

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
BERBASIS ARDUINO UNO TERINTEGRASI
DENGAN PENDEKATAN STEAM PADA
MATERI MOMEN INERSIA**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Melengkapi Tugas-Tugas dan Memenuhi Syarat-
Syarat Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)
dalam Ilmu Pendidikan Fisika**

**M AFIF HABIBILLAH
NPM.1611090099**



Jurusan: Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H / 2023 M**

**PENGEMBANGAN MEDIA PEMBELAJARAN
BERBASIS ARDUINO UNO TERINTEGRASI
DENGAN PENDEKATAN STEAM PADA
MATERI MOMEN INERSIA**

SKRIPSI

**Diajukan Untuk Memenuhi Tugas-Tugas Dan Memenuhi Syarat-
Syarat Untuk Di Seminarkan Di Fakultas Tarbiyah Guna
Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)**

Oleh :

**M AFIF HABIBILLAH
NPM: 1611090099**

**Pembimbing I: Sri Latifah, M.Sc
Pembimbing II: Ardian Asyhari, M.Pd**

Jurusan: Pendidikan Fisika

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
RADEN INTAN LAMPUNG
1445 H / 2023 M**

ABSTRAK

Telah dilakukan penelitian pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia yang bertujuan untuk mengetahui pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno, mengetahui kelayakan media pembelajaran berbasis Arduino Uno dan mengetahui respon kemenarikan pendidik (dosen) serta peserta didik (mahasiswa) terhadap media pembelajaran berbasis Arduino Uno yang dikembangkan. Pada penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development (R&D)* dengan mengadopsi model ADDIE yang terdiri dari lima tahapan yaitu: *analysis, design, development, implementation, and evaluation*. Instrumen yang digunakan yaitu berupa lembar angket analisis kebutuhan, lembar validasi, angket respon pendidik (dosen) dan peserta didik (mahasiswa) serta dokumentasi.

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia penilaian dari ahli materi dan ahli media memperoleh kategori layak dengan persentase validasi ahli materi sebesar 77%, dan ahli media sebesar 78%. Sedangkan respon dari pendidik dan peserta didik memberikan respon positif terhadap kelayakan dan kemenarikan dari media pembelajaran berbasis Arduino Uno dengan pendekatan STEAM dengan respon pendidik sebesar 93%, dan uji coba lapangan memperoleh nilai sebesar 87,2% sehingga berdasarkan data tersebut media pembelajaran berbasis Arduino Uno dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia layak dan sangat menarik untuk digunakan dalam proses perkuliahan.

Kata Kunci: Media Pembelajaran, Arduino Uno, STEAM, Momen Inersia

ABSTRACT

Research on the development of Arduino Uno-based learning media integrated with the STEAM approach on moment of inertia material aims to determine the development of Arduino Uno-based learning media, determine the feasibility of Arduino Uno-based learning media, and find out the attractive response of educators (lecturers) and students (students) to Arduino Uno-based learning media developed. In this study, Research and Development (R&D) was used by adopting the ADDIE model, which consisted of five stages: analysis, design, development, implementation, and evaluation. The instruments used are in the form of needs analysis questionnaire sheets, validation sheets, educator (lecturer) and student (student) response questionnaires, and documentation.

Based on the research results, it was found that the development of Arduino Uno-based learning media with the STEAM approach on the material moment of inertia of the assessment of material experts and media experts obtained a decent category with a validation percentage of material experts of 77% and media experts of 78%. While the responses from educators and students gave a positive response to the feasibility and attractiveness of the Arduino Uno-based learning media with the STEAM approach, with the educator's response of 93%, and field trials obtained a value of 87.2%, based on these data, the Arduino Uno-based learning media with the STEAM approach to the moment of inertia material is feasible and very interesting to use in the lecture process.

Keywords: Learning Media, Arduino Uno, STEAM, Moment of Inertia

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : M Afif Habibillah

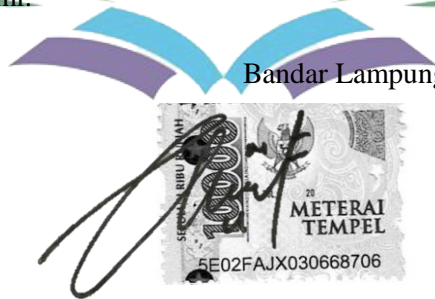
NPM : 1611090099

Jurusan : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul **“Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan STEAM Pada Materi Momen Inersia”** adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusunan sendiri, bukan duplikasi dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam footnote atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu terbukti adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya pada penyusun. Demikian surat pernyataan saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023



M Afif Habibillah
NPM. 1611090999



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat : Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp.
(0721) 703260

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul Skripsi : Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis
Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan
STEAM pada Materi Momen Inersia

Nama : M Afif Habibillah
NPM : 1611090099
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI

Untuk Dimunakosahkan Dan Dipertahankan Dalam Sidang
Munaqosah Fakultas Tarbiyah Dan Keguruan Universitas Islam
Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003

Pembimbing II

Ardian Asyhari, M.Pd
NIP. 198908082015031011

Mengetahui

Ketua Prodi Pendidikan Fisika

Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011012003



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Letkol H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung Telp.
(0721) 703260

LEMBAR PENGESAHAN

Skripsi dengan judul “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan STEAM Pada Materi Momen Inersia” disusun oleh M Afif Habibillah dengan NPM. 1611090099 Program Studi Pendidikan Fisika telah diujikan dalam sidang munaosyah di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung pada Hari.Tanggal: Selasa/18 Juli 2023 pukul 08.30-10.00 WIB.

TIM MUNAQSYAH

Ketua : Dr. Guntur Cahaya Kesuma, MA (.....)
Sekretaris : Vandani Wiliyanti, S.Pd., M.Si (.....)
Penguju Utama : Rahma Diani, M.Pd (.....)
Penguji I : Sri Latifah, M.Sc (.....)
Penguji II : Ardian Asyhari, M.Pd (.....)



Mengetahui
Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Arva Diana, M.Pd

408281988032002

MOTTO

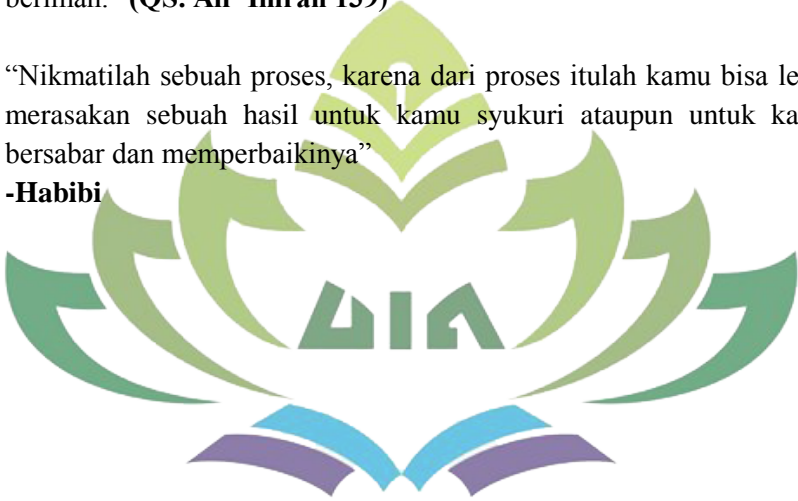
سُورَةُ الْاَعْمُرَانِ
بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ

وَلَا تَهِنُوا وَلَا تَحْزَنُوا وَأَنْتُمْ الْأَعْلَوْنَ إِنْ كُنْتُمْ مُؤْمِنِينَ ﴿١٣٩﴾

Artinya : “ Dan jangan lah kamu (merasa) lemah, dan jangan (pula) bersedih hati, sebab kamu paling tinggi (derajatnya), jika kamu orang beriman.” (QS. Ali ‘Imran 139)

“Nikmatilah sebuah proses, karena dari proses itulah kamu bisa lebih merasakan sebuah hasil untuk kamu syukuri ataupun untuk kamu bersabar dan memperbaikinya”

-Habibi



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahill'abidin, segala puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat-Nya dan segala kemudahan yang diberikan kepada hamba-Nya sehingga tugas akhir (skripsi) ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Shalawat beriringan salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada nabi agung nabi Muhammad SAW yang sangat diharapkan syafa'atnya di akhirat kelak nanti. Sebuah karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Sudarmanto dan Ibu Ruwiyati terima kasih atas doa, motivasi, semangat, cinta, kasih sayang, dan pengorbanannya yang telah diberikan kepada saya sehingga saya berada ditahap ini.
2. Kakakku, Farah Aulia yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan kepada saya dalam menyelesaikan pendidikan di perguruan tinggi.

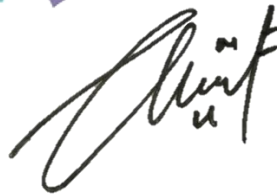


RIWAYAT HIDUP

M Afif Habibillah lahir di Magelang, pada tanggal 20 Agustus 1998, anak kedua dari dua bersaudara yang merupakan buah hati dari pasangan Bapak Sudarmanto dan Ibu Ruwiyati. Pendidikan peneliti di mulai dari Taman Kanak-kanak (TK) di TK Dharmawanita selesai pada tahun 2004. Kemudian melanjutkan ke Sekolah Dasar Negeri (SDN) Kalijoso Magelang selesai pada tahun 2010. Setelah itu peneliti melanjutkan pendidikannya di SMP N 02 Magelang selesai pada tahun 2013. Kemudian melanjutkan pendidikan di SMA N 01 Kalianda dan selesai pada tahun 2016. Dan melanjutkan pendidikannya di perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Raden (UIN) Intan Lampung pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan dengan Jurusan Pendidikan Fisika.

Semenjak mulai kuliah, peneliti aktif berkegiatan diberbagai organisasi internal dan eksternal kampus maupun non kampus yakni Himpunan Mahasiswa Fisika (HIMAFI), UKM F-IBROH, Relawan ACT Lampung, Mahasiswa Pecinta Islam (MPI) Lampung. Selama berkuliah di UIN Raden Intan Lampung peneliti menemukan berbagai pengalaman dan ilmu serta hal-hal baru yang dapat meningkatkan pengetahuan dan kemampuan lainnya.

Bandar Lampung, 10 Juli 2023



M Afif Habibillah
NPM. 1611090999

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullah Wabarakatuh.

Alhamdulillahirobbil'alamin puji syukur kehadirat Allah SWT yang telah mencurahkan rahmat serta karuniaNya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. Sholawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang kita nantikan syafa'atnya di yaummil qiyamah aamiin Allahumma Aamiin. Skripsi yang berjudul **“Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan STEAM Pada Materi Momen Inersia”** yang merupakan salah satu syarat dalam penyelesaian studi pada program strata satu di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Program Studi Pendidikan Fisika.

Kata terima kasih tiada henti penulis sampaikan untuk bapak dan ibu dalam memberikan kasih sayang, dan memberikan semangat serta telah memberikan banyak pengorbanan untuk penulis selama perkuliahan hingga penulisan skripsi ini. Penulis dengan kerendahan hati menyadari bahwa pada penulisan skripsi banyak menemukan hambatan serta kesulitan, namun berkat bimbingan serta motivasi dari berbagai pihak akhirnya penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Maka dalam kesempatan ini penulis mengucapkan terimakasih dengan tulus kepada :

1. Ibu Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Ibu Sri Latifah, M.Sc selaku Ketua Prodi Pendidikan Fisika dan selaku Dosen Pembimbing I, terimakasih atas segala waktu dan bimbingannya sejak awal penulisan penelitian skripsi ini sampai akhir.
3. Ibu Rahma Diani, M.Pd selaku Sekertaris Prodi Pendidikan Fisika.
4. Bapak Ardian Asyhari, M.Pd selaku Dosen Pembimbing II, terimakasih atas segala waktu dan bimbingannya sejak awal penulisan penelitian skripsi ini sampai akhir.
5. Kepala Perpustakaan UIN Raden Intan Lampung dan pengelola Perpustakaan yang telah memberikan informasi, referensi, dll dalam pembuatan skripsi.
6. Bapak dan Ibu Dosen Pendidikan Fisika yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu yang telah banyak memberikan ilmu

pengetahuan, pengalaman, dan motivasi untuk peneliti kedepan.

7. Mahasiswa Pendidikan Fisika semester II tahun ajaran 2022/2023.
8. Seluruh keluarga besarku yang telah memberikan doa dan dukungannya dalam pembuatan skripsi ini.
9. Teman-teman seperjuangan dari Prodi Pendidikan Fisika Angkatan 2016, terimakasih atas kebersamaan dan dukungan selama ini, semoga silaturahmi kita tetap terjaga dengan baik.
10. Teman-teman KKN dan PPL yang selalu memberikan dukungan dan semangat.
11. Almaterku tercinta UIN Raden Intan Lampung, semoga segala bimbingan dan bantuan serta perhatian yang telah diberikan sebgaai amal ibadah disisi Allah SWT.

Berbagai pengalaman serta perjuangan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini serta rasa nikmat dari sebuah pelajaran yang dihadapi penulis, namun berkat ridho Allah SWT, bimbingan, dorongan dan petunjuk dari berbagai pihak, baik dalam bentuk moral maupun material sehingga skripsi ini terselesaikan.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih sangat jauh dari kata sempurna, untuk itu penulis mengharapkan kritikan dan saran yang sifatnya membangun dari para pembaca demi penyempurnaan skripsi ini. Semoga skripsi ini bermanfaat terutama bagi penulis dan pembaca, atas bantuan dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini semoga mendapat imbalan pahala dari Allah SWT, Aamiin Allahumma Aamiin.
Wassalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 27 Juli 2023



M Afif Habibillah
NPM. 1611090999

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	ii
ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
SURAT PERNYATAAN	v
LEMBAR PERSETUJUAN	vi
LEMBAR PENGESAHAN	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang Masalah.....	3
C. Identifikasi dan Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah	8
E. Tujuan Pengembangan	9
F. Manfaat Pengembangan	9
G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan	10
H. Sistematika Penulisan	12
BAB II LANDASAN TEORI	15
A. Deskripsi Teoritik	15
B. Teori-teori Tentang Pengembangan Model	33
BAB III METODE PENELITIAN	35
A. Tempat dan Waktu Penelitian Pengembangan	35
B. Desain Penelitian Pengembangan.....	35
C. Prosedur Penelitian Pengembangan.....	39
D. Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	46

E. Subjek Uji Coba Penelitian Pengembangan	46
F. Instrumen Penelitian	46
G. Uji-Coba Produk.....	47
H. Teknik Analisis Data	48
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	53
A. Deskripsi Hasil Penelitian Pengembangan	53
B. Deskripsi dan Analisis Data Hasil Uji Coba	68
C. Kajian Produk Akhir.....	73
BAB V PENUTUP.....	79
A. Simpulan.....	79
B. Rekomendasi	80
DAFTAR RUJUKAN.....	81
LAMPIRAN	



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1 Arduino Uno AT-Mega 328	21
2.2 Interface Arduino IDE.....	23
2.3 Sensor Garis TCRT5000	24
2.4 Benda Berputar Pada Porosnya	30
2.5 Model molekul dengan tiga buah bola kecil.....	31
3.1 Tahapan Model ADDIE	36
3.2 Diagram alur penelitian dan pengembangan	38
3.3 Tahapan Model ADDIE diagram	39
4.1 Grafik Persentase Ahli Materi	61
4.2 Grafik Persentase Ahli Media	64
4.3. Grafik Persentase Respon Pendidik	68
4.4 Grafik persentase hasil uji coba kelompok kecil	70
4.5 Hasil Uji Coba lapangan di kelas A	71
4.6 Hasil Uji Coba Lapangan di Kelas B	72
4.7 Grafik Persentase Hasil Uji Coba Lapangan	73

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
3.1 Alat media pembelajaran.....	41
3.2 Kriteria Interpretasi Tanggapan Para Ahli Validasi	50
3.3 Kriteria Interpretasi Respon Dosen dan Mahasiswa.....	52
4.1 Desain Media Pembelajaran.....	57
4.2 Hasil Validasi Ahli Materi	60
4.3 Saran Perbaikan Validasi Ahli Materi	61
4.4 Hasil Validasi Ahli Media	63
4.5 Saran Perbaikan Validasi Ahli Media	65
4.6 Hasil Respon Pendidik(dosen)	68
4.7 Hasil Uji Coba Kelompok Kecil	69
4.8 Hasil Uji Coba Lapangan di Kelas A	70
4.9 Hasil Uji Coba Lapangan di Kelas B	71
4.10 Hasil Rata-Rata Uji Coba Lapangan	72

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Kisi-Kisi Angket Pra Penelitian Untuk Dosen	88
2. Angket Pra Penelitian Untuk Dosen	89
3. Hasil Angket Pra Penelitian Untuk Dosen.....	92
4. Kisi-Kisi Angket Pra Penelitian Untuk Mahasiswa.....	93
5. Angket Pra Penelitian Untuk Mahasiswa	94
6. Hasil Angket Pra Penelitian Untuk Mahasiswa.....	97
7. Kisi-Kisi Penyusunan Instrumen Validasi Ahli Media.....	98
8. Instrumen Angket Validasi Ahli Media.....	100
9. Hasil Validasi Ahli Media	105
10. Kisi-Kisi Penyusunan Instrumen Validasi Ahli Materi	106
11. Instrumen Angket Ahli Materi.....	108
12. Hasil Validasi Ahli Materi.....	112
13. Kisi-Kisi Instrumen Respon Pendidik	113
14. Instrumen Angket Respon Pendidik	114
15. Hasil Respon Pendidik.....	118
16. Kisi-Kisi Instrumen Respon Peserta Didik.....	119
17. Instrumen Angket Respon Peserta Didik.....	120
18. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil.....	123
19. Hasil Uji Lapangan Kelas A.....	124
20. Hasil Uji Lapangan Kelas B	125
21. Surat Izin Penelitian Fakultas	126
22. Surat Keterangan Telah Penelitian	127
23. Berita Acara Validasi.....	128
24. Dokumentasi.....	129
25. Skrip Final	130

BAB 1

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Judul merupakan salah satu unsur yang sangatlah penting dalam sebuah karya tulis ilmiah, dinantikan judul akan memberikan gambaran keseluruhan isi skripsi. Adapun judul Skripsi ini adalah **“Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan STEAM Pada Materi Momen Inersia”**

Agar tidak menimbulkan adanya salah pengertian bagi pembaca dalam memahami maksud judul skripsi ini, maka terlebih dahulu akan peneliti uraikan beberapa istilah yang terdapat di dalam judul skripsi ini. Hal demikian dimaksudkan untuk mempermudah pemahaman dan juga mengarahkan pada pengertian yang tepat dan sesuai yang peneliti harapkan. Adapun uraian dari pengertian menurut beberapa istilah yang terdapat dalam judul adalah sebagai berikut :

1. Pengembangan

Pengembangan, adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu hal yang baru atau menyempurnakan hal yang telah ada.¹ Selain itu pengembangan merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk mencaitemukan, memperbaiki, mengembangkan, menghasilkan produk , menguji produk, hingga dihasilkannya produk yang terstandarisasi sesuai dengan indikator yang telah ditetapkan.²

2. Mikrokontroler

Mikrokontroler, adalah sebuah sistem atau perangkat fisik yang menggunakan *software* dan *hardware* yang sifatnya interaktif yaitu dapat menerima rangsangan dari lingkungan

¹ Saregar Antomi and others, PEDOMAN PENULISAN TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG 2020 (Bandar Lampung, 2020).

² Yuberti, 'PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN" YANG BELUM DIMINATI DAN PERSPEKTIFNYA', 2014, 1-15.

dan merespon balik.³ Mikrokontroler ini juga merupakan komponen yang sangat umum dalam sistem elektronika modern yang merupakan salah satu ilmu terapan yang digunakan untuk berbagai aplikasi misalnya untuk pengendalian, otomasi industri, akuisisi data, telekomunikasi, dan lain-lain.⁴

3. Arduino

Arduino, adalah pengendali mikro *single-board* yang bersifat *open-source*, diturunkan dari *Writing Platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Arduino difungsikan sebagai pusat pengolahan data atau dapat dikatakan sebagai CPU (*Central Processing Unit*), yang mana tugasnya mengolah semua data yang masuk dan data yang keluar.⁵

4. Arduino Uno

Arduino Uno, adalah salah satu jenis arduino yang paling banyak digunakan karena paling mudah dan banyak pembahasan tentang arduino uno. Mikrokontrolernya memiliki 14 pin I/O digital dan 6 pin *input* analog. Dengan berbasis ATmega 328 cukup dengan menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan AC adaptor sebagai *suplay* atau baterai untuk menjalankannya.

5. STEAM

STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*), adalah suatu disiplin ilmu yang merupakan pengembangan dari disiplin ilmu terdahulunya yaitu STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*).⁶

³ I Gusti and others, 'Rancang Bangun Prototipe Penghitung Jumlah Orang Dalam Ruangan Terpadu Berbasis Mikrokontroler Atmega328P', *Irwan Susanto Teknologi Elektro*, 11.1 (2012), 41–49.

⁴ Sutarsi Suhaeb and others, *MIKROKONTROLER DAN INTERFACE* (Makassar, 2017).

⁵ Erik Haritman Helmi Guntoro, Yoyo Somantri, 'Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad Dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno', *ELECTRANS*, 12.1 (2013), 39–48.

⁶ Usmeldi, 'Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Riset Dengan Pendekatan Scientific Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik', *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2.1 (2016), 1–8.

Penambahan *Art* dalam disiplin ilmu ini bertujuan untuk memicu minat dan kecintaan pada ilmu dan seni pada anak-anak.⁷ Disiplin ilmu ini merupakan pendekatan dalam pembelajaran abad 21.⁸ Memasukkan seni ke dalam pendidikan teknik diyakini dapat meningkatkan kreativitas dan pemikiran kritis, yang menghasilkan hubungan yang lebih sinergis.⁹

6. Momen inersia

Momen Inersia, adalah partikel yang merupakan hasil kali antara massa partikel itu (m) dengan kuadrat jarak tegak lurus dari sumbu rotasi ke partikel (r^2).¹⁰ Momen inersia merupakan ukuran kelembaman suatu benda untuk berotasi pada porosnya, momen inersia juga disebut sebagai besaran pada gerak translasi.¹¹

B. Latar Belakang Masalah

Salah satu bagian dari kehidupan adalah pendidikan dan teknologi. Pendidikan dan teknologi itu penting adanya, karena melalui pendidikan dan teknologi, kita bisa mengetahui perbedaan antara manusia terhadap makhluk lain.¹² Selain itu pendidikan merupakan bidang yang memfokuskan kegiatan pada proses belajar mengajar (transfer

⁷ Siti Zubaidah, 'STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran Untuk Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21', in Seminar Nasional Matematika Dan Sains Dengan Tema 'STEAM Terintegrasi Kearifan Lokal Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0' Di FKIP Universitas Wiralodra Indramayu, 19 September 2019 (idramayu, 2019).

⁸ Kurnia Santi and others, 'STEAM in Environment and Science Education: Analysis and Bibliometric Mapping of the Research Literature (2013-2020)', *Journal of Physics: Conference Series*, 1796.1 (2021) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012097>>.

⁹ Tatyana I. Anisimova, Fairuza M. Sabirova, and Olga V. Shatunova, 'Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education', *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15.2 (2020), 204–17 <<https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>>.

¹⁰ Asnal Effendi, FISIKA 1 BAB 13 MOMEN INERSIA, 2012.

¹¹ Hendra Banjarnahor, 'Sistem Pengukuran Momen Inersia Benda Pejal Dengan Metode Osilasi Harmonik Berbasis Mikrokontroler', 2012, 9–12.

¹² Tegeh Made, Model Penelitian Pengembangan (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014).

ilmu).¹³ Proses belajar mengajar dalam pengaplikasiannya bertujuan untuk peningkatan kualitas belajar. Peningkatan kualitas belajar mengajar sering kali membutuhkan teknologi didalamnya apabila digunakan secara tepat.¹⁴

Proses belajar mengajar akan baik ketika guru sebagai fasilitator, dan siswa menjadi bagian penuntut ilmu pada proses tersebut.¹⁵ Guru bukan hanya mengajarkan dengan cara yang tradisional namun diperlukan inovasi dalam penyampainnya salah satunya dengan media pembelajaran yang inovatif.¹⁶ Kewajiban untuk menuntut ilmu bukan hanya tertuju pada siswanya saja tetapi didalam islam semua umat islam diwajibkan untuk menuntut ilmu, sebagaimana hadis di bawah ini.

طَلَبُ الْعِلْمِ فَرِيضَةٌ عَلَى كُلِّ مُسْلِمٍ

Artinya : “Menuntut ilmu itu wajib atas setiap Muslim.”(HR. Ibnu Majah no.224)

Pada perkembangan era globalisasi ini ilmu pengetahuan dan teknologi senantiasa mengalami perkembangan tanpa henti, begitu juga pengetahuan teknologi di bidang pendidikan.¹⁷ Semakin pesatnya perkembangan teknologi maka akan menyebabkan pergeseran kebiasaan belajar siswa dalam proses belajar, maka dari itu dunia pendidikan harus berinovasi mengikuti perkembangan

¹³ Thanyaluk Jinakheiw, Wirachit Ratchakham Meechai Thepnurat, and Anusorn Tong-on, ‘Using the Arduino with LabVIEW on Moment of Inertia Experiment’, in *IOP. Conf. Series :Journal of Physics Conf. Series*, 2018, MCXLIV.

¹⁴ Chairul Anwar, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan* (UIN Sunan Kalijaga: SUKA-Press, 2014).

¹⁵ Chairul Anwar, *Teori- Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontenporer* (Yogyakarta: IRCiSod., 2017).

¹⁶ Yuberti Yuberti, ‘Peran Teknologi Pendidikan Islam Pada Era Global’, *AKADEMIKA: Jurnal Pemikiran Islam*, 20.1 (2015), 137–148.

¹⁷ H Suryana, ‘Strategi Peningkatan Mutu Pendidikan’, *Jurnal Pendidikan Islam*, 8.2 (2009).

zaman.¹⁸ Pada era ini dalam semua bidang termasuk bidang pendidikan mengalami otomatisasi dikarenakan kemajuan teknologi.¹⁹ Penerapan pembelajaran digital merupakan salah satu dampak perubahan di era sekarang. Peningkatan penggunaan pembelajaran digital ini dikarenakan memiliki efek baik untuk meningkatkan kemampuan dan keterampilan siswa.²⁰ Era saat ini juga disebut dengan era revolusi industri 4.0, yang ditandai dengan berkembangnya *internet of* atau *for Things* yang diikuti teknologi baru dalam data sains, kecerdasan buatan, robotik, *cloud*, cetak tiga dimensi dan teknologi nano.²¹ Pendidik dan siswa dituntut untuk menjadi generasi yang kreatif, inovatif serta kompetitif yang dapat dicapai salah satunya dengan mengoptimalkan penggunaan teknologi sebagai alat bantu pendidikan yang diharapkan mampu menghasilkan *output* yang dapat mengikuti atau mengubah zaman menjadi lebih baik.²²

Pendidikan yang baik akan menghasilkan *output* berupa capaian kualitas sumber manusianya. Indikator pendidikan yang baik bisa dilihat dari penguasaan pengetahuan dan teknologi.²³ Pendidikan tak lepas dari kurikulum, saat ini kurikulum abad 21 menuntut adanya perubahan proses pembelajaran yang sebelumnya mahasiswa diberi tahu sekarang ini haruslah mahasiswa yang mencari

¹⁸ I Ketut Sudarsana, 'Optimalisasi Penggunaan Teknologi Dalam Implementasi Kurikulum Di Sekolah (Persepektif Teori Konstruktivisme)', *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2018.

¹⁹ Sudarsana.

²⁰ Ghuftron, 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan', *Makalah Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat* (Universitas Indraprasta PGRI Jakarta, 2 August 2018), p. 333.

²¹ Ghuftron, 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan', *Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2018, 333.

²² Ghuftron, 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan'.

²³ Ghuftron, 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan'.

tahu konsep-konsep sendiri.²⁴ Pada abad 21 ini juga terdapat keterampilan yang dituntut antara lain : berpikir kritis dan kreatif, berkolaborasi, berkomunikasi, literasi informasi, literasi media, fleksibilitas, inisiatif, kemampuan sosial, produktif, dan kepemimpinan. Multidisiplin ilmu yang merangkum keterampilan abad 21 adalah STEM (*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*) tetapi dalam kreatifitas harus terintegrasi dengan desain dari sains dan seni, maka untuk peningkatannya Pendidikan STEM berkembang menjadi Pendidikan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art and Mathematics*).²⁵

Arduino adalah pengendalian mikro *single-board* yang bersifat sumber terbuka, diturunkan dari *wiring platform*, dirancang untuk memudahkan penggunaan elektronik dalam berbagai bidang. Perangkat kerasnya memiliki prosesor Atmel AVR dan *softwarena* memiliki bahasa pemrograman sendiri.²⁶ Arduino biasa digunakan untuk mempermudah didalam bidang elektronik seperti pembuatan aplikasi *running LED, Traffict LED, Mobile robot*, namun peneliti ingin berinovasi dengan menghadirkan media interaktif dari Arduino Uno yang terintegrasi dengan pendekatan STEAM.

Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti di Prodi Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung, sudah marak penggunaan media pembelajaran sebagai alat bantu dalam penyampaian materi perkuliahan, namun tidak banyak dalam pengaplikasian media pembelajaran tersebut berbasis Arduino Uno. Pernyataan

²⁴ Joseph E Aoun, 'Robot-Proof: Highet Education in the Age of Artificial Intelligence', *Journal of Education for Teaching*, 2018.

²⁵ I. Irwandani and others, 'Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan Pada Materi Gerak Melingkar Kelas X.', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRu-Ni*, 6.2 (2017), 221–33.

²⁶ Indri Sari Utami and Rahmat Firman Septiyanto Firmanul Catur Wibowo, 'Pengembangan STEM-A (*Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation*) Berbasis Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Fisika', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 6.1 (2017), 67–73.

tersebut didasarkan pada hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan yang menunjukkan bahwa 90% responden mahasiswa dan 71,40% responden dosen menunjukkan tidak pernah diaplikasikan media pembelajaran berbasis Arduino Uno yang terintegrasi pendekatan STEM.

Pada penelitian pendahuluan juga diketahui bahwa dalam proses belajar diperkuliahan dari mahasiswa maupun dosen sangat setuju apabila penyampaian materi kefisikaan dilakukan dengan menggunakan media dengan tujuan proses belajar agar tidak monoton dan membosankan. Hasil tersebut membuat peneliti ingin menginovasikan media pembelajaran yang dapat digunakan sebagai media pembelajaran berbasis Arduino Uno yang diintegrasikan dengan pendekatan STEAM agar media pembelajaran yang digunakan diperkuliahan dapat mengikuti perkembangan teknologi yang ada dan lebih kreatif dalam melakukan proses belajar mengajar. Pengintegrasian terhadap pendekatan STEAM ini didasarkan untuk menyatukan sains dan teknik serta kombinasi dan strategi dan implementasi dari pembentukan konsep dan penerapan ide dari pembelajaran sains sehingga didapatkan hasil maksimal dalam pembelajaran.²⁷

Berdasarkan uraian tersebut maka peneliti memutuskan untuk melakukan penelitian dan pengembangan yang nantinya akan menghasilkan produk berupa media pembelajaran dengan detail tema/judul penelitian “Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Arduino Uno Terintegrasi Dengan Pendekatan STEAM Pada Materi Momen Inersia”.

²⁷ Michael McRoberts, *Beginning Arduino* (United States of America: Springer Science+Business Media, 2010).

C. Identifikasi dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

Berdasarkan uraian pada latar belakang masalah di atas, maka masalah yang diidentifikasi adalah sebagai berikut:

- a. Pada saat proses pembelajaran fisika, dosen belum menggunakan media pembelajaran interaktif Arduino Uno.
- b. Kurang masifnya pembelajran dengan media pembelajaran Arduino Uno yang terintegrasi pendekatan STEAM.
- c. Kurangnya penggunaan media pembelajaran berbasis teknologi mikrokontroler dalam perkuliahan.

2. Batasan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah diatas, maka peneliti membatasi penelitian sebagai berikut :

- a. Penelitian pengembangan ini dikembangkan dengan model ADDIE
- b. Pengembangan mikrokontroler arduino ini dibatasi pada materi momen inersia untuk mahasiswa
- c. Pengujian produk ini hanya sebatas respon peserta didik, tidak untuk menguji apa pengaruhnya terhadap hasil pembelajaran

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, identifikasi dan batasan masalah di atas, maka dapat disimpulkan rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimana mengembangkan mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia?
2. Bagaimana pendapat para ahli terhadap kelayakan mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia?

3. Bagaimana respon kemenarikan dosen dan mahasiswa terhadap mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia?

E. Tujuan Pengembangan

Berdasarkan rumusan masalah di atas, maka tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengembangkan mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia.
2. Mengetahui pendapat para ahli terhadap kelayakan mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia.
3. Mengetahui respon kemenarikan pendidik dan peserta didik terhadap mikrokontroler Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia.

F. Manfaat Pengembangan

Manfaat yang dapat diperoleh dari penelitian adalah:

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menambah wawasan serta bisa bersaing di era revolusi industri 4.0 pada bidang pendidikan bagi peneliti dan pembaca mengenai mikrokontroler Arduino Uno dan pengintegrasinya dengan pendekatan STEAM. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menjadi salah satu upaya peningkatan penggunaan media pembelajaran berbasis mikrokontroler dan pendekatan STEAM dalam proses perkuliahan khususnya di Prodi Pendidikan Fisika UIN Raden Intan Lampung.

2. Manfaat Praktis

a. Bagi Peneliti

Memberikan wawasan dan pengalaman nyata tentang pengembangan mikrokontroler Arduino Uno yang terintegrasi pendekatan STEAM.

b. Bagi Pendidik

Meningkatkan variasi media pembelajaran berbasis Arduino Uno sebagai pendukung pembelajaran untuk meningkatkan ketertarikan dan keterampilan abad 21 peserta didik dalam mengikuti pembelajaran.

c. Bagi Peserta Didik

Memberikan media pembelajaran alternatif dan menarik untuk membantu penerapan materi pembelajaran dan meningkatkan keterampilan abad 21.

G. Kajian Penelitian Terdahulu yang Relevan

Berdasarkan jurnal-jurnal yang telah dipelajari oleh peneliti, sudah terdapat beberapa penelitian yang terkait dengan penelitian pengembangan mikrokontroler Arduino Uno kali ini, adalah sebagai berikut :

1. Pada penelitian tentang penentuan koefisien momen inersia benda tegar berbasis arduino dikembangkan untuk menjadi penyelesaian alternatif yang lebih mudah. Hasil pengolahan dan analisa data didapatkan koefisien momen inersia bola berongga sebesar 0,68 dengan error 1,49% dan koefisien momen inersia silinder berongga sebesar 0,98 dengan error 2%.
2. Pada penelitian tentang desain dan pengembangan peralatan rekayasa otomatis pada papan tulis menggunakan arduino uno r3 terintegrasi dengan android didapatkan hasil dari pengujian pengiriman dan karakter dari android ke *bluetooth* sebesar 70% nilai keberhasilannya.

3. Pada penelitian tentang pengembangan osiloskop berbasis arduino uno sebagai media pembelajaran fisika bertujuan untuk menghasilkan produk yang layak digunakan dalam pembelajaran pada materi arus bolak balik. Berdasarkan penelitian dan analisis yang dilakukan didapatkan hasil yaitu presetasi skor sebesar 92,27% dari ahli media yang menyatakan sangat layak, 89,88% persentase skor dari ahli materi yang menyatakan sangat layak, dan 92,19% persentase skor dari respon guru fisika yang menyatakan sangat layak serta 82 % persentase skor dari peserta didik yang menyatakan sangat layak. Hasil penelitian dinyatakan layak digunakan sebagai media pembelajaran dan sebagai sarana belajar mandiri untuk peserta didik.
4. Penelitian yang dilakukan oleh Ratih Eka Maryati, Anna Permanasari, dan Didit Ardianto menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan pembelajaran fisika pada topik materi cairan dengan EDP (*Engineering Design Process*) berbasis arduino menunjukkan peningkatan terhadap pretasi siswa dalam memecahkan masalah, dengan data yang didapatkan berupa N-Gain berada pada kategori sedang.
5. Penelitian yang dilakukan oleh Deyan Syahirah Khairunnisa, Aris Doyan, dan Muhammad Zuhdi menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan produk media pembelajaran berupa media alat ukur percepatan gravitasi berbasis Arduino Nano yang layak. Kelayakan ini berdasarkan penilaian validator dari nilai kelayakan untuk keseluruhan aspek rata-rata sebesar 3,5 dengan kategori sangat baik dan berdasarkan angket respon peserta didik mendapatkan nilai rata-rata untuk seluruh aspek sebesar 3,41 dengan kategori baik serta berdasarkan hasil nilai uji *N-Gain* diperoleh peningkatan penguasaan konsep sebesar 0,78 dengan kateori tinggi.

6. Penelitian yang dilakukan oleh Matsun, Boisandi, Ira Nofita Sari, Soka Hadiati, Mikael Trimon Zadrianus menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan media pembelajaran berbasis Arduino Uno untuk mengukur massa jenis yang layak berdasarkan penilaian para validator, 92,08% untuk media dengan kategori sangat layak, 88,75% untuk materi dengan kriteria sangat layak serta 84,58% diperoleh dari respon rata-rata dari siswa dengan kriteria sangat layak.
7. Penelitian yang dilakukan oleh Arum Permatasari, Yuberti, dan Welly Anggraini menunjukkan hasil penelitian yang dilakukan menghasilkan media pembelajaran lampu sensor berbasis Arduino Uno pada materi energi dengan hasil 80% dari validator agama dengan kriteria sangat baik, 81% dari validator media dengan kriteria sangat baik, 75% dari validator materi dengan kategori baik, serta mendapatkan respon positif dari pendidik sebesar 85%, 81% dari kelompok kecil peserta didik dan 82% dari uji coba lapangan.

Berdasarkan analisa beberapa penelitian yang relevan maka peneliti berencana untuk melakukan penelitian dan pengembangan yaitu pengembangan media pembelajaran berbasis Arduino Uno terintegrasi dengan pendekatan STEAM pada materi momen inersia.

H. Sistematika Penulisan

Pada penelitian dan pengembangan ini dilakukan sesuai dengan sistematika penulisan agar mencapai tujuan penelitian, maka sistematika penulisan ini disusun sebagai berikut :

BAB I PENDAHULUAN

Bab ini mendeskripsikan tentang gambaran umum dari permasalahan yang akan dibahas yang terdiri dari delapan sub bab, yakni penegasan judul, latar

belakang masalah, identifikasi dan batasan masalah, tujuan pengembangan, manfaat pengembangan, kajian penelitian terdahulu yang relevan, serta sistematika penulisan.

BAB II LANDASAN TEORI

Bab ini berisikan tentang diskripsi landasan teoritik dan teori-teori tentang pengembangan model yang digunakan dalam penelitian.

BAB III METODE PENELITIAN

Bab ini mengemukakan tentang metode penelitian yang akan dilakukan dalam penelitian ini meliputi : tempat dan waktu penelitian pengembangan, desain penelitian pengembangan, prosedur penelitian pengembangan, spesifikasi produk yang akan dikembangkan, subjek uji coba penelitian pengembangan, instrument penelitian, uji coba produk, dan teknik analisis data.

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Bab ini berisikan deskripsi hasil penelitian pengembangan, deskripsi dan analisis data hasil uji coba, dan kajian produk akhir.

BAB V PENUTUP

Bab ini berisikan simpulan dan rekomendasi atas penelitian yang dilakukan dan dijabarkan di bab-bab sebelumnya.



BAB II LANDASAN TEORI

A. Deskripsi Teoritik

1. Media pembelajaran

a. Pengertian Media pembelajaran

Media pembelajaran merupakan salah satu media pembelajaran yang dapat digunakan dalam pembelajaran fisika.²⁸ Peraga berasal dari kata raga yang berarti jasad atau bentuk. Media pembelajaran dalam pembelajaran adalah suatu alat yang digunakan untuk menunjukkan sesuatu yang riil, sehingga memperjelas pengertian pembelajaran. Soelarko berpendapat fungsi dari media pembelajaran ialah memvisualisasikan sesuatu yang tidak dapat dilihat atau sukar dilihat hingga nampak jelas dan dapat menimbulkan pengertian atau meningkatkan persepsi seseorang.²⁹

Suatu materi mempunyai pesan yang ingin tersampaikan kepada siswa, namun untuk mencapai tujuan pembelajaran tersebut dapat dibantu melalui perantara media pembelajaran, salah satunya media pembelajaran. Media pembelajaran adalah media alat bantu pembelajaran, dan segala macam benda yang digunakan untuk memperagakan materi pembelajaran.

Media pembelajaran merupakan salah satu media alat bantu pembelajaran, dan segala macam benda yang digunakan memperagakan materi pembelajaran. Media pembelajaran dibandingkan dari media dan teknologi pembelajaran dinilai lebih khusus, karena berfungsi hanya untuk memeperagakan materi pembelajaran yang bersifat

²⁸ Nada Aldoobie, 'ADDIE Model Analysis Phase', *American International Journal of Contempory Reasearch*, 5.6 (2015), 68.

²⁹ Sugiyono, *Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2015).

abstrak.³⁰ Sehingga peserta didik dapat mengingat lebih lama materi pembelajaran yang dipelajari.³¹ Berdasarkan uraian di atas, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran merupakan salah satu media pembelajaran yang mempunyai bentuk yang digunakan guru untuk membantu dalam penyampaian konsep suatu mata pelajaran, dengan tujuan peserta didik lebih mudah dalam memahami materi dalam proses pembelajaran.

b. Fungsi Media pembelajaran

Pembelajaran menggunakan media pembelajaran menunjukkan bahwa pengoptimalan fungsi seluruh panca indra peserta didik untuk meningkatkan efektivitas peserta didik belajar dengan cara mendengar, melihat, meraba, dan menggunakan pikirannya secara logis dan realistis.³² Sehingga mudah dalam memahami konsep-konsep serta pendalaman terhadap materi yang disampaikan.³³ Penggunaan media pembelajaran ini diperlukan untuk memudahkan dan menyenangkan pembelajaran serta menjadikan konsep yang abstrak menjadi lebih konkrit. Levie & Lenz dalam Azhar Arsyad, mengemukakan terdapat empat fungsi media pembelajaran menggunakan media pembelajaran, khususnya media visual, yaitu :

- 1) Fungsi atensi, media visual merupakan inti, yaitu menarik dan mengarahkan peserta didik untuk

³⁰ Inggriani and others, 'Model Pembelajaran IPA Dengan Media pembelajaran Sederhana Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Kreativitas Siswa Di MTS, MA Arif Cikeruh, Jatnago', *Jurnal Aplikasi IPTEK Untuk Masyarakat*, 5.1 (2016), 56–60.

³¹ Ani Sulistyarsi, 'Penerapan Strategi Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Membuat Media pembelajaran IPA Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Dan Keaktifan Siswa Kelas IV SDN Cermo 01 Kare Madiun', *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 2.1 (2016), 25.

³² A Arsyad, *Media Pembelajaran*. (Jakarta: Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2011).

³³ Yuberti, 'Penuntun Praktikum', 2017, h. 2, <http://repository.radenintan.a.c.id/1705/1/Penuntun_Praktikum_Yuberti.doc>.

berkonsentrasi kepada isi pelajaran. Seringkali pada awal pelajaran peserta didik tidak tertarik dengan materi pelajaran yang tidak disenangi sehingga mereka tidak memperhatikan.

- 2) Fungsi afektif, media dapat terlihat dari tingkat kenikmatan peserta didik ketika belajar (atau membaca) teks yang bergambar. Gambar atau lambang visual dapat mengubah emosi dan sikap peserta didik.
- 3) Fungsi kognitif, media dapat terlihat dari temuan-temuan penelitian yang menggunakan bahwa lambang visual atau gambar memperlancar pencapaian informasi atau pesan yang terkandung dalam gambar.
- 4) Fungsi kompensatoris, media pembelajaran terlihat dari hasil penelitian bahwa media yang memberikan konteks untuk memahami teks membantu peserta didik yang lemah dalam membaca atau mengorganisasikan informasi dalam teks dan mengingatnya kembali.³⁴

Sementara itu menurut Sudjana ada enam fungsi pokok dari media pembelajaran dalam proses belajar-mengajar, yakni:

- 1) Penggunaan media pembelajaran dalam proses belajar mengajar bukan merupakan fungsi tambahan tetapi mempunyai fungsi tersendiri sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif.

³⁴ Widayanti Yuberti, 'Pengembangan Alat Praktikum Sederhana Sebagai Media Praktikum Mahasiswa', *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2.1 (2018), 22.

- 2) Penggunaan media pembelajaran merupakan bagian yang integral dari keseluruhan situasi mengajar.
- 3) Media pembelajaran dalam pengajaran penggunaannya integral dengan tujuan dan isi pelajaran.
- 4) Media pembelajaran dalam pengajaran bukan semata-mata alat hiburan atau bukan sekedar pelengkap.
- 5) Media pembelajaran dalam pengajaran lebih diutamakan untuk mempercepat proses belajar-mengajar dan membantu peserta didik dalam menangkap pengertian yang diberikan guru.
- 6) Penggunaan media pembelajaran dalam pengajaran diutamakan untuk mempertinggi mutu belajar-mengajar.³⁵

Berdasarkan uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa media pembelajaran mempunyai banyak fungsi dalam proses pembelajaran, salah satunya yaitu sebagai alat bantu untuk mewujudkan situasi belajar mengajar yang efektif dan meningkatkan ketertarikan peserta didik dalam mengikuti pembelajaran.

c. Manfaat Media pembelajaran

Media pembelajaran khusus seperti media pembelajaran dapat digunakan untuk menunjukkan fenomena-fenomena dan konsep-konsep yang abstrak menurut Riyana, sehingga sulit dipahami bila hanya

³⁵ A Widiyatmoko dan S D Pamelasari, 'Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Alat Peraga IPA Dengan Memanfaatkan Bahan Bekas Pakai', *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 2.2 (2012).

dijelaskan secara verbal atau melalui gambar.³⁶ Media pembelajaran pengajaran adalah alat atau bahan yang digunakan untuk:

- 1) Membantu pembelajar dalam meningkatkan keterampilan dan pengetahuan pembelajar.
- 2) Menghasilkan dan menetapkan pesan dan informasi.
- 3) Menghilangkan ketegangan dan hambatan dan rasa malas peserta didik.³⁷

Media pembelajaran mempunyai banyak manfaat dalam proses pembelajaran, diantaranya yaitu:

- 1) Bagi peserta didik
 - a) Kegiatan belajar lebih menarik dan tidak membosankan peserta didik sehingga, motivasi belajar peserta didik akan lebih tinggi.
 - b) Kegiatan peserta didik lebih komprehensif dan lebih aktif, sebab dapat dilakukan dengan berbagai cara seperti mengamati, bertanya atau wawancara, membuktikan atau mendemonstrasikan, menguji fakta, dan lain-lain.
 - c) Peserta didik dapat memahami dan menghayati aspek-aspek kehidupan yang ada di lingkungannya sehingga, dapat membentuk pribadi yang tidak asing dengan kehidupan disekitarnya.

³⁶ Siti Annisah, 'Alat Peraga Pembelajaran Matematika', *Jurnal Tarbawiyah*, 11.1 (2014), 5.

³⁷ Sulistyarsi.

- d) Dapat memberikan contoh yang selektif.
- e) Dapat merangsang berfikir analisis.
- f) Dapat menciptakan situasi belajar yang tanpa beban atau tekanan.

2) Bagi Guru

- a) Dapat memberikan pedoman dalam merumuskan tujuan pembelajaran.
- b) Dapat memberikan sistematika mengajar.
- c) Dapat memudahkan kendali pelajaran
- d) Dapat membantu kecermatan dan ketelitian dalam penyajian.
- e) Dapat membangkitkan rasa percaya diri dalam mengajar.
- f) Dapat meningkatkan kualitas pengajaran.³⁸

Berdasarkan manfaat yang diuraikan di atas terkait media pembelajaran, maka media pembelajaran sangat bermanfaat untuk guru dan peserta didik. Dengan adanya media pembelajaran guru akan lebih mudah dalam menyampaikan materi yang abstrak, sehingga materi yang disampaikan akan lebih mudah dipahami oleh peserta didik.

2. Arduino Uno

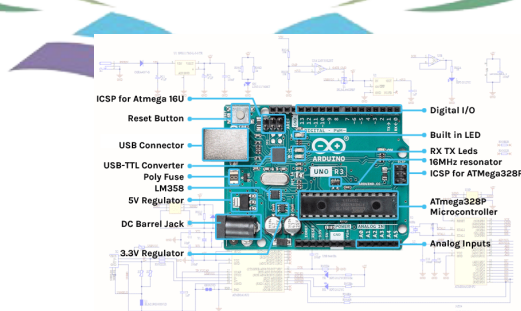
a. Pengertian Arduino Uno

Arduino Uno merupakan *board* mikrokontroler berbasis ATmega328. Pada Arduino uno memiliki 14 pin *input* dan *output* digital, dimana pada 6 pin *input* tersebut dapat digunakan sebagai *output* PWM (*Pulse*

³⁸ Undang Rosidin Abdurrahman Sumirat Dyah Wulandari, 'Pengembangan Alat Peraga Fisika Pada Materi Viskositas Sebagai Media Pembelajaran', *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1.4 (2013), 1.

Widht Modulation) dan 6 pin *input* analog, 16 MHz osilator kristal, koneksi USB, *jack power*, ICSP *header*, dan tombol *reset*. Dalam penggunaannya mikrokontroler ini perlu menghubungkan *board* Arduino Uno ke komputer dengan menggunakan kabel USB dan AC adaptor sebagai *suplay* atau baterai untuk menjalankannya.³⁹

Arduino Uno atau atmega 328 merupakan *chip* mikrokontroler 8-bit yang basisnya adalah AVR-RISC buatan Atmel yang memiliki memori ISP flash sebesar 32 KB dengan kemampuan baca-tuis (*read/write*), 1 KB EEPROM, 2 KB SRAM dan karena kapasitas memori Flash sebesar 32 KB inilah kemudian *chip* ini diberi nama Atmega328. Kelengkapan fitur yang dihadirkan pada modul Arduino UNO membuat modul ini mudah dalam penggunaannya, hanya dengan menghubungkan modul Arduino UNO denga PC menggunakan kabel USB atau menggunakan adaptor DC-DC, maka modul siap digunakan. Modul Arduino Uno merupakan sebuah *platform* komputasi fisik yang mempunyai sifat *open source*.⁴⁰



Gambar 2.1 Arduino Uno AT-Mega 328

³⁹ Siti Rochaeni, Desnita, and Raihanati, 'Pengembangan Alat Peraga Fisika SMA Materi Hukum Newton Dan Aplikasinya', in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015-II Vol.4*, 2015, p. 71.

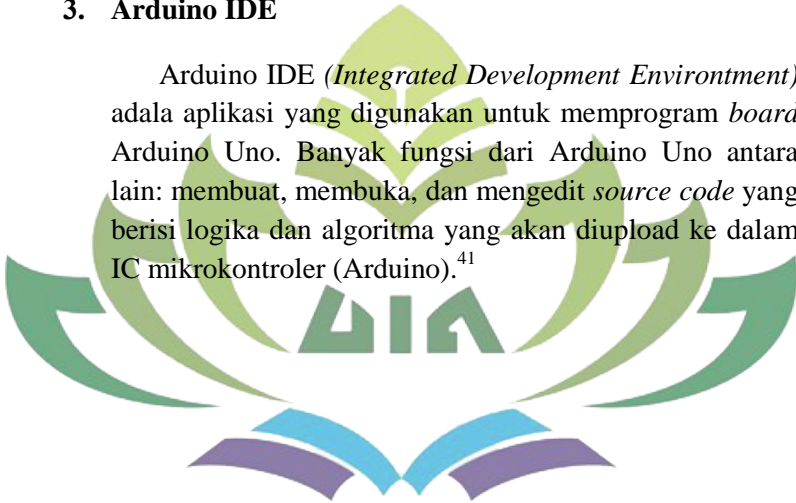
⁴⁰ Juwairiah, 'Alat Peraga Dan Media Pembelajaran Kimia', *Jurnal Visipena*, 4.1 (2013), 8.

b. Kelebihan Arduino Uno

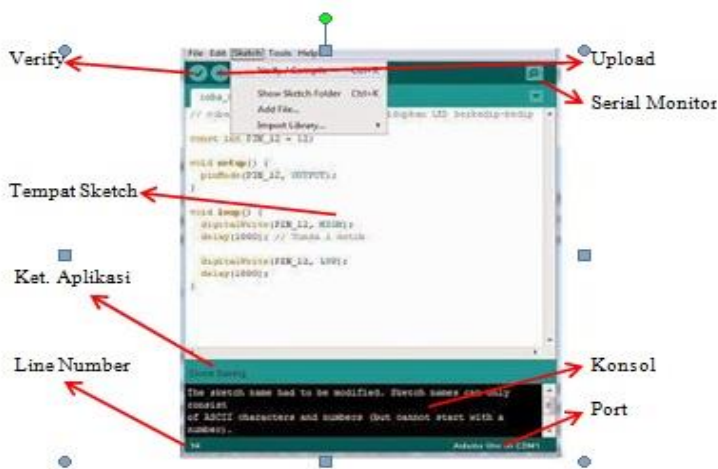
Arduino Uno atau yang mempunyai nama lain AT-Mega 328 memiliki banyak kelebihan diantaranya: Murah, Sederhana, dan Mudah dalam pemrogramannya, perangkat lunaknya *Open Source*, tidak perlu perangkat *chip programmer*, sudah memiliki sarana komunikasi USB, Bahas pemrogramannya relatif mudah, memiliki modul siap pakai (*shield*) yang bisa ditancapkan pada *board* Arduino.

3. Arduino IDE

Arduino IDE (*Integrated Development Environment*) adalah aplikasi yang digunakan untuk memprogram *board* Arduino Uno. Banyak fungsi dari Arduino Uno antara lain: membuat, membuka, dan mengedit *source code* yang berisi logika dan algoritma yang akan diupload ke dalam IC mikrokontroler (Arduino).⁴¹



⁴¹ Arum Permatasari, 'Pengembangan Alat Peraga Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Pada Materi Energi' (UIN Raden Intan Lampung, 2019).



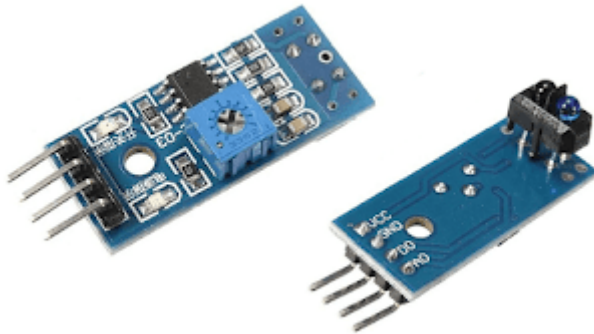
Gambar 2.2 Interface Arduino IDE

4. Sensor Garis

a. Pengertian Sensor garis

Sensor garis merupakan salah satu jenis sensor yang sering digunakan untuk perangkaian besar ataupun kecil. Sensor garis ini digunakan untuk memaca lintasan yang berupa sebuah garis hitam dengan alas putih atau sebaliknya. Sensor garis ini adalah sensor yang di aktifkan dengan tegangan DC untuk transmisi atau sensor jarak dekat, dan dengan tegangan AC (30-40 KHz) untuk transmisi atau sensor jarak jauh.⁴²

⁴² Prio Handoko, 'Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3', *Journal UNJ. Universitas Pembangunan Jaya*, 2017, 2.



Gambar 2.3 Sensor Garis TCRT5000⁴³

b. Cara Kerja Sensor Garis

Sensor garis terdiri dari LED inframerah dan *phototransistor* dimana LED akan memancarkan ke *phototransistor* sehingga akan terbaca sebagai *high* di mikrokontroler, sedangkan jika pancaran terhalangi maka akan menghasilkan sinyal *low*.⁴⁴

Sensor garis akan bekerja juga ketika terhalang benda, maka sensor akan bekerja dan mengirim sinyal ke Arduino lalu akan ditampilkan ke LCD yang terhubung.⁴⁵ Sensor garis akan memancarkan yang kemudian mengenai target untuk dipantulkan ke sensor.⁴⁶

Pada saat pemancaran gelombang samapai kembali ke sensor, sistem mulai mengukur waktunya. Adanya sensor garis ini untuk memperkecil kesalahan dalam melakukan perhitungan waktu dibandingkan dengan mengukur waktu menggunakan *stopwatch*,

⁴³ Hari Santoso, *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula* (elangskrafti, 2015).

⁴⁴ Anang febrri Saputra, 'Media pembelajaran Ground Spoiler Pada Saat Landing Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Arduino', in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)* (Surabaya, 2019).

⁴⁵ Rayendente, 'Sensor Inframerah', *Coretan Tanganku*, 2005 <<https://rayendente.wordpress.com/2015/03/26/sensor-inframerah>>.

⁴⁶ Mohammad Khafidz Hamdani dan Supardiyono, 'Rancang Bangun Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Digital Berbasis Sensor Inframerah', *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9.3 (2020).

karena ketika mengukur waktu dengan *stopwatch* bisa terjadi kurang teliti saat memulai pengukuran.⁴⁷

5. Pendekatan STEAM

Pemilihan pendekatan dalam pembelajaran dapat mempengaruhi proses pembelajaran. pemilihan pendekatan yang tepat dapat memberikan pembelajaran yang bermakna. STEAM mengasumsikan teknologi digunakan untuk memfasilitasi bagian dari proses berpikir kritis, penyelesaian, masalah, dapat membantu mempertahankan minat siswa dalam kelas melalui pelajaran yang interaktif, membangkitkan semangat dan memunculkan ketertarikan siswa dalam pelajaran.⁴⁸

Salah satu pendekatan pembelajaran yang dapat mengintegrasikan beberapa disiplin ilmu pengetahuan yaitu pendekatan STEAM (*Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics*). STEAM merupakan pengembangan dari pendidikan STEM dengan menambahkan unsur seni (*Arts*) dalam kegiatan pembelajarannya.⁴⁹ Penambahan *Art* = seni, karena pada pelaksanaan pembuatan proyek aspek seni sangat diperlukan untuk menciptakan produk yang lebih baik.⁵⁰

STEAM berasal dari STEM yang diperkenalkan oleh NSF (*National Science Foundation*) Amerika Serikat pada tahun 1990an sebagai singkatan dari “*Science, Technology, Engineering, and Mathematics*” dengan

⁴⁷ Mohammad Khafidz Hamdani dan Supardiyono, ‘Rancang Bangun Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Digital Berbasis Sensor Inframerah’, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9.3 (2020).

⁴⁸ P W Ginta and Milanti R. F, ‘Robot Pendeteksi Dan Perhitungan Jalan Berlobang Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler’, *Jurnal Media Infotama*, 7.1 (2011), 69–83.

⁴⁹ Kuria Mega Jannah Subhan Imam Suchaio, ‘Pengembangan Alat Praktikum Hukum II Newton Dengan Sensor Infrared Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Pada Siswa Kelas X’, *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9.2 (2020), 97–103.

⁵⁰ E Perignat and J Katz-Buonincontro, ‘STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review’, *Thinking Skill and Creativity*, 2.2 (2019), 31–43.

menambahkan unsur artistik⁵¹. Pendekatan merupakan kesesuaian yang sempurna antara masalah yang terjadi di dunia nyata dan pembelajaran berbasis masalah. Komponen A (*art*) merupakan bagian yang penting untuk ditambahkan pada STEM karena *art* merupakan bagian dari jalinan elemen STEAM. Seni meliputi estetika, ergonomi, sosiologi, psikologi, filsafat, dan pendidikan⁵². Pendekatan ini mampu menciptakan sistem pembelajaran yang kohesif dan pembelajaran aktif untuk kepat aspek secara bersamaan yang dibutuhkan untuk menyelesaikan suatu masalah. STEAM dapat diterapkan di berbagai jenis dan tingkat lingkungan belajar. Oleh karena itu, STEAM secara akurat dapat menjadi proksi dari budaya sekitarnya dan dikembangkan menjadi toleran terhadap segala jenis keanekaragaman. Dengan demikian semua siswa dapat belajar tentang budaya di sekitarnya, dan budaya sekitarnya dapat menjadi media pembelajaran bagi mereka.

STEAM adalah sebuah pendekatan dalam pembelajaran yang menggunakan sains, teknologi, ilmu teknik, seni dan matematika sebagai pintu masuk untuk membimbing penelitian siswa, diskusi dan kolaborasi, serta berpikir kritis.

Pendidikan STEAM membutuhkan konteks sebagai media untuk membina integrasi disiplin ilmu Sains, Teknologi, Teknik, Seni dan Matematika serta memberikan berbagai macam perlakuan dalam perkembangannya. Konteks atau fenomena yang paling terkenal dalam hal ini di semua bidang, bahkan lintas negara dan wilayah adalah kearifan lokal, khususnya budaya lokal. Canggih iptek tercipta karena adanya

⁵¹ Erik Moga et al., "Does Studying the Arts Engender Creative Thinking? Evidence for near but Not Far Transfer," *Journal of Aesthetic Education* 34, no. 3/4 (2000): 91–104.

⁵² Richard S Mansfield, Thomas V Busse, and Ernest J Krepelka, "The Effectiveness of Creativity Training," *Review of Educational Research* 48, no. 4 (1978): 517–36.

degradasi budaya, kemudian degradasi nilai moral dan sosial budaya terjadi pada masyarakat/budaya lokal. Pengetahuan lokal dapat memperkuat pembelajaran kontekstual yang dapat merangsang dan meningkatkan kemampuan berpikir kritis dan kreatif serta mendorong setiap siswa di sekolah untuk bijaksana dan bijak dalam menyelesaikan masalah kehidupan. Uraian kearifan lokal di atas dapat berupa seni dan konteks yang tepat dalam modul pembelajaran berbasis STEAM⁵³. Seni dalam STEAM dan kearifan lokal memiliki nilai yang dapat menanamkan keterampilan berpikir kritis dan kreatif untuk memecahkan masalah bagi siswa.

Perkembangan teknologi yang pesat akhir-akhir ini mengakibatkan meningkatnya kebutuhan akan pendidikan untuk membantu penyesuaian masyarakat terhadap perubahan ini. Hal ini mendorong berkembangnya pendekatan-pendekatan baru dalam dunia pendidikan, salah satunya adalah STEAM⁵⁴. Pendidikan STEAM diterima sebagai salah satu gerakan pendidikan terbesar dalam beberapa tahun terakhir, dan berisi tiga pendekatan instruksional : multidisiplin, interdisipliner, dan transdisipliner⁵⁵.

Pendekatan STEM adalah salah satu cara untuk menyatukan sains dan teknik serta kombinasi dari strategi dan implementasi dari pembentukan konsep dan penerapan ide dari pembelajaran sains. Pendekatan pembelajaran STEM dapat digunakan untuk menjawab permasalahan pendidikan di Indonesia. STEM dikembangkan dengan mengangkat isu keseharian dalam

⁵³ Madden et al., "Rethinking STEM Education: An Interdisciplinary STEAM Curriculum."

⁵⁴ Gibson, "The 'Art' of Creative Teaching: Implications for Higher Education."

⁵⁵ Sergey Kukushkin and Natalya Churlyayeva, "The Problem of Engineering Creativity in Russia: A Critical Review," *European Journal of Engineering Education* 37, no. 5 (2012): 500–507.

pembelajaran, dampaknya pembelajaran lebih bermakna karena siswa lebih tertarik dan merasakan manfaat dari belajar fisika dalam keseharian secara nyata.⁵⁶ Pembelajaran dengan pendekatan STEM mengintegrasikan keempat komponen tersebut dengan memfokuskan pada pemahaman konsep yang nyata dalam kehidupan sehari-hari. Melalui pendekatan STEM, proses pembelajaran akan melalui penerapan dan praktik dari konsep dasar STEM pada situasi sesuai kehidupan nyata, tidak hanya membahas ilmu pengetahuan saja, namun mengaitkannya dengan teknologi, teknik serta matematika.⁵⁷ Pengembangan dari STEM yaitu STEAM yang mengaitkannya dengan seni sebagai penunjang produk yang nantinya akan dihasilkan dari praktik yang dilakukan.

Pendekatan ini memberikan tema umum dimana siswa belajar dalam disiplin ilmu yang berbeda, dan hubungan antara disiplin ilmu tersebut terbatas pada tema itu sendiri. Dalam pendekatan ini disiplin STEM diintegrasikan ke dalam lingkungan pengajaran dengan membangun koneksi di antara aplikasi mereka⁵⁸. Akan tetapi, mempelajari sains tidak hanya sekedar tentang penerapannya. Sains adalah pengetahuan tentang alam, termasuk hukum alam yang terkait dengan fisika, kimia, biologi, ilmu bumi, astronomi, dan penerapan fakta, prinsip, konsep, atau konvensi terkait. Mempelajari sains

⁵⁶ Samsul Bahri, Linda Kusumawati, and Lailatur Nuraini, 'STEAM Education Based On Local Wisdom Of Coffe Plantation In Jember To Improve The Competitiveness at 21st Century', *Jurnal Pancaran Pendidikan*, 2017, 129–30.

⁵⁷ Anik Pujianti, 'Penerapan Pendekatan STEAM Pada Materi Struktur Atom Terhadap Pemahaman Konsep Kimia', in *Prosiding Seminar Nasional Sains, Universitas Indraprasta PGRI*, 2020.

⁵⁸ Georgette Yakman, "STEAM Education: An Overview of Creating a Model of Integrative Education," in *Pupils' Attitudes Towards Technology (PATT-19) Conference: Research on Technology, Innovation, Design & Engineering Teaching, Salt Lake City, Utah, USA*, 2008.

adalah tubuh dari pengetahuan ini (konten) dan cara mengetahui sebagai suatu proses⁵⁹.

Dengan integrasi interdisipliner, dua atau lebih disiplin ilmu digabungkan menjadi konsep khusus untuk mencapai tujuan pembelajaran. pendekatan ini mendukung pembelajaran konsep tunggal yang lebih dalam⁶⁰. Tidak semua disiplin STEM perlu dimasukkan secara kolektif, dan menghubungkan disiplin STEM dengan satu atau lebih mata pelajaran sekolah lainnya merupakan pendekatan integratif⁶¹. Integrasi transdisipliner memberi siswa kesempatan untuk menjawab pertanyaan mendasar di dunia nyata menggunakan inkuiri pemecahan masalah, pemikiran kritis, kreativitas, dan inovasi⁶². Dalam pendekatan ini, pengetahuan yang dipelajari dari dua atau lebih disiplin diterapkan pada masalah dan proyek dunia nyata; dengan demikian, membantu membentuk pengalaman belajar⁶³. Pendidikan STEM adalah penyediaan kesempatan bagi individu untuk memiliki pengalaman langsung, mempelajari keterampilan memecahkan masalah, dan terlibat dengan masalah dunia nyata⁶⁴.

⁵⁹ Georgette Yakman and Hyonyong Lee, "Exploring the Exemplary STEAM Education in the US as a Practical Educational Framework for Korea," *Journal of the Korean Association for Science Education* 32, no. 6 (2012): 1072–86.

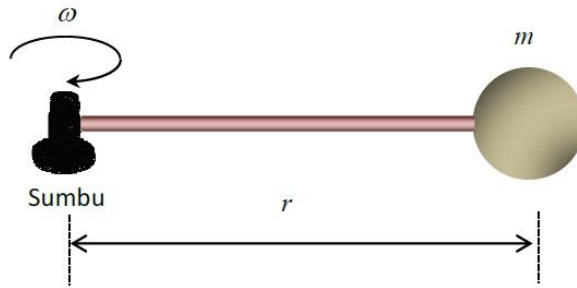
⁶⁰ Anjar Putro Utomo et al., "Development of Learning Material of Biotechnology Topic Based on STEAM-LW Approach for Secondary School in Coastal Area," 2017.

⁶¹ Claudio A. Bonilla, José M. Merigó, and Carolina Torres-Abad, "Economics in Latin America: A Bibliometric Analysis," *Scientometrics* 105, no. 2 (2015): 1239–52, <https://doi.org/10.1007/s11192-015-1747-7>.

⁶² Jo Anne Vasquez, Cary Ivan Sneider, and Michael W Comer, *STEM Lesson Essentials, Grades 3-8: Integrating Science, Technology, Engineering, and Mathematics* (Portsmouth: Heinemann Portsmouth, NH, 2013).

⁶³ R W Bybee, "What Is STEM Education?," *Science* 329, no. 5995 (2010): 996, <https://doi.org/10.1126/science.1194998>.

⁶⁴ Shelly Counsell et al., *STEM Learning with Young Children: Inquiry Teaching with Ramps and Pathways* (New York: Teachers College Press, 2015).

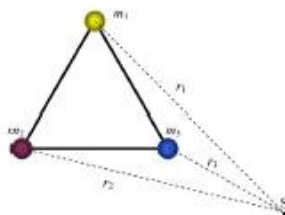


Gambar 2.4 Benda titik bermassa m ditempatkan di ujung tongkat menjadi umbu putar. Benda titik tersebut dapat berputar secara bebas terhadap poros.

6. Momen Inersia

Benda tegar memiliki salah satu besaran yang penting yang dinamakan momen inersia;. Dalam gerak rotasi, momen inersia memiliki kemiripan dengan massa dalam gerak lurus. Kalau massa dalam gerak lurus menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan linear (kecepatan linear = kecepatan gerak benda pada lintasan lurus), maka Momen inersia dalam gerak rotasi menyatakan ukuran kemampuan benda untuk mempertahankan kecepatan sudut (kecepatan sudut = kecepatan gerak benda ketika melakukan gerak rotasi. Disebut sudut karena dalam gerak rotasi, benda bergerak mengitari sudut). Semakin besar Momen Inersia sebuah benda, maka akan semakin sulit membuat benda itu berputar alias berotasi. Sebaliknya benda yang berputar juga akan sulit dihentikan jika mempunyai momen inersianya besar.

Ditinjau sebuah model molekul yang berupa tiga buah bola kecil bermasa m_1 , m_2 , dan m_3 . Bola-bola tersebut dipasang pada titik-titik sudut kerangka kayu ringan yang berbentuk segitiga sama sisi seperti gambar di bawah ini.



Gambar 2.5 Model molekul dengan tiga buah bola kecil

Model molekul itu mengalami gerak rotasi mengelilingi sumbu putar S dengan kecepatan sudut ω berlawanan terhadap arah putaran jarum jam. Masing-masing bola kecil tersebut akan memiliki jalur linier yang besarnya berbeda-beda karena jaraknya dari sumbu rotasi S juga berbeda-beda pula. Bola pertama berkelanjutan linier $v_1 = r_1 \omega$. Bola ke dua memiliki jalur linier $v_2 = r_2 \omega$. Sementara bola ketiga berkelanjutan linier $v_3 = r_3 \omega$. Sementara masing-masing bola merupakan jarak tegak lurus terhadap sumbu putar.⁶⁵

Oleh karena itu, tenaga kinetik keseluruhan model tersebut merupakan jumlah tenaga kinetik masing-masing bola dan diberikan oleh :

⁶⁵ Jaka Afriana, 'Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau Dari Gender', *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Indonesia.*, 9.2 (2016), 2-9.

$$\begin{aligned}
 T &= T_1 + T_2 + T_3 \\
 &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_3 v_3^2 \\
 &= \frac{1}{2} m_1 (r_1 \omega)^2 + \frac{1}{2} m_2 (r_2 \omega)^2 + \frac{1}{2} m_3 (r_3 \omega)^2 \\
 &= \frac{1}{2} (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2) \omega^2
 \end{aligned}$$

Besaran I yang didefinisikan oleh,

$$I = m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2$$

Disebut momen inersia atau momen kelembaman dari model molekul itu terhadap itu terhadap sumbu putar S . Sehingga, tenaga kinetik model molekul yang berotasi tersebut dapat dituliskan sebagai :

$$T = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Sekali lagi ditinjau sebuah model molekul maka tenaga kinetik yang dimiliki oleh model molekul ini juga merupakan jumlahan tenaga kinetik masing-masing bola sejumlah n tersebut dan dapat dituliskan sebagai

$$\begin{aligned}
 T &= T_1 + T_2 + T_3 + \dots + T_n \\
 &= \frac{1}{2} m_1 v_1^2 + \frac{1}{2} m_2 v_2^2 + \frac{1}{2} m_3 v_3^2 + \dots + \frac{1}{2} m_n v_n^2 \\
 &= \frac{1}{2} m_1 (r_1 \omega)^2 + \frac{1}{2} m_2 (r_2 \omega)^2 + \frac{1}{2} m_3 (r_3 \omega)^2 + \dots + \frac{1}{2} m_n (r_n \omega)^2 \\
 &= \frac{1}{2} (m_1 r_1^2 + m_2 r_2^2 + m_3 r_3^2 + \dots + m_n r_n^2) \omega^2 \\
 &= \frac{1}{2} \left(\sum_{i=1}^n m_n r_n^2 \right) \omega^2
 \end{aligned}$$

Oleh karena itu, tenaga kinetik keseluruhan model molekul itu dapat ditulis sebagai,

$$T = \frac{1}{2} I \omega^2$$

Dengan momen inersia sistem model molekul tersebut secara jelas dapat dituliskan sebagai,

$$I = \sum_{i=1}^n m_i r_i^2$$

B. Teori-teori Tentang Pengembangan Model

Penelitian yang dilakukan dalam penelitian ini merupakan jenis penelitian pengembangan *Research and Development* (R&D). Implementasi dalam pendidikan, penelitian dan pengembangan atau yang kita kenal dengan istilah *Research and Development* (R&D), umumnya berfokus pada proses pengembangan dan validasi produk pendidikan⁶⁶ Metode penelitian dan pengembangan adalah metode penelitian yang bertujuan untuk mengembangkan suatu produk baru dan menguji keefektifan produk tersebut. Sebuah produk yang telah dihasilkan perlu adanya penelitian

Dalam penelitian ini, peneliti menggunakan penelitian R&D. Pada penelitian R&D terdapat beberapa model yang dapat digunakan. Model digunakan sebagai panduan dalam mengembangkan suatu produk diantaranya:

1. Borg and Gall

Borg and Gall mengemukakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan terdiri sepuluh langkah penelitian. Setiap tahap merupakan suatu kegiatan yang memiliki target yang ingin dihasilkan berikut tahapan model Borg and Gall: potensi dan masalah, pengumpulan data, desain produk, validasi desain, revisi desain, uji

⁶⁶ Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2015).

coba produk, revisi produk, uji coba pemakaian, revisi produk, produksi masal.⁶⁷

2. Thiagarajan

Thiagarajan mengemukakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang terdiri dari *define* (tahap pendefinisian), *design* (tahap perencanaan), *development* (tahap pengembangan), and *dissemination* (tahap penyebaran).

3. Robert Maribe Branch

Robert Maribe Branch mengembangkan desain pembelajaran dengan model pengembangan ADDIE yang terdiri dari *analysis*, *design*, *development*, *implementation*, and *evaluation*.

4. Richey and Klein

Richey and Klein mengemukakan langkah-langkah penelitian dan pengembangan yang terdiri dari *planning* (perencanaan), *production* (memproduksi) dan *evaluation* (evaluasi).

⁶⁷ Yuberti and Antomi Saregar, *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains* (Bandar Lampung: Aura, 2017).

DAFTAR RUJUKAN

- Afriana, Jaka, 'Penerapan Project Based Learning Terintegrasi STEM Untuk Meningkatkan Literasi Sains Siswa Ditinjau Dari Gender', *Jurnal Inovasi Pendidikan IPA Program Studi Pendidikan Fisika Universitas Indonesia.*, 9.2 (2016), 2–9
- Aldoobie, Nada, 'ADDIE Model Analysis Phase', *American International Journal of Contempory Reasearch*, 5.6 (2015), 68
- Anik Pujianti, 'Penerapan Pendekatan STEAM Pada Materi Struktur Atom Terhadap Pemahaman Konsep Kimia', in *Prosiding Seminar Nasional Sains, Universitas Indraprasta PGRI*, 2020
- Anisimova, Tatyana I., Fairuza M. Sabirova, and Olga V. Shatunova, 'Formation of Design and Research Competencies in Future Teachers in the Framework of STEAM Education', *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 15.2 (2020), 204–17 <<https://doi.org/10.3991/ijet.v15i02.11537>>
- Annisah, Siti, 'Alat Peraga Pembelajaran Matematika', *Jurnal Tarbawiyah*, 11.1 (2014), 5
- Antomi, Saregar, Fauzan, Ali murtadho, and M. Iqbal Fasa, *PEDOMAN PENULISAN TUGAS AKHIR MAHASISWA PROGRAM SARJANA UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG 2020* (Bandar Lampung, 2020)
- Anwar, Chairul, *Hakikat Manusia Dalam Pendidikan* (UIN Sunan Kalijaga: SUKA-Press, 2014)
- , *Teori- Teori Pendidikan Klasik Hingga Kontenporer* (Yogyakarta: IRCiSod., 2017)
- Aoun, Joseph E, 'Robot-Proof: Highet Education in the Age of Artificial Inteligence', *Journal of Education for Teaching*, 2018
- Arsyad, A, *Media Pembelajaran*. (Jakarta: Jakarta: PT Raja Grafindo Persada, 2011)
- Bahri, Samsul, Linda Kusumawati, and Lailatur Nuraini, 'STEAM Education Based On Local Wisdom Of Coffe Plantation In Jember To Improve The Competitiveness at 21st Century',

- Banjarnahor, Hendra, 'Sistem Pengukuran Momen Inersia Benda Pejal Dengan Metode Osilasi Harmonik Berbasis Mikrokontroler', 2012, 9–12
- Diani, R., R. B. Satiarti, N. Lestari, N. B. Haka, D. Reftyawati, A. Padilah, and others, 'Digital Oscillation Rails: Developing Physics Learning Media to Determine the Acceleration Value of Earth's Gravity', *Journal of Physics: Conference Series*, 1572.1 (2020) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1572/1/012019>>
- Effendi, Asnal, *FISIKA 1 BAB 13 MOMEN INERSIA*, 2012
- Ghufron, 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan', *Makalah Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat* (Universitas Indraprasta PGRI Jakarta, 2 August 2018), p. 333
- , 'Revolusi Industri 4.0: Tantangan, Peluang Dan Solusi Bagi Dunia Pendidikan', *Seminar Nasional Dan Diskusi Panel Multidisiplin Hasil Penelitian & Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2018, 333
- Ginta, P W, and Milanti R. F, 'Robot Pendeteksi Dan Perhitungan Jalan Berlobang Menggunakan Sensor Infra Merah Berbasis Mikrokontroler', *Jurnal Media Infotama*, 7.1 (2011), 69–83
- Gusti, I, Agung Putu, Raka Agung, I Made, and Irwan Susanto, 'Rancang Bangun Prototipe Penghitung Jumlah Orang Dalam Ruang Terpadu Berbasis Mikrokontroler Atmega328P', *Irwan Susanto Teknologi Elektro*, 11.1 (2012), 41–49
- Handoko, Prio, 'Sistem Kendali Perangkat Elektronika Monolitik Berbasis Arduino Uno R3', *Journal UNJ. Universitas Pembangunan Jaya*, 2017, 2
- Helmi Guntoro, Yoyo Somantri, Erik Haritman, 'Rancang Bangun Magnetic Door Lock Menggunakan Keypad Dan Solenoid Berbasis Mikrokontroler Arduino Uno', *ELECTRANS*, 12.1 (2013), 39–48
- Inggriani, Budiman A, Fauziah Prasetyo Y.A, and Septiana N, 'Model

- Pembelajaran IPA Dengan Alat Peraga Sederhana Untuk Meningkatkan Pemahaman Dan Kreativitas Siswa Di MTS, MA Arif Cikeruh, Jatinago', *Jurnal Aplikasi IPTEK Untuk Masyarakat*, 5.1 (2016), 56–60
- Irwandani, I., S Latifah, A Asyhari, M Muzannur, and W Widayanti, 'Modul Digital Interaktif Berbasis Articulate Studio'13: Pengembangan Pada Materi Gerak Melingkar Kelas X.', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRu-Ni*, 6.2 (2017), 221–33
- Jinakheiw, Thanyaluk, Wirachit Ratchakham Meechai Thepnurat, and Anusorn Tong-on, 'Using the Arduino with LabVIEW on Moment of Inertia Experiment', in *IOP. Conf. Series :Journal of Physics Conf. Series*, 2018, MCXLIV
- Juwairiah, 'Alat Peraga Dan Media Pembelajaran Kimia', *Jurnal Visipena*, 4.1 (2013), 8
- Kaus, M, G, Boimau, I., 'Rancang Bangun Alat Peraga Fisika Berbasis Arduino (Studi Kasus Gerak Jatug Bebas)', *CYCLOTRON*, 2.1 (2019)
- Made, Tegeh, *Model Penelitian Pengembangan* (Yogyakarta: Graha Ilmu, 2014)
- McRoberts, Michael, *Beginning Arduino* (United States of America: Springer Science+Business Media, 2010)
- Pamelasari, A Widiyatmoko dan S D, 'Pembelajaran Berbasis Proyek Untuk Mengembangkan Alat Peraga IPA Dengan Memanfaatkan Bahan Bekas Pakai', *Jurnal Pendidikan Ipa Indonesia*, 2.2 (2012)
- Perignat, E, and J Katz-Buonincontro, 'STEAM in Practice and Research: An Integrative Literature Review', *Thinking Skill and Creativity*, 2.2 (2019), 31–43
- Permatasari, Arum, 'Pengembangan Alat Peraga Lampu Sensor Berbasis Arduino Uno Pada Materi Energi' (UIN Raden Intan Lampung, 2019)
- Rayendente, 'Sensor Inframerah', *Coretan Tanganku*, 2005
<<https://rayendente.wordpress.com/2015/03/26/sensor->

inframerah>

- Risyan, Resa, 'Apa Arduino Itu? Berikut Fungsi Dan Pengertiannya', *Http://www.monitorteknologi.com/apa-Arduino-Itu/amp.htm*, 2020
- Rochaeni, Siti, Desnita, and Raihanati, 'Pengembangan Alat Peraga Fisika SMA Materi Hukum Newton Dan Aplikasinya', in *Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2015-II Vol.4*, 2015, p. 71
- Santi, Kurnia, Sofyan M. Sholeh, Irwandani, Fathiah Alatas, Henita Rahmayanti, Ilmi Zajuli Ichsan, and others, 'STEAM in Environment and Science Education: Analysis and Bibliometric Mapping of the Research Literature (2013-2020)', *Journal of Physics: Conference Series*, 1796.1 (2021) <<https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012097>>
- Santoso, Hari, *Panduan Praktis Arduino Untuk Pemula* (elangsakti, 2015)
- Saputra, Anang febri, 'Alat Peraga Ground Spoiler Pada Saat Landing Menggunakan Sensor Inframerah Berbasis Arduino', in *Prosiding Seminar Nasional Inovasi Teknologi Penerbangan (SNITP)* (Surabaya, 2019)
- Sucahyo, Kuria Mega Jannah Subhan Imam, 'Pengembangan Alat Praktikum Hukum II Newton Dengan Sensor Infrared Untuk Melatihkan Keterampilan Proses Sains Pada Siswa Kelas X', *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9.2 (2020), 97–103
- Sudarsana, I Ketut, 'Optimalisasi Penggunaan Teknologi Dalam Implementasi Kurikulum Di Sekolah (Persepektif Teori Konstruktivisme)', *Cetta: Jurnal Ilmu Pendidikan*, 2018
- Sugiyono, *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2015)
- , *Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, Dan R&D* (Bandung: Alfabeta, 2015)
- Suhaeb, Sutarsi, Yasser Abd Djawad, Jaya, Hendra, Ridwansyah, Sabran, and others, *MIKROKONTROLER DAN INTERFACE* (Makassar, 2017)

- Sulistiyarsi, Ani, 'Penerapan Strategi Pembelajaran Berbasis Proyek Dalam Membuat Alat Peraga IPA Untuk Meningkatkan Prestasi Belajar Dan Keaktifan Siswa Kelas IV SDN Cermo 01 Kare Madiun', *Premiere Educandum: Jurnal Pendidikan Dasar Dan Pembelajaran*, 2.1 (2016), 25
- Sumirat Dyah Wulandari, Undang Rosidin Abdurrahman, 'Pengembangan Alat Peraga Fisika Pada Materi Viskositas Sebagai Media Pembelajaran', *Jurnal Pembelajaran Fisika*, 1.4 (2013), 1
- Supardiyono, Mohammad Khafidz Hamdani dan, 'Rancang Bangun Alat Praktikum Gerak Jatuh Bebas Digital Berbasis Sensor Inframerah', *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*, 9.3 (2020)
- Suryana, H, 'Strategi Peningkatan Mutu Pendidikan', *Jurnal Pendidikan Islam*, 8.2 (2009)
- Usmeldi, 'Pengembangan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Riset Dengan Pendekatan Scientific Untuk Meningkatkan Literasi Sains Peserta Didik', *Jurnal Penelitian & Pengembangan Pendidikan Fisika*, 2.1 (2016), 1–8
- Utami, Indri Sari, and Rahmat Firman Septiyanto Firmanul Catur Wibowo, 'Pengembangan STEM-A (Science, Technology, Engineering, Mathematic and Animation) Berbasis Kearifan Lokal Dalam Pembelajaran Fisika', *Jurnal Ilmiah Pendidikan Fisika Al-BiRuNi*, 6.1 (2017), 67–73
- Yuberti, 'PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN" YANG BELUM DIMINATI DAN PERSPEKTIFNYA', 2014, 1–15
- Yuberti, Widayanti, 'Pengembangan Alat Praktikum Sederhana Sebagai Media Praktikum Mahasiswa', *JIPFRI (Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika Dan Riset Ilmiah)*, 2.1 (2018), 22
- Yuberti, Yuberti, 'Peran Teknologi Pendidikan Islam Pada Era Global', *AKADEMIKA: Jurnal Pemikiran Islam*, 20.1 (2015), 137–148
- Yuberti, and A. Saregar, *Penghantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains* (Bandar Lampung: Aura, 2017)

Yuberti, and Antomi Saregar, *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains* (Bandar Lampung: Aura, 2017)

Yulia Aftiani, Resi, Khairinal Khairinal, and Suratno Suratno, 'Pengembangan Media Pembelajaran E-Book Berbasis Flip Pdf Professional Untuk Meningkatkan Kemandirian Belajar Dan Minat Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Ekonomi Siswa Kelas X Iis 1 Sma Negeri 2 Kota Sungai Penuh', *Jurnal Manajemen Pendidikan Dan Ilmu Sosial*, 2.1 (2021), 458–70 <<https://doi.org/10.38035/jmpis.v2i1.583>>

Zubaidah, Siti, 'STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts, and Mathematics): Pembelajaran Untuk Memberdayakan Keterampilan Abad Ke-21', in *Seminar Nasional Matematika Dan Sains Dengan Tema 'STEAM Terintegrasi Kearifan Lokal Dalam Menghadapi Era Revolusi Industri 4.0' Di FKIP Universitas Wiralodra Indramayu, 19 September 2019* (idramayu, 2019)

