sepeda balap</p>	<p>Hukum II Newton, secara matematis ditulis <math>F = m \cdot a</math>.</p>
<p>Penerapan Hukum III Newton yaitu roket</p>	<p>Hukum III Newton, secara matematis ditulis:  <math display="block">\text{Aksi} = -\text{reaksi}</math> <math display="block">F = -F'</math></p>
<p>Bidang Miring diterapkan pada jalan tikungan balap mobil</p>	<p>Gaya berat secara matematis ditulis:  <math display="block">w = m \cdot g</math></p>
<p><b>Engineering sebagai rekayasa sains</b></p>	<p><b>Representasi Gambar atau Diagram</b></p>
<p>Rekayasa yang digunakan pada sabuk pengaman adalah jika kecelakaan terjadi, mobil mengalami suatu percepatan negatif yang besar dan dengan cepat menjadi diam (berhenti). seketika itu juga, sebuah benda bermassa besar di bawah tempat duduk akan tetap bergerak ke depan sepanjang rel akibat inersianya. Sambungan antara massa dan batang menyebabkan batang berputar terhadap porosnya dan menyentuh roda gigi. Pada titik ini roda gigi</p>	
<p>Gambar 2.2 Gaya Berat.</p>	<p>Gambar 2.2 Gaya Berat.</p>
<p>Gambar 2.3 Gaya Normal.</p>	
<p>Gambar 2.3 Gaya Normal.</p>	<p>Gambar 2.3 Gaya Normal.</p>

---

**Pendekatan STEM**

terkunci pada tempatnya dan sabuk tidak dapat lagi mengendur.

Rekayasa yang digunakan pada sepeda balap yaitu sepeda ini didesain ringan dengan dibuat menggunakan bahan khusus yang sangat kuat tetapi sangat ringan seperti serat karbon. Hal ini yang membuat pembalap yang menaiki sepeda ini memiliki percepatan tinggi yang mana sesuai dengan Hukum II Newton bahwa percepatan berbanding terbalik dengan massa benda.

Rekayasa yang digunakan pada prinsip terdorongnya roket adalah roket mengerjakan gaya pada gas panas dalam arah vertikal ke bawah (aksi) dan sesuai Hukum III Newton timbul reaksi berupa gaya dorong vertikal ke atas pada roket yang dikerjakan oleh gas panas.

Rekayasa yang digunakan pada tikungan balap mobil adalah dengan membuat jalan tikungan menjadi miring agar terdapat gaya sentripetal.

---

**Mathematics sebagai alat**

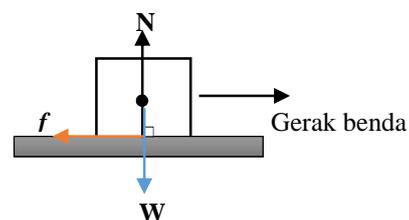
Hukum I Newton, secara matematis ditulis  $F = 0$  untuk benda diam atau benda bergerak lurus beraturan.

Hukum II Newton, secara matematis ditulis  $F = m \cdot a$ .

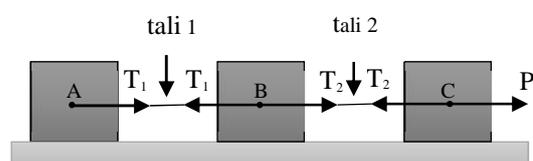
Hukum III Newton, secara matematis ditulis:

$$\begin{aligned} \text{Aksi} &= -\text{reaksi} \\ F &= -F' \end{aligned}$$

---

**Skil Multirepresentasi**


Gambar 2.4 Arah  $f$  Menunjukkan Arah Dari Gaya Gesekan.

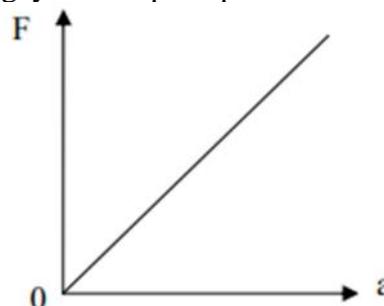


Gambar 2.5 Gaya Tegangan Tali.

---

**Representasi Grafik**

Berikut ini grafik hubungan antara gaya  $F$  dan percepatan  $a$



Gambar 2.6 Grafik Hubungan Antara Gaya dan Percepatan.

---

## 5. Pendekatan Saintifik

Menurut Arivida (2016), pendekatan saintifik adalah konsep dasar yang melatarbelakangi perumusan metode mengajar dengan menerapkan karakteristik yang ilmiah. Selain itu pada Lampiran Permendikbud No. 103 Tahun 2014 dijelaskan bahwa pendekatan saintifik dalam pembelajaran merupakan pembelajaran yang terdiri atas kegiatan mengamati (untuk mengidentifikasi hal-hal yang ingin diketahui), merumuskan pertanyaan (dan merumuskan hipotesis), mencoba/mengumpulkan data (informasi) dengan berbagai teknik, mengasosiasi/ menganalisis/mengolah data (informasi) dan menarik kesimpulan serta mengkomunikasikan hasil yang terdiri dari kesimpulan untuk memperoleh pengetahuan, keterampilan dan sikap.

Menurut Diani (2016), Pembelajaran dengan pendekatan saintifik yaitu proses pembelajaran yang dirancang sedemikian rupa agar siswa secara aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan-tahapan mengamati (untuk mengidentifikasi atau menemukan masalah), merumuskan masalah, mengajukan atau merumuskan hipotesis, mengumpulkan data dengan berbagai teknik, menganalisis data, menarik kesimpulan dan mengomunikasikan konsep, hukum atau prinsip yang ditemukan.

Berdasarkan pendapat tersebut dapat disimpulkan bahwa pendekatan saintifik adalah pendekatan yang menuntut siswa untuk aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahap-tahap ilmiah.

Menurut Diani (2016), Pendekatan saintifik dalam pembelajaran dimaksudkan untuk memberikan pemahaman kepada siswa dalam mengenal dan memahami berbagai materi menggunakan pendekatan ilmiah, bahwa informasi bisa berasal dari mana saja, kapan saja, tidak bergantung pada informasi searah dari pendidik.

Menurut Daryanto (2014), Pembelajaran dengan pendekatan saintifik memiliki karakteristik sebagai berikut:

1. Berpusat pada siswa
2. Melibatkan keterampilan proses sains dalam mengkonstruksi konsep, hukum atau prinsip
3. Melibatkan proses-proses kognitif yang potensial dalam merangsang perkembangan intelek, khususnya keterampilan berpikir tingkat tinggi siswa
4. Mengembangkan katakter yang dimiliki oleh siswa.

Menurut Sani (2013), Pendekatan saintifik memiliki komponen proses pembelajaran antara lain:

1. Mengamati/observasi

Mengamati (observasi) adalah menggunakan panca indra untuk memperoleh informasi. Tahap mengamati dapat membantu siswa menemukan/mendaftar/menginventarisasi apa saja yang ingin/perlu diketahui sehingga dapat melakukan/menciptakan sesuatu. Tahap mengamati sangat bermanfaat bagi pemenuhan rasa ingin tahu siswa sehingga proses pembelajaran memiliki kebermaknaan yang tinggi.

## 2. Menanya

Tahapan ini membantu siswa merumuskan pertanyaan berdasarkan daftar hal-hal yang perlu/ingin diketahui agar dapat melakukan/menciptakan sesuatu. Siswa diberikan ruang dan waktu untuk berlatih mengkonstruksi rumusan masalah/pertanyaan yang terkait dengan suatu fenomena/informasi yang dijumpai. Pendidik membuka kesempatan secara luas kepada siswa untuk bertanya mengenai apa yang sudah dilihat, disimak, dibaca atau dilihat. Melalui kegiatan bertanya dikembangkan rasa ingin tahu siswa. Semakin terlatih dalam bertanya maka rasa ingin tahu semakin dapat dikembangkan.

Pertanyaan tersebut menjadi dasar untuk mencari informasi yang lebih lanjut dan beragam dari sumber yang ditentukan pendidik sampai yang ditentukan siswa, dari sumber yang tunggal sampai sumber yang beragam.

## 3. Mencoba/mengumpulkan informasi

Kegiatan “mengumpulkan informasi” merupakan tindak lanjut dari bertanya. Kegiatan ini dilakukan dengan menggali dan mengumpulkan informasi dari berbagai sumber melalui berbagai cara. Siswa dapat membaca buku yang lebih banyak, memperhatikan fenomena atau objek yang lebih teliti, atau bahkan melakukan eksperimen sehingga terkumpul sejumlah informasi. Tahap ini akan membimbing siswa untuk senantiasa berbicara/berargumentasi dengan berbasis data/informasi/fakta. Keterampilan mengumpulkan data (informasi)

merupakan basis dalam peningkatan kreativitas, sikap sosial, dan sikap spiritual siswa.

#### 4. Menalar/asosiasi

Kegiatan “mengasosiasi/mengolah informasi/menalar” yaitu memproses informasi yang sudah dikumpulkan baik terbatas dari hasil kegiatan mengumpulkan/eksperimen maupun hasil dari kegiatan mengamati dan kegiatan mengumpulkan informasi. Kegiatan ini membantu siswa mengolah atau menganalisis data/informasi dan menarik kesimpulan. Tahapan tersebut merupakan tahapan untuk membentuk kemampuan dan keterampilan berpikir tingkat tinggi/kritis siswa. Adapun kompetensi yang diharapkan adalah mengembangkan sikap jujur, teliti, disiplin, taat aturan, kerja keras, kemampuan menerapkan prosedur dan kemampuan berpikir induktif serta deduktif dalam menyimpulkan.

#### 5. Mengkomunikasikan

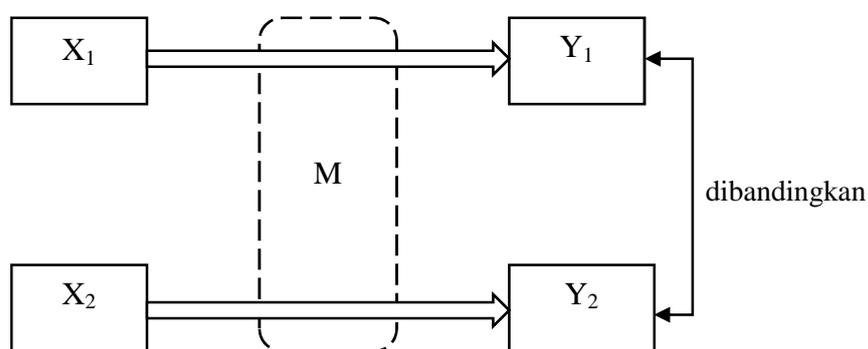
Pendidik diharapkan memberi kesempatan kepada siswa untuk mengkomunikasikan apa yang telah mereka pelajari. Kegiatan ini dapat dilakukan dengan cara menuliskan atau menceritakan apa yang ditemukan dalam kegiatan mencari informasi, mengasosiasikan dan menemukan pola. Hasil tersebut disampaikan di kelas dan dinilai oleh pendidik sebagai hasil belajar siswa atau kelompok siswa tersebut.

Menurut Kemendikbud (2013), Pembelajaran dengan pendekatan saintifik akan menyentuh tiga ranah, yaitu sikap (afektif), pengetahuan (kognitif), dan keterampilan (psikomotor). Ranah sikap menggamit transformasi

substansi atau materi ajar agar siswa “tahu mengapa”. Ranah pengetahuan menggamit transformasi substansi atau materi ajar agar siswa “tahu apa”. Ranah keterampilan menggamit transformasi substansi atau materi ajar agar siswa “tahu bagaimana”.

## B. Kerangka Pemikiran

Penelitian ini adalah penelitian eksperimen dengan variabel bebas adalah pendekatan STEM dan pendekatan saintifik. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah *skill* multirepresentasi, sedangkan variabel moderatornya adalah model pembelajaran inkuiri terbimbing. Hubungan variabel bebas dengan variabel terikat dapat dilihat pada Gambar 2.7.



Gambar 2.7 Diagram Kerangka Pikir.

Keterangan:

$X_1$  : pembelajaran dengan pendekatan STEM

$X_2$  : pembelajaran dengan pendekatan saintifik

$Y_1$  : *skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen

$Y_2$  : *skill* multirepresentasi pada kelas kontrol

M : model pembelajaran inkuiri terbimbing sebagai desain variabel moderator

Penelitian ini dilakukan menggunakan satu kelas eksperimen dan satu kelas kontrol. Kelas eksperimen diberi perlakuan dengan menggunakan pendekatan STEM materi Hukum Newton tentang gerak, sedangkan kelas kontrol diberi perlakuan dengan menggunakan pendekatan saintifik materi Hukum Newton tentang gerak. Pada awal dan akhir pembelajaran kelas eksperimen maupun kelas kontrol, guru memberikan *pretest* dan *posttest* untuk melihat peningkatan *skill* multirepresentasi siswa.

Pembelajaran dengan pendekatan STEM dapat meningkatkan *skill* multirepresentasi. Hal ini dikarenakan proses pembelajaran dengan menggunakan pendekatan STEM dapat menjadikan siswa aktif, kolaboratif, berpikir kritis, terampil, dan pembelajaran dapat bermakna sehingga dapat memperluas wawasan. Pendekatan STEM terintegrasi dapat membangun siswa untuk memiliki pengalaman belajar yang lebih bermakna dengan cara mengaitkan disiplin pengetahuan dan keterampilan dengan pengalaman pribadi dan dunia nyata sehingga siswa dapat memahami konsep dengan baik.

Pemahaman konsep yang baik akan tercermin dari kemampuan siswa untuk menggunakan dan mengubah representasi dengan berbagai cara atau bentuk dalam menyatakan suatu konsep tersebut dengan kata lain *skill* multirepresentasi siswa akan meningkat.

Di sisi lain pembelajaran dengan pendekatan saintifik dapat pula meningkatkan *skill* multirepresentasi karena siswa dituntut untuk aktif mengonstruksi konsep, hukum atau prinsip melalui tahapan mengamati, menanya, mencoba, menalar,

dan mengkomunikasikan. Akhirnya, siswa dapat memahami konsep dan berimplikasi pada peningkatan *skill* multirepresentasi.

Penelitian ini berasumsi bahwa terdapat perbedaan peningkatan *skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen (kelas yang menggunakan pendekatan STEM) dan kelas kontrol (kelas yang menggunakan pendekatan saintifik).

Peneliti berasumsi peningkatan *skill* multirepresentasi pada kelas eksperimen akan lebih baik dibanding kelas kontrol karena melalui pendekatan STEM siswa tidak hanya melakukan proses sains (kegiatan “5M”) saja tetapi juga siswa mengaitkan aspek teknologi, rekayasa (*engineering*), dan matematika dalam pembelajaran. Integrasi aspek teknologi, rekayasa, dan matematika mendorong siswa untuk lebih baik dalam penguasaan konsep sehingga *skill* multirepresentasi pun meningkat.

### **C. Anggapan Dasar**

1. Kelas eksperimen dan kelas kontrol menggunakan model pembelajaran yang sama.
2. Kelas eksperimen dan kelas kontrol membelajarkan materi pembelajaran yang sama.
3. Faktor-faktor lain di luar penelitian diabaikan.

### **D. Hipotesis**

Berdasarkan uraian di atas maka hipotesis yang dapat diajukan dalam penelitian ini sebagai berikut:

## V. SIMPULAN DAN SARAN

### A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan dapat disimpulkan sebagai berikut:

Terdapat peningkatan *skill* multirepresentasi siswa SMA kelas X secara signifikan pada materi Hukum Newton tentang gerak dengan menggunakan pendekatan pembelajaran STEM yang ditunjukkan dengan adanya rata-rata nilai *N-gain* pada kelas eksperimen sebesar 0,63, sedangkan pada kelas kontrol yang menggunakan pendekatan saintifik memiliki rata-rata nilai *N-gain* sebesar 0,55.

### B. Saran

Berdasarkan simpulan, maka penulis memberikan saran sebagai berikut:

1. Penggunaan pendekatan STEM dapat dijadikan salah satu alternatif bagi guru sebagai upaya untuk meningkatkan *skill* multirepresentasi siswa.
2. Peneliti lanjutan yang berminat melakukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh pendekatan STEM terhadap *skill* multirepresentasi siswa di pembelajaran fisika dapat melakukan penelitian dengan materi-materi fisika yang lain.

## DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrahman. 2013. *Belajar Sains – Fisika melalui Multiple Representations*. (Online). <http://staff.unila.ac.id/abdurrahmanabe/2013/03/25/belajar-sains-fisika-melalui-multiple-representatations>. Diakses pada 28 September 2017.
- Abdurrahman., Liliyasi., A. Rusli., & B. Waldrip. 2011. Implementasi Pembelajaran Berbasis Multi Representasi untuk Peningkatan Penguasaan Konsep Fisika Kuantum. *Cakrawala Pendidikan*. 1 (1): 30-45.
- Ainsworth, S. 1999. The Functions of Multiple Representations. *Computers & Education*. 33 (2): 131-152.
- Arikunto, Suharsimi. 2012. *Dasar-Dasar Evaluasi Pendidikan Edisi Revisi*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Arivida, R. 2016. Pendekatan Saintifik dalam Kurikulum Pendidikan Agama Islam Perspektif Al Qur'an. *Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya*.
- 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)*. <http://www.vedcmalang.com/pppptsboemlg/index.php/menuutama/listrikelectro/1507-asv9>. Diakses pada 1 Oktober 2017.
- Breiner, J.M., Johnson, C.C., Harkness, S.S., & Koehler, C.M. 2012. What Is STEM? A Discussion about Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*. 112 (1): 3-11.
- Blackley, S., Rahmawati, Y., Fitriani, E., Sheffield, R., & Koul, R. 2018. Using a Makerspace Approach to Engage Indonesian Primary Students with STEM. *Issues in Educational Research*. 28(1): 18-42.
- Brown R, Brown J, Reardon K & Merrill C. 2011. Understanding STEM: Current Perceptions. *The Technology and Engineering Teacher*. 70(6): 5-9.

- California Departement of Education. 2015. *Science, Technology, Engineering, and Mathematics*. (Online). <http://www.cde.ca.gov/pd/ca/sc/stemintrod.asp>. Diakses pada 1 Oktober 2017.
- Cantrell, P., Pekcan, G., Itani, A., & Velasquez-Bryant, N. 2006. The Effects of Engineering Modules on Student Learning in Middle School Science Classrooms. *Journal of Engineering Education*. 95(4): 301-309.
- Daryanto. 2014. *Pendekatan Pembelajaran Saintifik Kurikulum 2013*. Yogyakarta: Gava Media.
- Diani, R. 2016. Pengaruh Pendekatan Saintifik Berbantuan LKS terhadap Hasil Belajar Fisika Peserta Didik Kelas XI SMA Perintis 1 Bandar Lampung. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-Biruni*. 5(1): 83-93.
- Dimiyati dan Mudjiono. 2009. *Belajar dan Pembelajaran*. Rineka Cipta. Jakarta. 298 hlm.
- Dugger, W. E. 2010. *Evolution of STEM in the United States*. (Online). <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.476.5804&rep=rep1&type=pdf>. Diakses pada 2 Oktober 2017.
- Hwang, Wu-Yuin, Nian-Shing Chen, Jian-Jie Dung, & Yi-Lun Yang. 2007. Multiple Representation Skills and Creativity Effects on Mathematical Problem Solving using a Multimedia Whiteboard System. *Educational Technology & Society*. 10 (2): 191-212.
- Jannah, M. 2012. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Berorientasi Nilai Karakter melalui Inkuiri Terbimbing Materi Cahaya pada Siswa Kelas VIII Sekolah Menengah Pertama. *Journal of Innovative Science Education*. 1(1): 54-60.
- Kaniawati, D. S., & Suwarma, I. K. I. R. 2015. Study Literasi Pengaruh Pengintegrasian Pendekatan STEM dalam Learning Cycle 5E terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah Siswa pada Pembelajaran Fisika. *Departemen Pendidikan Fisika FPMIPA UPI*. 39.
- Moore, T. J. 2008. STEM Integration: Crossing Disciplinary Borders to Promote Learning and Engagement. *Invited presentation to the faculty and graduate students of the UTeachEngineering, UTeachNatural Sciences, and STEM Education program area at University of Texas at Austin*: 1-13.
- Pangesti, K. I., Yulianti, D., & Sugianto, S. 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.

- Permendikbud Nomor 65. 2013. *Standar Proses Pendidikan Dasar dan Menengah*. Jakarta: Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia. 16 hlm.
- Permendikbud Nomor 103. 2014. *Pedoman Pelaksanaan Pembelajaran*. Jakarta: Menteri Pendidikan dan Kebudayaan Indonesia.
- Priyatno. 2010. *Paham Analisa Statistik Data dengan SPSS*. Jakarta: Buku Seri.
- Reeve, Edward M & Avery Zanj K. 2013. Developing Effective STEM Professional Development Program. *Journal of Technology Education*. 25(1).
- Rehmat, A. P. 2015. Engineering the Path to Higher-Order Thinking in Elementary Education: A Problem-Based Learning Approach for STEM Integration. *UNLV Theses/Dissertations/Professional Papers/Capstones. Paper 2497*.
- Roestiyah, N. K. 2008. *Strategi Belajar Mengajar*. Jakarta: Rineka Cipta. 169 hlm.
- Sabirin, M. 2014. Representasi dalam Pembelajaran Matematika. *Jurnal Pendidikan Matematika*. 1(2): 33-44.
- Sanders, M. 2009. STEM, STEM education, STEM mania. *The Technology Teacher*. 68 (4): 20-26.
- Sani, R. A. 2013. *Pembelajaran Sainifik untuk Implementasi Kurikulum*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Sanjaya, Wina. 2011. *Strategi Pembelajaran Berorientasi Standar Proses Pendidikan*. Kencana. Jakarta. 294 hlm.
- Stohlmann M, Tamara J.M & Gillian H.R. 2012. Conciderations for Teaching Integrated STEM Education. *Journal of Pre-College Engineering Education Research (J-PEER)*. 2(1): 22-29.
- Suryani, Nunuk, dan Leo Agung. 2012. *Strategi Belajar Mengajar*. Yogyakarta: Penerbit Ombak. 268 hlm.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan, Pendidikan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Trianto. 2011. *Mendesain Model Pembelajaran Inovatif – Progresif : Konsep, Landasan, dan Implementasinya pada Kurikulum Tingkat Satuan Pendidikan* . Jakarta: Kencana. 63 hlm.

- Umar, Irfan Naufal dan Sajap Maswan. 2004. Aplikasi Pendekatan Inkuiri dalam Persekitaran Pembelajaran Berasaskan Web. (Online).  
[Http://www.sajadstudio.info/paperwork/meta\\_terengganu.pdf](http://www.sajadstudio.info/paperwork/meta_terengganu.pdf). Diakses pada tanggal 15 Oktober 2017.
- Waldrip, B., Prain, V. & Carolan, J. 2006. Learning Junior Secondary Science through Multi-Modal Representations. *Electronic Journal of Science Education*. 11 (1): 86-105.
- Wang, H., Moore, T.J., Roehrig, G.H., Park, M. 2011. STEM Integration: Teacher Perceptions and Practice. *Journal of Pre-Collage Engineering Education Research* . 1(2): 1-13.
- Yusup, M. 2009. Multirepresentasi dalam Pembelajaran Fisika. *Jurnal Pendidikan Teknologi Informasi dan Komunikasi*. 2 (1).