

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA PADA
MATERI GELOMBANG BERBASIS MITIGASI
KEBENCANAAN DI SMA/MA KELAS XI**

Skripsi

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

Oleh

Eka Oktasari
Npm: 1911090193

Jurusan: Pendidikan Fisika



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

PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA PADA MATERI GELOMBANG BERBASIS MITIGASI KEBENCANAAN DI SMA/MA KELAS XI

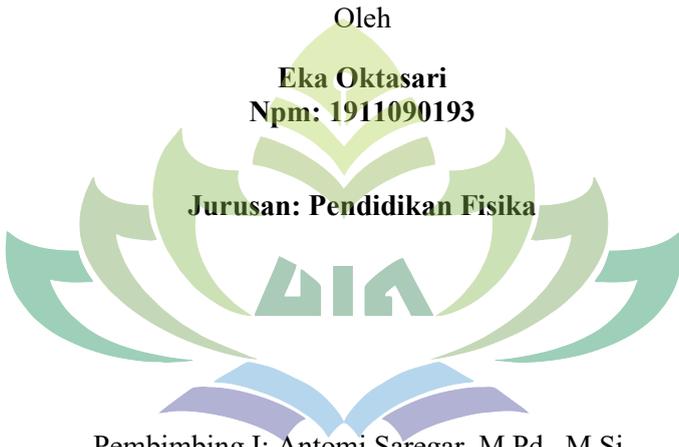
Skripsi

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

Oleh

Eka Oktasari
Npm: 1911090193

Jurusan: Pendidikan Fisika



Pembimbing I: Antomi Saregar, M.Pd., M.Si.

Pembimbing II: Yani Suryani, M.Pd

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
RADEN INTAN LAMPUNG**

1445 H/2023

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan bahan ajar E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis kebencanaa pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI, untuk mengetahui kelayakan berupa E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI dan mengetahui respon peserta didik terhadap E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI.

Penelitian ini menggunakan jenis penelitian *Research and Development* dengan model pengembangan ADDIE (*Analyze, Design, Development, Implementation, dan Evaluation*). Instrumen pengumpulan data yang digunakan berupa angket yang diberikat kepada validator ahli media dan ahli materi untuk menguji kualitas kelayakan E-modul pada materi gelombang berbasis mitigasi kebencanaan menggunakan *Flip Pdf Profesional*, instrumen uji kemenarikan berupa angket yang diberikan kepada siswa kelas XI di dua sekolah untuk menguji kemenarikan E-modul menggunakan *Flip Pdf Profesional*. Penelitian ini dilakukan di SMA N 5 Bandar Lampung dan MA Muhammadiyah Sukarame. Hasil penelitian pengembangan bahan ajar E-modul pada materi gelombang berbasis mitigasi kebencanaan dinyatakan sangat layak oleh enam validator dengan persentase 81% untuk kelayakan bahan ajar E-modul dan 92% untuk kelayakan materi E-modul. Selain itu bahan ajar E-modul juga dinyatakan sangat menarik dengan persentase sebesar 91% dan dapat digunakan pada jenjang SMA/MA sebagai bahan ajar.

Kata Kunci: E-Modul, *Flip Pdf Profesional*, Gelombang, Mitigasi Kebencanaan

ABSTRACT

This study aims to develop E-Modules teaching materials with disaster-based professional flip pdf on wave material for SMA/MA class XI, to determine the feasibility of E-Modules with disaster mitigation-based professional flip pdf on wave material for SMA/MA class XI and to determine the response of students to E-Modules with disaster mitigation-based professional flip pdf on wave material for SMA/MA class XI.

This study uses a type of Research and Development research with the ADDIE development model (Analyze, Design, Development, Implementation, and Evaluation). The data collection instrument used is a questionnaire that is given to media expert validators and material experts to test the quality of the feasibility of E-modules on disaster mitigation-based wave material using Flip Pdf Professional, a questionnaire test instrument given to grade XI students in two schools to test the attractiveness of E-modules using Flip Pdf Professional. This research was conducted at SMA N 5 Bandar Lampung and MA Muhammadiyah Sukarame. The results of the research on the development of E-module teaching materials on disaster mitigation-based wave material were declared very feasible by six validators with a percentage of 81% for the feasibility of E-module teaching materials and 92% for the feasibility of E-module materials. In addition, the E-module teaching materials were also declared very interesting with a percentage of 91% and could be used at the SMA / MA level as teaching materials.

Keywords: E-Modules, Flip Pdf Professional, Waves, Disaster Mitigation

SURAT PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Eka Oktasari

Npm : 1911090193

Jurusan/Prodi : Pendidikan Fisika

Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul “Pengembangan E-Modul Fisika Pada Materi Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di SMA/MA kelas XI” adalah benar-benar merupakan hasil karya penyusun sendiri, bukan duplikasi dari karya orang lain kecuali pada bagian yang telah dirujuk dan disebut dalam footnote atau daftar pustaka. Apabila di lain waktu adanya penyimpangan dalam karya ini, maka tanggung jawab sepenuhnya pada penyusun. Demikian surat pernyataan saya buat agar dapat dimaklumi.

Bandar Lampung, 21 Agustus 2023



Eka Oktasari
Npm. 1911090193



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

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

PERSETUJUAN

**Judul : Pengembangan E-Modul Fisika Pada Materi
Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di
SMA/MA Kelas XI**

**Nama : Eka Oktasari
NPM : 1911090193
Prodi : Pendidikan Fisika
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan**

MENYETUJUI

Untuk dimunaqosyahkan dan dapat dipertahankan dalam
sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan
UIN Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Pembimbing II


**Antomi Saregar, M.Pd., M.Si
NIP. 198604072015031005**


**Yani Suryani, M.Pd
NIP. 199411142019032033**

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Fisika**



**Sri Latifah, M.Sc
NIP. 197903212011022003**



**KEMENTERIAN AGAMA
UIN RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN**

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

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul “Pengembangan E-Modul Fisika pada Materi Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di SMA/MA Kelas XI”. Disusun oleh Eka Oktasari, NPM 1911090193, Jurusan Pendidikan Fisika, telah diujikan dalam sidang munaqosyan di Fakultas Tarbiyah dan Keguruan, pada hari Rabu, 04 Oktober 2023.

TIM MUNAQOSYAH

Ketua : Sri Latifah, M. Sc

Sekretaris : Mukarramah Mustari, M.Pd

Penguji Utama : Widya Wati, S.Pd, M.Pd

Penguji I : Antomi Saregar, M.Pd., M.Si

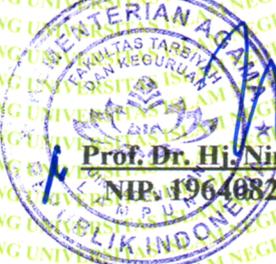
Penguji II : Yani suryani, M.Pd

Mengetahui,

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd

NIP. 196408281988032002



MOTTO

﴿ لَهُ مُعَوَّبَاتٌ مِّنْ بَيْنِ يَدَيْهِ وَمِنْ خَلْفِهِ يَحْفَظُونَهُ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُعَيِّرُ مَا بِقَوْمٍ حَتَّىٰ يُعَيِّرُوا مَا بِأَنْفُسِهِمْ وَإِذَا أَرَادَ اللَّهُ بِقَوْمٍ سُوءًا فَلَا مَرَدَّ لَهُ وَمَا لَهُمْ مِنْ دُونِهِ مِنْ وَالٍ ﴿١١﴾

11. Baginya (manusia) ada (malaikat-malaikat) yang menyertainya secara bergiliran dari depan dan belakangnya yang menjaganya atas perintah Allah. Sesungguhnya Allah tidak mengubah keadaan suatu kaum hingga mereka mengubah apa yang ada pada diri mereka. Apabila Allah menghendaki keburukan terhadap suatu kaum, tidak ada yang dapat menolaknya, dan sekali-kali tidak ada pelindung bagi mereka selain Dia.



PERSEMBAHAN

Alhamdulillahirobbill'alamin, segala puji bagi Allah SWT yang telah memberikan limpahan nikmat-Nya dan kemudahan kepada hamba-Nya sehingga tugas akhir (skripsi) ini dapat terselesaikan sebagaimana mestinya. Salawat beriring salam semoga senantiasa terlimpah curahkan kepada suri tauladan Baginda Muhammad SAW yang sangat dinantikan *syafa'atnya* di *yaumul qiyamah* kelak. Sebuah karya ini saya persembahkan kepada:

1. Kedua orang tua saya tercinta, Bapak Wirhadi dan Ibu Muryati. Do'a, dukungan, motivasi, semangat, cinta, kasih sayang dan pengorbanan yang beliau berikan kepada penulis adalah sebuah karunia yang tak ternilai, sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir (skripsi) ini.
2. Untuk diriku sendiri, Eka Oktasari. Terimakasih telah berproses dan bertahan, maaf jika seringkali menangis saat melewati fase berat dalam hidup, terimakasih untuk tetap mengerjakan skripsi ini meskipun jalannya tidak sempurna.
3. Almamater penulis Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung. Kampus ini bukan hanya sekedar wadah dan tempat dalam menuntut ilmu, namun juga menjembatani penulis dalam mengembangkan potensi diri.
4. Semua pihak yang telah membantu yang tidak bisa disebutkan satu persatu, terima kasih atas semua arahan, bantuan, dukungan, semangat, dan motivasi yang diberikan sehingga peneliti sampai pada tahap meraih gelar Sarjana pada program studi Pendidikan Fisika Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.

RIWAYAT HIDUP

Eka Oktasari lahir di Labuhan Ratu, Lampung Timur, pada tanggal 30 Oktober 2000, anak pertama dari satu bersaudara yang merupakan buah hati dari Bapak Wirhadi dan Ibu Muryati. Pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar di sekolah Dasar Negeri (SDN) 01 Labuhan Ratu, Lampung Timur selesai pada tahun 2013. Setelah itu penulis melanjutkan pendidikannya di Sekolah Menengah Pertama Negeri (SMPN) 02 Labuhan Ratu, Lampung Timur selesai pada tahun 2016. Kemudian dilanjutkan di Sekolah Menengah Atas Islam Terpadu (SMA IT) Baitul Muslim, Lampung Timur selesai pada tahun 2019 dan melanjutkan pendidikan tingkat perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri (UIN) Raden Intan Lampung pada Fakultas Tarbiyah dan Keguruan jurusan Pendidikan Fisika dan di Universitas Terbuka (UT) Bandar Lampung pada Fakultas Ekonomi dan Bisnis jurusan Manajemen. Penulis mengikuti tugas Kuliah Kerja Nyata Dari Rumah (KKN-DR) di Pringsewu, Lampung dan melaksanakan kegiatan Praktek Pengalaman Lapangan (PPL) di SMP Negeri 07 Bandar Lampung.



KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Segala puji bagi Allah SWT, *rabb* semesta alam yang senantiasa melimpahkan segala rahmat, nikmat dan hidayah-Nya pada setiap hembusan nafas. Puji Syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan kemudahan dalam menjalankan amanah orang tua yakni menyelesaikan skripsi sebagai tugas akhir mahasiswa. Shalawat serta salam senantiasa tercurahkan kepada manusia mulia sepanjang masa, suri tauladan terbaik umat muslim yakni nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabatnya dan para pengikutnya. *Alhamdulillahirrobbil'alamiin*, atas kesempatan yang diberikan-Nya peneliti mampu menyelesaikan skripsi ini dengan judul “Pengembangan E-Modul Fisika Pada Materi Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di SMA/MA Kelas XI”.

Skripsi ini disusun dengan tujuan untuk memenuhi syarat dalam menyelesaikan Program Starata Satu (S1) Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (S.Pd). Atas bantuan dari berbagai pihak dalam menyelesaikan skripsi ini, peneliti mengucapkan *Jazakumullah Khairan Katsir* kepada:

1. Prof. Dr. Hj. Nirva Diana, M.Pd., selaku Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
2. Sri Latifah, M.Sc dan Rahma Diani, M.Pd selaku Ketua dan Sekertaris Jurusan Pendidikan Fisika, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Raden Intan Lampung.
3. Antomi Saregar, M.Pd., M.Si., selaku Pembimbing 1 yang dengan sabar membimbing dan mengarahkan penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Yani Suryani, M.Pd., selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dalam proses penulisan skripsi ini dengan sabar.
5. Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan terkhusus dosen Jurusan Pendidikan Fisika yang telah memberikan ilmu kepada peneliti selama menempuh pendidikan di program studi pendidikan fisika, FTK UIN Raden Intan Lampung.

6. Guru fisika SMAN 5 Bandar Lampung dan MA Muhammadiyah Bandar Lampung yang telah memberikan izin dan kesempatan peneliti untuk melakukan pra-penelitian dan penelitian demi penyelesaian skripsi ini.
7. Siswa kelas XI SMAN 5 Bandar Lampung dan MA Muhammadiyah Bandar Lampung yang telah membantu peneliti dalam mengumpulkan data demi kepentingan penyelesaian skripsi ini.
8. Teman seperjuangan pendidikan fisika angkatan 2019 terkhusus kelas B yang telah memberikan dukungan dan kebersamaan peneliti selama menjadi mahasiswa pendidikan fisika di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.
9. Teman-teman KKN dan PPL yang selalu memberikan semangat dan dukungan kepada peneliti dalam menyelesaikan skripsi ini.

Terima kasih atas bantuan dari berbagai pihak dalam penyusunan skripsi ini semoga pihak-pihak yang telah membantu mendapat balasan pahala dari Allah SWT. *Aamiin Allahumma Aamiin.*

Wassalammu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 10 Agustus 2023

Eka Oktasari
NPM. 1911090193

DAFTAR ISI

ABSTRAK	iii
ABSTRACT	iv
SURAT PERNYATAAN	v
PERSETUJUAN	vi
PENGESAHAN	vii
MOTTO	viii
PERSEMBAHAN	ix
RIWAYAT HIDUP	x
KATA PENGANTAR	xi
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
A. Penegasan Judul.....	1
B. Latar Belakang Masalah.....	2
C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah.....	10
D. Rumusan Masalah.....	11
E. Tujuan Penelitian.....	11
F. Manfaat Penelitian.....	12
G. Penelitian Terdahulu.....	13
BAB II LANDASAN TEORI	18
A. Konsep Pengembangan.....	18
B. Bahan Ajar.....	20
C. Modul.....	23

D.	Berbasis Mitigasi Kebencanaan.....	30
E.	Gelombang Mekanik	37
BAB III	METODE PENELITIAN.....	51
A.	Waktu dan Tempat Penelitian Pengembangan	51
B.	Desain Penelitian Pengembangan.....	51
C.	Prosedur Penelitian Pengembangan.....	51
D.	Validasi, Evaluasi, dan Revisi Media	65
E.	Spesifikasi Produk yang Dikembangkan	66
F.	Instrumen Penelitian	66
G.	Uji Coba Produk	67
H.	Teknik Analisis Data	68
BAB IV	HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	70
A.	Deskripsi Hasil Penelitian dan Pengembangan	70
B.	Deskripsi dan Analisis Data Hasil Uji Coba.....	75
C.	Kajian Produk Akhir.....	111
BAB V	PENUTUP	122
A.	Simpulan.....	122
B.	Rekomendasi	123
DAFTAR RUJUKAN		125
LAMPIRAN		133

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Perbandingan E-Modul dan Modul cetak	30
Tabel 3.1. Kriteria Validasi.....	68
Tabel 3.2. Kriteria Kemenarikan	69
Tabel 4.1. Format Awal E-Modul.....	73
Tabel 4.2. Perbaikan E-Modul oleh Ahli Media.....	76
Tabel 4.3. Persentase Hasil Validasi Ahli Media	78
Tabel 4.4. Perbaikan E-Modul oleh Ahli Materi	79
Tabel 4.5. Persentase Hasil Validasi Ahli Materi	82
Tabel 4.6. Respon Uji Coba Kelompok Kecil SMA N 5	84
Tabel 4.7. Respon Uji Coba Kelompok Kecil MA	85
Tabel 4.8. Respon Uji Coba Kelompok Kecil di 2 Sekolah	86
Tabel 4.9. Respon Uji Coba Lapangan SMA N 5.....	88
Tabel 4.10. Respon Uji Coba Lapangan MA Muhammadiyah.....	89
Tabel 4.11. Respon Uji Coba Lapangan di 2 Sekolah	90
Tabel 4.12. Tampilan Akhir E-Modul	92

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Gelombang Longitudinal	39
Gambar 2.2. Gelombang Longitudinal Pada Slinky	39
Gambar 2.3. Gelombang Transversal	40
Gambar 2.4. Gelombang Transversal Pada Slinky	41
Gambar 2.5. Penerapan Metode Seismik.....	43
Gambar 2.6. Akibat Gelombang Seismik	43
Gambar 2.7. Gelombang Elektromagnetik	44
Gambar 2.8. Gelombang Berjalan	44
Gambar 3.1. Alur Proses Model ADDIE.....	52
Gambar 3.2. Desain E-Modul	55
Gambar 3.3 Tampilan Awal Saat Membuka Aplikasi.....	56
Gambar 3.4. Tampilan Versi <i>Project</i>	56
Gambar 3.5. Jendela Import Pdf	57
Gambar 3.6. Jendela (a) <i>Project Tipe</i> dan (b) <i>Select</i>	57
Gambar 3.7. Tampilan Awal <i>Project</i>	58
Gambar 3.8. (a) Jendela Awal (b) Jendela Edit Page.....	59
Gambar 3.9. Jendela <i>Publish</i> Hasil.....	60
Gambar 3.10. Jendela <i>Convert</i>	60
Gambar 3.11 Jendela Setelah di <i>Publish</i>	60
Gambar 3.12. Tampilan Akhir.....	61
Gambar 3.13. Alur Penelitian	64
Gambar 4.1. Peta Konsep	72
Gambar 4.2. Grafik Validasi Ahli Media.....	79
Gambar 4.3. Grafik Validasi Ahli Materi	83
Gambar 4.4. Grafik Hasil Uji Coba Kelompok Kecil SMA 5.....	85
Gambar 4.5. Grafik Hasil Uji Coba Kelompok Kecil MA	86
Gambar 4.6. Grafik Hasil Uji Coba Kelompok Kecil di 2 Sekolah..	87
Gambar 4.7. Grafik Hasil Uji Coba Lapangan SMA 5.....	88
Gambar 4.8. Grafik Hasil Uji Coba Lapangan MA	90
Gambar 4.9. Grafik Hasil Uji Coba Lapangan Di 2 Sekolah	91

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Instrumen Wawancara Guru.....	133
Lampiran 2. Hasil Wawancara Guru di 2 Sekolah	136
Lampiran 3. Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Materi.....	139
Lampiran 4. Instrumen Validasi Ahli Materi.....	141
Lampiran 5. Kisi-kisi Lembar Validasi Ahli Media	153
Lampiran 6. Instrumen Validasi Ahli Media	154
Lampiran 7. Kisi-kisi Respon Peserta Didik	164
Lampiran 8. Lembar Respon Peserta Didik.....	165
Lampiran 9. Hasil Validasi Ahli Materi Tahap 1	169
Lampiran 10. Hasil Validasi Ahli Media Tahap 1	171
Lampiran 11. Hasil Validasi Ahli Materi	173
Lampiran 12. Hasil Validasi Ahli Media.....	175
Lampiran 13. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil di SMA 5.....	177
Lampiran 14. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil di MA.....	178
Lampiran 15. Hasil Uji Lapangan di SMA 5.....	179
Lampiran 16. Hasil Uji Lapangan MA	180
Lampiran 17. Hasil Uji Coba Kelompok Kecil 2 Sekolah.....	181
Lampiran 18. Hasil Uji Coba Lapangan 2 Sekolah	182
Lampiran 19. Dokumentasi	184
Lampiran 20. Surat Permohonan Penelitian MA.....	186
Lampiran 21. Surat Permohonan Penelitian SMA N 5.....	187
Lampiran 22. Surat Keterangan Penelitian MA.....	188

Lampiran 23. Surat Keterangan Penelitian SMA N 5.....	189
Lampiran 24. Surat Keterangan Bebas Plagiat Perpustakaan.....	190
Lampiran 25. Surat Keterangan Bebas Plagiat Jurusan.....	191
Lampiran 26. Hasil Cek Plagiat	192



BAB 1

PENDAHULUAN

A. Penegasan Judul

Penegasan judul ditunjukkan untuk menghindari interpretasi yang berbeda dari pembaca mengenai skripsi dengan judul: “Pengembangan E-Modul Fisika Pada Materi Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di SMA Kelas XI”. Adapun istilah yang terdapat pada judul adalah sebagai berikut:

1. Pengembangan

Pengembangan adalah metode penelitian yang digunakan untuk menciptakan produk tertentu serta menguji manfaat produk tersebut.¹

2. E-Modul

E-modul merupakan salah satu bentuk bahan ajar multimedia interaktif menggunakan teknologi komputasi yang digunakan untuk pembelajaran secara elektronik atau digital. Biasanya, e-modul dilengkapi dengan animasi, video, dan gambar, sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi pembelajaran.²

3. Gelombang

Gelombang adalah getaran yang terjadi akibat perambatan energi osilasi. Berdasarkan arah rambatannya gelombang dibagi menjadi dua, yaitu gelombang transversal dan gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal adalah gelombang yang memiliki arah getarannya yang sejajar dengan arah rambatnya, sedangkan gelombang

¹ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*, Alfabeta (Bandung, 2013).

² N. Fadieny and A. Fauzi, “The Analysis of Instructional Media in Development of Lightning E-Module For Physics Learning in Senior High School,” *Journal of Physics: Conference Series* 1185, no. 1 (2019), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012078>.

yang arah getar tegak lurus terhadap arah rambatnya adalah gelombang transversal.³

4. Berbasis Mitigasi

Mitigasi adalah upaya baik bersifat persiapan non-fisik maupun fisik dalam menghadapi bencana alam.⁴

5. Kebencanaan

Bencana adalah peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan masyarakat yang disebabkan, baik oleh faktor alam, faktor nonalam dan faktor manusia sehingga dapat mengakibatkan timbulnya korban jiwa, kerusakan lingkungan, kerugian harta benda, dan dampak psikologis.⁵

B. Latar Belakang Masalah

Indonesia merupakan negara yang terletak dipertemuan tiga lempeng tektonik. Selain itu negara Indonesia memiliki iklim tropis dan mempunyai beribu-ribu pulau yang terletak di garis Khatulistiwa. Kondisi geografis ini yang menyebabkan Indonesia rawan terhadap bencana tsunami. Bencana alam mempunyai dampak yang besar bagi kehidupan manusia. Dampak yang ditimbulkan dari tsunami berupa kerusakan bangunan, menimbulkan korban jiwa, kerugian harta benda, serta berdampak pada psikologi korban.⁶ Oleh karena itu, membuat negara Indonesia

³ Siti Istikhomah, Syahrir Syahrir, and Adrianus Inu Natalisanto, "Analisis Koefisien Serapan (Absorpsi) Kebisingan Pada Bahan Kayu (Triplek, Papan Kayu Dan Kalsiboard)," *Progressive Physics Journal* 2, no. 1 (2021): 19, <https://doi.org/10.30872/ppj.v2i1.748>.

⁴ Sri Heryati, "Peran Pemerintah Daerah Dalam Penanggulangan Bencana [The Role of Local Governments in Disaster Management]," *Jurnal Pemerintahan Dan Keamanan Publik (JP Dan KP)* 2, no. 2 (2020): 139–46, <https://doi.org/https://doi.org/10.33701/jpkp.v2i2.1088>.

⁵ Dewan Perwakilan Rakyat Republik Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana," *Peraturan.Bpk.Go.Id* (Jakarta, 2007), <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39901/uu-no-24-tahun-2007>.

⁶ A Y Purnama, H Hidayati, and ..., "Uji Kelayakan E-Modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempabumi," *Jurnal ...* 4, no. September (2021): 129–39, <http://www.ejournal.kahuripan.ac.id/index.php/koulutus/article/view/620>.

memiliki kerawanan yang cukup tinggi terhadap bahaya akibat tsunami. Tingginya angka bencana alam di Indonesia yang membutuhkan pemahaman dan penerapan konsep mitigasi bencana, termasuk dalam pembelajaran fisika.

Sementara itu, Kepulauan Sumatera telah menjadi salah satu daerah rawan terhadap bencana tsunami karena kawasannya berhadapan langsung dengan lempeng Eurasia dan Australia. Akibat efek dari *climate change* yang bersumber pada pola perubahan kecepatan angin secara keseluruhan, wilayah Lampung rentan terhadap kenaikan gelombang laut.⁷ Bandar Lampung merupakan daerah dengan potensi bencana alam seperti banjir rob, gempa bumi, dan tsunami. Pada tahun 2018 Bandar Lampung diguncang gempa bumi dengan korban jiwa berjumlah 118 orang dan korban luka-luka 3130 orang. Dengan jumlah yang banyak itu, dapat diketahui bahwa persiapan masyarakat masih tergolong rendah, terutama faktor kurangnya pengetahuan dan kepedulian terhadap bencana alam tersebut.⁸ Desa Way Muli di Kecamatan Rajabasa, Kabupaten Lampung Selatan, merupakan salah satu wilayah yang terdampak gempa bumi pada Desember 2018 lalu. Desa ini secara geografis terletak di tepi pantai yang menghadap Selat Sunda dan Gunung Krakatau, sehingga kerusakan parah akibat gempa bumi terlihat jelas. Kerusakan sarana dan prasarana yang mendukung kegiatan penangkapan ikan mengakibatkan nelayan tidak dapat melakukan aktivitas penangkapan ikan dan menurunkan produksi tangkapan.⁹ Berdasarkan hal tersebut, kebutuhan masyarakat akan informasi yang benar dan terkait

⁷ Dian Pratiwi and Arniza Fitri, "Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami Di Pesisir Barat Lampung, Indonesia," *Jurnal Teknik Sipil ITP* 8, no. 1 (2021): 5, <https://doi.org/10.21063/jts.2021.v801.05>.

⁸ Vito Frasetya et al., "Komunikasi Mitigasi Bencana Kota Bandar Lampung," *Komunika* 4, no. 1 (2021): 01–18, <https://doi.org/10.24042/komunika.v4i1.8624>.

⁹ M. Riantini et al., "Impact of the Sunda Strait Tsunami on Fish Production and Environment in South Lampung Regency, Lampung," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 739, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1755-1315/739/1/012021>.

informasi yang datang pasca bencana menjadi penting.¹⁰ Oleh karena itu pengurangan resiko bencana di sekolah dan di daerah harus ditingkatkan untuk sosialisasi pengurangan resiko bencana yang merupakan komitmen bersama antara Indonesia dengan negara-negara anggota *United Nations Development Programme* (UNDP).¹¹

Suatu negara harus mampu bersaing secara global dari aspek ilmu pengetahuan dan teknologi modern, salah satunya melalui pendidikan.¹² Proses belajar merupakan hal yang sangat penting dalam proses pendidikan. Banyak hal yang harus diperhatikan dalam proses pendidikan seperti pemilihan model, metode, media dan bahan ajar yang akan diterapkan dalam proses pembelajaran di kelas, yaitu karakteristik bahan ajar, karakteristik peserta didik, sarana dan prasana, serta kemampuan guru dalam menerapkannya. Salah satu komponen pendukung dalam proses pembelajaran adalah sumber belajar. Contoh sumber belajar adalah bahan ajar.¹³ Berbagai jenis bahan ajar yang dapat digunakan sebagai bahan ajar dapat berbentuk cetak seperti buku paket dan modul, selain bahan ajar cetak terdapat pula bahan ajar elektronik yang dapat diakses dengan teknologi seperti modul elektronik (E-Modul), lembar kerja

¹⁰ Filosa Gita Sukmono B, Fajar Junaedi, and Mohammad Jafar Loilatu, *Sunda Strait Tsunami Disaster News : Seeing the Production Process to the Selection of News*, vol. 1 (Atlantis Press SARL, 2022), <https://doi.org/10.2991/978-2-494069-65-7>.

¹¹ Rio Khoirudin Apriyadi and Rani Amelia, "Tingkat Pengetahuan Kesiapsiagaan Resiko Bencana Tsunami Disaat Pandemi Covid-19," *PENDIPA Journal of Science Education* 5, no. 1 (2020): 56–62, <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.56-62>.

¹² Elfa Sari Handayani et al., "Development of STEM-Integrated Physics E-Module to Train Critical Thinking Skills: The Perspective of Preservice Teachers," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021): 1–7, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012100>.

¹³ Asiyah et al., "Construction Ethnoscience-Based Learning Environment Material in Scientific Knowledge," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021): 1–8, <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012034>.

peserta didik elektronik (E-LKPD), simulasi PhET dan media elektronik lainnya dalam jangkauan teknologi.¹⁴

قَالَ سَأُوَيِّ إِلَىٰ جَبَلٍ يَّعَصِمُنِي مِنَ الْمَاءِ ۖ قَالَ لَا عَاصِمَ الْيَوْمَ مِنْ أَمْرِ اللَّهِ إِلَّا مَنْ رَزَحَ ۖ وَحَالَ بَيْنَهُمَا الْمَوْجُ فَكَانَ مِنَ الْمُغْرَقِينَ ﴿٤٣﴾ (هود/11: 43)

43. Dia (anaknya) menjawab, “Aku akan berlandung ke gunung yang dapat menyelamatkan ku dari air (bah).” (Nuh) berkata, “Tidak ada penyelamat pada hari ini dari ketetapan Allah kecuali siapa yang dirahmati oleh-Nya.” Gelombang menjadi penghalang antara keduanya, maka jadilah dia (anak itu) termasuk orang-orang yang ditenggelamkan.

Surah Hud ayat 43 di atas menjelaskan bahwa pentingnya pengetahuan mengenai mitigasi kebencanaan khususnya bencana yang disebabkan oleh gelombang seperti tsunami yang dapat berdampak buruk terhadap lingkungan dan masyarakat. Dalam hal ini pencegahan tersebut dapat dikemas dalam media teknologi dan informasi dalam bentuk modul elektronik berbasis mitigasi kebencanaan. E-modul tersebut dapat diterapkan pada materi pembelajaran di sekolah yang mempelajari tentang fenomena alam. Fisika bagian dari IPA merupakan pelajaran yang mempelajari tentang fenomena alam yang menekankan pendekatan proses pada kegiatan sehari-hari. Pembelajaran fisika menekankan pengalaman belajar secara langsung tidak hanya menekankan pengetahuan materi dan konsep saja.¹⁵ Salah satu materi yang perlu menekankan pengalaman belajar langsung ialah materi gelombang mekanik contohnya seperti gelombang air laut.

¹⁴ Miya Novitasari and Eko Risdianto, “Pengembangan E-Modul Berbasis WEB Sebagai Bahan Ajar Fisika Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA” 4, no. 3 (2022), <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jkf.4.3.203-212>.

¹⁵ Nur Eka and Agusti Mardiyanti, “Keefektifan Pembelajaran Fisika Dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Interactive Simulations Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA Abstrak,” n.d., <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5281>.

Salah satu ayat Al-Quran yang membahas gelombang laut adalah surah An-Nur ayat 40 yang berbunyi:

أَوْ كَظُلُمَاتٍ فِي بَحْرٍ لَمِيجٍ يَغْشَاهُ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ مَوْجٌ مِّنْ فَوْقِهِ سَحَابٌ ظُلُمَاتٌ
بَعْضُهَا فَوْقَ بَعْضٍ إِذَا أَخْرَجَ يَدَهُ لَمْ يَكَدْ يَرِبَهَا وَمَنْ لَّمْ يَجْعَلِ اللَّهُ لَهُ نُورًا فَمَا لَهُ
مِنْ نُورٍ ﴿٤٠﴾ (التور/24: 40)

40. Atau (keadaan orang-orang kafir) seperti gelap gulita di lautan yang dalam, yang diliputi oleh gelombang demi gelombang, di atasnya ada (lagi) awan gelap. Itulah gelap gulita yang berlapis-lapis. Apabila dia mengeluarkan tangannya hampir tidak dapat melihatnya. Barangsiapa tidak diberi cahaya (petunjuk) oleh Allah, maka dia tidak mempunyai cahaya sedikit pun.

Ayat di atas menjelaskan bahwa sejalan dengan konsep karakteristik gelombang diajarkan melalui gambar yang statis dan variabelnya tidak dapat dimanipulasi sehingga keterkaitan antar besaran yang ada tidak dapat dianalisis secara langsung.¹⁶ Materi gelombang merupakan materi yang terdiri atas sekumpulan konsep yang abstrak sehingga membutuhkan bahan ajar untuk mempermudah dalam pemahaman peserta didik.

Banyaknya bahan ajar fisika di sekolah namun masih minim bahan ajar yang terintegrasi materi mitigasi bencana dan belum tersedianya bahan ajar yang memuat materi mitigasi tentang kebencanaan. Oleh karena itu dibutuhkan sebuah bahan ajar yang dapat membantu peserta didik dalam menghadapi hambatan-hambatan dalam proses pembelajaran fisika terutama pada materi gelombang yang berbasis mitigasi kebencanaan seperti

¹⁶ Trise Nurul Ain et al., "Pengembangan Simulasi Berbasis Visual Basic Application (VBA) Spreadsheet Excel Pada Pembelajaran Fisika Materi Gelombang," no. April 2022 (n.d.), <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jipf.v6i1.4435>.

penggunaan e-modul.¹⁷ E-modul merupakan modul yang memanfaatkan media elektronik atau sering disebut sebagai modul interaktif.¹⁸

Berdasarkan hasil pra penelitian yang dilakukan kepada guru mata pelajaran fisika di dua sekolah yaitu SMA Negeri 5 Bandar Lampung dan MA Muhammadiyah Sukarame dengan menggunakan teknik wawancara. Kedua sekolah tersebut mempunyai fasilitas pendukung pembelajaran yang baik seperti, laboratorium untuk melaksanakan praktikum, Wi-Fi yang dapat digunakan oleh peserta didik, dan peserta didik yang diperbolehkan menggunakan laptop atau smartphone saat belajar materi tertentu. Wawancara terhadap guru fisika didapatkan bahwa pertama, pelaksanaan pembelajaran Fisika di sekolah tersebut hanya menggunakan metode konvensional. Kedua, sumber belajar yang digunakan di sekolah hanya berupa buku paket dan lembar kerja peserta didik. Ketiga, penggunaan e-modul fisika sebagai sumber belajar yang menarik dan efektif untuk meningkatkan pemahaman peserta didik terhadap materi gelombang dan konsep mitigasi kebencanaan terutama pada bencana tsunami sehingga dapat membantu peserta didik dalam mengetahui mitigasi kebencanaan potensi daerah belum digunakan. Dalam hal ini dikarenakan guru belum secara utuh memahami konsep mitigasi bencana dalam pembelajaran fisika. Hal ini dibuktikan dengan kenyataan di sekolah yang menunjukkan pembelajaran fisika belum terintegrasi mitigasi kebencanaan terutama bencana tsunami.¹⁹

¹⁷ Fourilla Fourilla and Ahmad Fauzi, "Validasi Emodul Fisika SMA Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi Mitigasi Bencana Kekeringan," *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 7, no. 2 (2021): 113, <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i2.114346>.

¹⁸ Y. Suryani, A. Suyatna, and I. Wahyudi, "Pengembangan Modul Pembelajaran Menggunakan Learning Conteant Development System Materi Gerak Harmonik Sederhana," *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung* 4, no. 3 (2016): 120759.

¹⁹ Frima Suci Agustia et al., "Efektivitas E-Modul Fisika Sma Terintegrasi Materi Kebakaran Berbasis Model Problem Based Learning," *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika* 6, no. 1 (2020): 1–8.

Hal tersebut dibuktikan dengan tidak adanya buku pembelajaran Fisika yang mengintegrasikan materi mitigasi kebencanaan dalam pembelajaran. Namun ada hal lain yang menjadi permasalahan dalam pembelajaran fisika yaitu, peserta didik yang kurang menyukai pembelajaran fisika. Hal tersebut terjadi sebab peserta didik dalam pembelajaran di kelas, tidak jarang mengalami kesulitan dalam memahami materi yang disampaikan,²⁰ kesulitan dalam menggambarkan proses yang terjadi dalam fisika atau logika mengenai fisika. Sebagian besar peserta didik tidak mengetahui manfaat dan penerapan fisika dalam kehidupan sehari-hari. Lebih-lebih lagi, bahan ajar fisika yang mendukung peserta didik untuk belajar dengan minat belajar masih terbatas.²¹ Untuk itu, dibutuhkan bahan ajar yang bisa menggambarkan proses di alam, yaitu bahan ajar elektronik, seperti e-modul.²²

Kurangnya variasi bahan ajar yang menarik dan interaktif dalam pembelajaran fisika membuat peserta didik kesulitan dalam memahami materi-materi pembelajaran fisika. Rendahnya hasil belajar fisika peserta didik disebabkan oleh peserta didik yang tidak mengerjakan tugas-tugas yang diberikan guru, peserta didik tidak memperhatikan guru saat guru menjelaskan materi, peserta didik yang sering berbicara dengan temannya saat proses pembelajaran, dan peserta didik juga sering bermain saat proses pembelajaran atau diam saja saat mendiskusikan tugas kelompok. Hal tersebut mengakibatkan minat belajar peserta didik pada mata pelajaran

²⁰ Y. Suryani et al., "The Effectiveness of Blended Learning-Based Scaffolding Strategy Assisted by Google Classroom Toward the Learning Outcomes and Students' Self-Efficacy," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021), <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012031>.

²¹ Jaka Surya, Yani Suryani, and Antomi Saregar, "Physics Vlogs Learning V Ideos on Parabolic Motion on Youtube Channels Based on Scientific Approach," *Online Learning in Educational Research* 2, no. 1 (2022): 19–29, <https://www.journal.foundae.com/index.php/oler/index>.

²² Nurul Fadieny and Ahmad Fauzi, "Validitas E-Modul Fisika Terintegrasi Materi Bencana Petir Berbasis Experiential Learning," *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 7, no. 1 (2021): 17–25, <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i1.111794>.

fisika berkurang. Peserta didik yang mempunyai minat terhadap suatu pelajaran maka ia akan memiliki perasaan ketertarikan terhadap proses pembelajaran tersebut. Peserta didik yang mempunyai minat terhadap suatu pelajaran maka ia akan mempunyai pengetahuan yang luas tentang pelajaran tertentu sehingga akhirnya kualitas belajarnya pun meningkat, yang akhirnya akan dapat mendorong peserta didik agar memperoleh indeks prestasi yang tinggi dalam belajar.²³

Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan bahan ajar untuk mendukung meningkatkan pemahaman peserta didik dan pemahaman konsep fisika yang tidak sejalan dengan konsep fisika yang sebenarnya,²⁴ sehingga dengan adanya bahan ajar akan membantu peserta didik dalam memahami konsep fisika dan juga materi mitigasi bencana. Untuk itu bahan ajar yang dapat dikembangkan berupa e-modul, karena e-modul dapat digunakan mandiri oleh peserta didik. Modul merupakan seperangkat bahan ajar yang dapat membantu peserta didik memperoleh informasi mengenai materi pembelajaran. Pembelajaran dengan modul akan memberikan kesempatan peserta didik untuk belajar mandiri. Modul akan lebih memudahkan dan membantu peserta didik dalam mencapai tujuan pembelajaran sehingga hasil yang didapatkan bisa mencapai target belajar.²⁵ Menumbuhkan rasa peduli lingkungan harus dimulai sejak dini sebagai penerapan mitigasi kebencanaan.²⁶

²³ Dewi Sasmita Pasaribu, "Upaya Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Talking Stick Pada Materi Listrik Dinamis Di Kelas X Sman 10 Muaro Jambi," *EduFisika* 2, no. Vol 2 No 01 (2017): EduFisika Volume 02 Nomor 01, Juni 2017 (2017): 61–69, <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/edufisika.v2i01.4043>.

²⁴ Yuberti Yuberti, Yani Suryani, and Indah Kurniawati, "Four-Tier Diagnostic Test with Certainty of Response Index to Identify Misconception in Physics," *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 3, no. 2 (2020): 245–53, <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i2.6061>.

²⁵ Septian Dwi Anggraini, Sri Wahyuni, and Pramudya Aristya, "Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Berbasis Kebencanaan Alam Di SMA," *Jurnal Edukasi* 4, no. 1 (2017): 20, <https://doi.org/10.19184/jukasi.v4i1.5085>.

²⁶ Rumadani Sagala et al., "Environment-Friendly Education as a Solution to against Global Warming: A Case Study at Sekolah Alam Lampung, Indonesia," *Journal*

Pengembangan e-modul fisika pada materi gelombang berbasis kebencanaan menjadi relevan mengingat seringnya terjadi bencana alam di Indonesia. Pembelajaran fisika yang terintegrasi dengan mitigasi bencana dapat membantu peserta didik dalam memahami dan menerapkan konsep fisika dalam konteks yang relevan dengan kehidupan sehari-hari. Namun, kurangnya sumber daya pembelajaran berbasis teknologi dan mitigasi bencana menjadi kendala dalam pembelajaran fisika. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menghasilkan e-modul fisika yang dapat meningkatkan pemahaman peserta didik tentang materi gelombang dengan mengintegrasikan konsep mitigasi kebencanaan terutama pada bencana tsunami.

Dengan mengetahui latar belakang masalah secara mendalam, penelitian ini diharapkan dapat memberikan solusi yang efektif dan relevan dalam meningkatkan pembelajaran fisika pada materi gelombang berbasis kebencanaan di sekolah menengah atas. Mengingat hasil dari wawancara terhadap guru fisika dalam hal ini peneliti akan melakukan pengembangan bahan ajar berupa E-Modul fisika dengan materi gelombang berbasis kebencanaan terutama pada bencana tsunami. Dengan adanya E-modul ini diharapkan dapat memberi pengaruh dalam proses pembelajaran, penyusunan modul ini disusun sesuai dengan kebutuhan pada materi gelombang. Penyajian modul juga lebih mudah dipahami, penyampaian bahasa yang jelas, dan contoh-contoh materi akan berhubungan dengan kehidupan sehari-hari. Maka dalam uraian latar belakang diatas tersebut peneliti melakukan “Pengembangan E-Modul Fisika Pada Materi Gelombang Berbasis Mitigasi Kebencanaan di SMA Kelas XI”

C. Identifikasi Masalah dan Batasan Masalah

1. Identifikasi Masalah

- a. Kurang bervariasinya bahan ajar yang digunakan guru dalam mengajar.

- b. Saat ini masih sangat jarang penggunaan bahan ajar yang dikemas secara menarik dan efektif yang berbasis mitigasi kebencanaan.
 - c. Guru belum menerapkan atau menggunakan E-Modul berbasis mitigasi kebencanaan sebagai bahan ajar.
2. Batasan Masalah
- Berdasarkan uraian identifikasi masalah di atas, peneliti membatasi masalah sebagai berikut:
1. Peneliti membatasi penelitian ini pada pengembangan E-Modul berbasis mitigasi kebencanaan menggunakan *Flip Pdf Professional*.
 2. Peneliti mengembangkan E-Modul berbasis mitigasi kebencanaan ini hanya pada materi gelombang mekanik dan pada bencana tsunami di SMA kelas XI.
 3. Implementasi produk dibatasi pada uji kelayakan serta respon peserta didik.

D. Rumusan Masalah

- a. Bagaimana cara pengembangan bahan ajar E-Modul dengan *Flip Pdf Professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang?
- b. Bagaimana kelayakan E-Modul dengan *Flip Pdf Professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang?
- c. Bagaimana respon peserta didik terhadap E-Modul dengan *Flip Pdf Professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang?

E. Tujuan Penelitian

1. Menggambarkan pengembangan bahan ajar E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis kebencanaan pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI.

2. Untuk mengetahui kelayakan berupa E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI.
3. Mengetahui respon peserta didik terhadap E-Modul dengan *flip pdf professional* berbasis mitigasi kebencanaan pada materi gelombang untuk SMA/MA kelas XI.

F. Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian yang diharapkan adalah sebagai berikut:

A. Teoritis

Hasil penelitian dapat mendukung teori sebelumnya bahwa modul berbentuk elektronik dapat memperjelas penyajian materi agar tidak terlalu bersifat verbal sehingga pengetahuan akan lebih menarik dan efektif.

B. Praktis

a. Bagi Peneliti

Sebagai tambahan ilmu wawasan pengetahuan tentang mengembangkan bahan ajar modul elektronik berbasis kebencanaan dalam pembelajaran fisika.

b. Bagi Guru

Memberikan media atau bahan ajar yang inovatif dan interaktif, serta memberikan informasi mengenai pengembangan modul elektronik berbasis mitigasi kebencanaan.

c. Bagi Peserta Didik

Menjadi alternatif baru untuk sumber bahan belajar bagi peserta didik dalam proses kegiatan belajar agar lebih termotivasi dan tertarik, serta memberikan pengalaman belajar yang berbeda dan menyenangkan dalam pembelajaran fisika khususnya pada materi gelombang.

d. Bagi Sekolah

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi bahan pertimbangan terhadap peningkatan mutu kinerja guru, membantu guru dan tenaga kependidikan lainnya dalam mengatasi masalah pada proses pembelajaran di sekolah

terutama bagi sekolah yang rawan akan bencana alam seperti tsunami.

G. Penelitian Terdahulu

Pada penelitian ini penulis memperoleh referensi dari hasil penelitian yang telah dilakukan oleh beberapa peneliti terdahulu dan relevan dengan variable yang diteliti, sebagai berikut:

1. Berdasarkan hasil penelitian Aditya Yoga Purnama, Hidayati, dan Dhimas Nur Setyawan, dengan judul **“Uji Kelayakan E-Modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempa Bumi”**. Hasil penelitian menunjukkan bahwa E-modul fisika berbasis mitigasi bencana gempa bumi dapat dikategorikan sangat baik digunakan dalam pembelajaran khususnya pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa. Menurut penilaian ahli materi, ahli media dan pengguna yaitu mahasiswa pendidikan fisika Universitas Sarjanawiyata Tamansiswa Yogyakarta, skor masing-masing penilaian yaitu 81,56% dari ahli materi, 100% dari ahli media dan sebesar 88% dari pengguna. Hasil tersebut menunjukkan bahwa bahan ajar E-modul ini baik digunakan.²⁷
2. Penelitian Bangkit Sudrajad dan Daniel Napitupulu, **“Pengintegrasian Pendidikan Kebencanaan ke dalam Mata Pelajaran Fisika untuk Meningkatkan Kesadaran dan Kesiapsiagaan Peserta Didik SMA Terhadap Risiko Bencana Alam di Kota Jayapura”**. Hasil penelitian di Kota Jayapura yang telah dilakukan menunjukkan adanya peningkatan kesadaran dan kesiapsiagaan peserta didik terhadap risiko bencana alam. Dari hasil analisis diperoleh nilai peningkatan kesadaran peserta didik sebesar 26,43% dengan kualitas peningkatan tinggi dan peningkatan kesiapsiagaan peserta didik sebesar 35,71% dengan kualitas peningkatan sedang.²⁸

²⁷ Purnama, Hidayati, and ..., “Uji Kelayakan E-Modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempabumi.”

²⁸ Bangkit Sudrajad and Daniel Napitupulu, “Pengintegrasian Pendidikan Kebencanaan Ke Dalam Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kesadaran Dan

3. Penelitian Arwin Arwin et al, ***“The Design Of Covid-19 Disaster Mitigation E-Module For Students Of Grades 1 in Primary School”***. Berdasarkan hasil penelitian, e-modul yang dikembangkan meliputi sampul, kata pengantar, daftar isi, tujuan pembelajaran, uraian materi, kegiatan mengamati, kegiatan diskusi, kegiatan rangkuman, latihan, kunci jawaban, umpan balik, dan tindak lanjut. Penelitian ini berimplikasi dan akan menjadi dasar untuk pengembangan e-modul mitigasi bencana Covid-19 untuk peserta didik sekolah dasar khususnya untuk peserta didik kelas satu atau peserta didik usia 7 hingga 8 tahun.²⁹
4. Penelitian Raffi Mariezki, dkk, ***“Pengembangan Media E-Learning Berbasis Moodle Sebagai Suplemen Pembelajaran Geografi Pada Materi Mitigasi Bencana Alam”***. Dari hasil penelitian menunjukkan bahwa media valid untuk dikembangkan. Kelayakan media diukur dari pengolahan data menggunakan Ms Excel sehingga diperoleh total skor 282 dengan mean 4,90 dan persentase 98% dengan predikat sangat baik. Berdasarkan data angket dan diperoleh hasil total skor 4077 dengan mean 4,1 dan persentase 82% dengan kategori sangat praktis.³⁰
5. Penelitian Kiki Septaria, Binar Ayu Dewanti, and Mimid Iza El Afidah, ***“Development of Module Disaster Mitigation Based on Stem for Secondary Schools”***. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, dapat disimpulkan bahwa modul mitigasi

Kesiapsiagaan Siswa SMA Terhadap Risiko Bencana Alam Di Kota Jayapura,” *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 6 (2022): 618–26, <https://doi.org/10.25008/altifani.v2i6.307>.

²⁹ Arwin Arwin et al., “The Design Of Covid-19 Disaster Mitigation E-Module For Students Of Grades 1 in Primary School,” *Proceedings of the 6th International Conference of Early Childhood Education (ICECE-6 2021)* 668 (2022): 173–76, <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220602.036>.

³⁰ Raffi Mariezki, Erna Juita, and Momon Dt Tanamir, “Pengembangan Media E-Learning Berbasis Moodle Sebagai Suplemen Pembelajaran Geografi Pada Materi Mitigasi Bencana Alam,” *Jambura Geo Education Journal* 2, no. 2 (2021): 54–62, <https://doi.org/10.34312/jgej.v2i2.11043>.

bencana berbasis stem pada mata pelajaran IPA yang dikembangkan sangat valid, menarik dan efektif untuk digunakan dalam pembelajaran IPA di tingkat SMP sehingga dapat meningkatkan pemahaman dan kesiapsiagaan peserta didik dalam menghadapi bencana. Hasil validasi menunjukkan modul mitigasi bencana yang melibatkan 92,5%, 97,5%, dan 97,5% dengan rata-rata hasil validasi sebesar 95,75% dikategorikan sangat valid, persentase kemenarikan sebesar 90% termasuk sangat termasuk sangat menarik dan hasil belajar peserta didik yang dihitung menggunakan N-Gain diperoleh rata-rata rata-rata sebesar 0,6 dengan kategori peningkatan sedang. 31

6. Penelitian Yuni Azmanita dan Ahmad Fauzi, “**Pengembangan E-book Fisika Terintegrasi Materi Mitigasi Bencana Abrasi Berbasis *Problem Based Learning* Berbantuan *Google Classroom* Untuk Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik**”. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan, maka dapat disimpulkan bahwa pengembangan e-book Fisika terintegrasi materi mitigasi bencana abrasi pantai berbasis *problem based learning* menghasilkan *e-book* dengan kategori valid, praktis dan efektif untuk meningkatkan kompetensi peserta didik. Hal ini berarti bahwa *e-book* Fisika terintegrasi materi mitigasi bencana abrasi pantai berbasis *Problem Based Learning* berbantuan *google classroom* dapat digunakan di dalam pembelajaran Fisika dan juga dapat menjadi masukan dan pegangan bagi penyelenggara pendidikan untuk meningkatkan sikap tanggap peserta didik terhadap bencana abrasi pantai. Hal ini menunjang pemahaman peserta didik

³¹ Kiki Septaria, Binar Ayu Dewanti, and Mimid Iza El Afidah, “Development of Module Disaster Mitigation Based on Stem for Secondary Schools,” *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2020): 61–68, <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa>.

sebagai bagian dari masyarakat terhadap mitigasi bencana abrasi pantai.³²

7. Penelitian Fourilla dan Ahmad Fauzi, “**Validasi E-modul Fisika SMA Berbasis *Inquiry Based Learning* Terintegrasi Mitigasi Bencana Kekeringan**”. Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan maka dapat disimpulkan bahwa e-modul dari segi bahasa, isi, penyajian, dan kegrafisan dinyatakan berada pada kategori valid dan layak digunakan dalam proses pembelajaran. E-modul fisika memberikan pengalaman belajar mandiri yang baik bagi peserta didik, serta mampu menarik perhatian belajar peserta didik sesuai dengan tujuan pembelajaran yang telah ditetapkan melalui tata letak, foto, dan video pembelajaran yang mendukung pemaparan materi.³³
8. Penelitian Septian Dwi Anggraini, Sri Wahyuni, dan Pramudya Aristya, “**Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Berbasis Kebencanaan Alam di SMA**”. Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan, modul fisika materi gelombang berbasis kebencanaan alam memiliki kriteria valid, mampu meningkatkan hasil belajar siswa dengan nilai ketuntasan 80%, mampu meningkatkan sikap tanggap bencana siswa dengan normalitas gain rata-rata 0,6 serta mendapatkan respons sangat positif dari siswa. Dengan demikian modul yang dikembangkan dapat digunakan sebagai bahan pengajaran.³⁴

Dilihat dari hasil penelitian terdahulu sudah ada penelitian mengenai e-modul fisika berbasis mitigasi kebencanaan namun pada mata kuliah Ilmu Pengetahuan Bumi dan Antariksa dan belum dikembangkan ke sekolah terutama sekolah menengah atas. Dan

³² Yuni Azmanita and Ahmad Fauzi, “Pengembangan E-Book Fisika Terintegrasi Materi Mitigasi Bencana Abrasi Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Google Classroom Untuk Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik,” *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 8, no. 2 (2022): 152, <https://doi.org/10.24036/jppf.v8i2.116518>.

³³ Fourilla and Fauzi, “Validasi Emodul Fisika SMA Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi Mitigasi Bencana Kekeringan.”

³⁴ Anggraini, Wahyuni, and Aristya, “Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Berbasis Kebencanaan Alam Di SMA.”

Penelitian yang telah dilakukan oleh Septian Dwi Anggraini pada pengembangan modul fisika materi gelombang berbasis mitigasi bencana di sekolah menengah atas di Jember dengan produk akhir berupa modul cetak. Dapat disimpulkan bahwa ada beberapa keterbaruan yang akan diteliti oleh peneliti, yaitu belum ada penelitian tentang pengembangan e-modul pada materi gelombang yang berbasis mitigasi kebencanaan dalam pembelajaran fisika yang menggunakan *flip pdf professional* dan model ADDIE karena dari penelitian sebelumnya menggunakan model penelitian pengembangan 4D dan model penelitian pengembangan Borg & Gall, dan produk akhir berbentuk e-modul atau modul elektronik, serta pengembangan yang dilakukan di Lampung.



BAB II LANDASAN TEORI

A. Konsep Pengembangan

Jenis-jenis metode penelitian dapat diklasifikasikan berdasarkan, tujuan, dan tingkat kealamiahannya (*natural setting*) obyek yang diteliti. Berdasarkan tujuan, metode penelitian dapat diklasifikasikan menjadi penelitian dasar (*basic research*), penelitian terapan (*applied research*) dan penelitian pengembangan (*research and development*).³⁵ Penelitian dan Pengembangan adalah suatu proses atau langkah-langkah untuk mengembangkan suatu produk baru atau menyempurnakan produk yang telah ada. Yang dimaksud dengan produk dalam konteks ini adalah tidak selalu berbentuk *hardware* (buku, modul, alat bantu pembelajaran di kelas dan laboratorium), tetapi bisa juga perangkat lunak (*software*) seperti program untuk pengolahan data, pembelajaran di kelas, perpustakaan atau laboratorium, ataupun model-model pendidikan, pembelajaran pelatihan, bimbingan, evaluasi, manajemen, dan sebagainya. Karakteristik *Research & Development* adalah penelitian berbentuk “siklus”, yang diawali dengan adanya kebutuhan, permasalahan yang membutuhkan pemecahan dengan suatu produk tertentu.³⁶

Dalam langkah-langkah pengembangan produk, model penelitian pengembangan ADDIE dinilai lebih rasional dan lebih lengkap. Model ini dapat digunakan untuk berbagai macam bentuk pengembangan produk dalam kegiatan pembelajaran seperti model, strategi pembelajaran, metode pembelajaran, media dan bahan ajar.

³⁵ Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*.

³⁶ Suliswiyadi, *Metodologi Penelitian Pendidikan (Pendekatan Konsep & Aplikasi)*, ed. Adi Fadli (Yogyakarta: CV Sigma, 2019).

Tahap Model Penelitian Pengembangan ADDIE

1. *Analyze* (Analisis)

Dalam model penelitian pengembangan ADDIE tahap pertama adalah menganalisis perlunya pengembangan produk (model, metode, media, bahan ajar) baru dan menganalisis kelayakan serta syarat-syarat pengembangan produk. Pengembangan suatu produk dapat diawali oleh adanya masalah dalam produk yang sudah ada. Masalah dapat muncul dan terjadi karena produk yang ada sekarang atau tersedia sudah tidak relevan dengan kebutuhan sasaran, lingkungan belajar, teknologi, karakteristik peserta didik dan sebagainya.

Selesai menganalisis masalah perlunya pengembangan produk baru, kita juga perlu menganalisis kelayakan dan syarat pengembangan produk. Proses analisis dapat dilakukan dengan mengajukan beberapa pertanyaan, misalnya: (1) apakah produk baru mampu mengatasi masalah pembelajaran yang dihadapi? (2) apakah produk baru mendapat dukungan fasilitas untuk diterapkan? (3) apakah dosen atau guru mampu menerapkan produk baru tersebut. Analisis produk baru perlu dilakukan untuk mengetahui kelayakan apabila produk tersebut diterapkan.

2. *Design* (Desain)

Kegiatan desain dalam model penelitian pengembangan ADDIE merupakan proses sistematis yang dimulai dari merancang konsep dan konten di dalam produk tersebut. Rancangan ditulis untuk masing-masing konten produk. Petunjuk penerapan desain atau pembuatan produk diupayakan ditulis secara jelas dan rinci. Pada tahap ini rancangan produk masih bersifat konseptual dan akan mendasari proses pengembangan di tahap berikutnya.

3. *Development* (Pengembangan)

Development dalam model penelitian pengembangan ADDIE berisi kegiatan realisasi rancangan produk yang sebelumnya telah dibuat. Pada tahap sebelumnya, telah disusun kerangka konseptual penerapan produk baru. Kerangka yang masih konseptual tersebut selanjutnya direalisasikan menjadi produk yang siap untuk diterapkan. Pada tahap ini juga perlu dibuat instrumen untuk mengukur kinerja produk.

4. *Implementation* (Implementasi)

Penerapan produk dalam model penelitian pengembangan ADDIE dimaksudkan untuk memperoleh umpan balik terhadap produk yang dibuat/dikembangkan. Umpan balik awal (awal evaluasi) dapat diperoleh dengan menanyakan hal-hal yang berkaitan dengan tujuan pengembangan produk. Penerapan dilakukan mengacu kepada rancangan produk yang telah dibuat.

5. *Evaluation* (Evaluasi)

Tahap evaluasi pada penelitian pengembangan model ADDIE dilakukan untuk memberi umpan balik kepada pengguna produk, sehingga revisi dibuat sesuai dengan hasil evaluasi atau kebutuhan yang belum dapat dipenuhi oleh produk tersebut. Tujuan akhir evaluasi yakni mengukur ketercapaian tujuan pengembangan.³⁷

B. Bahan Ajar

a. Pengertian bahan ajar

Bahan ajar merupakan salah satu alat bantu yang digunakan oleh guru agar kegiatan pembelajaran berlangsung dengan efektif. Bahan adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk menyalurkan pesan dari pengirim kepada penerima sehingga dapat merangsang pikiran, perasaan, perhatian dan minat serta perhatian peserta didik sedemikian rupa sehingga terjadi proses

³⁷ Taufik Rusmayana, *Model Pembelajaran Addie Integrasi Pedati Di Smk Pgri Karisma Bangsa Sebagai Pengganti Praktek Kerja Lapangan Dimasa Pandemi Covid-19*, ed. Rudi Hartono, vol. 21 (Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung, 2021).

pembelajaran. Bahan adalah semua alat fisik yang dapat menyajikan pesan dan merangsang peserta didik untuk belajar. Dalam konteks komunikasi, media merupakan salah satu komponen strategi pembelajaran yang merupakan wadah pesan atau distributor yang diteruskan kepada sasaran atau penerima pesan, dan materi yang ingin disampaikan adalah pesan pembelajaran yang ingin dicapai adalah proses pembelajaran. Berdasarkan hal tersebut dapat dimaknai bahwa bahan ajar merupakan alat yang digunakan oleh guru untuk menunjang keberhasilan proses pembelajaran dan merangsang minat belajar peserta didik.³⁸

a. Jenis-jenis Bahan Ajar

Bahan ajar dapat dikelompokkan menjadi beberapa jenis. Pengelompokan berbagai jenis bahan ajar sebagai berikut:

1. Bahan ajar berbasis manusia (guru, instruktur, tutor, main-peran, kegiatan kelompok, *field-trip*)
2. Bahan ajar berbasis cetak (buku, penuntun, buku latihan, alat bantu kerja, dan lembaran lepas)
3. Bahan ajar berbasis visual (buku, charta, grafik, peta, gambar, transparansi, *slide*)
4. Bahan ajar berbasis audio-visual (video, film, program *slide tape*, televisi)
5. Bahan ajar berbasis komputer (pengajaran dengan berbantuan komputer, video interaktif, *hypertext*).³⁹

b. Ciri-ciri Bahan Ajar

Seiring dengan kemajuan teknologi, maka perkembangan bahan ajar begitu cepat, di mana masing-masing media yang ada punya ciri-ciri dan kemampuan sendiri. Dari hal ini, kemudian timbul usaha-usaha

³⁸ Muhammad Hasan et al., *Media Pembelajaran*, ed. M.Pd Dr. Fatma Sukmawati, Tahta Media Group, 1st ed. (Tahta Media Group, 2021).

³⁹ Eko Sri Wahyuni and Yokhebed Yokhebed, "Deskripsi Media Pembelajaran Yang Digunakan Guru Biologi Sma Negeri Di Kota Pontianak," *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains* 8, no. 1 (2019): 32, <https://doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1105>.

penataannya yaitu pengelompokan atau klasifikasi menurut kesamaan ciri-ciri atau karakteristiknya.

- a. Bahan ajar identik dengan pengertian peragaan yang berasal dari kata “raga”, artinya suatu benda yang dapat diraba, dilihat dan didengar dan yang dapat diamati melalui panca indera.
- b. Tekanan utama terletak pada benda atau hal-hal yang dapat dilihat dan didengar.
- c. Bahan ajar digunakan dalam rangka hubungan (komunikasi) dalam pengajaran antara guru dan peserta didik.
- d. Bahan ajar adalah semacam alat bantu belajar mengajar, baik di dalam maupun di luar kelas.
- e. Bahan ajar merupakan suatu “perantara” (medium, media) dan digunakan dalam rangka belajar.
- f. Bahan ajar mengandung aspek, sebagai alat dan sebagai teknik yang erat pertaliannya dengan metode belajar. Ketujuh, Karena itu, sebagai tindakan operasional, dalam buku ini digunakan pengertian “bahan ajar”. Selain ciri-ciri di atas, lalu apa saja yang termasuk dalam bahan ajar.⁴⁰

c. Manfaat Bahan Ajar

Secara umum, manfaat bahan ajar dalam proses pembelajaran adalah memperlancar interaksi antara guru dan peserta didik sehingga kegiatan pembelajaran akan lebih efektif dan efisien. Tetapi secara khusus ada beberapa manfaat media yang lebih rinci. Kemp dan Dayton mengidentifikasi beberapa manfaat bahan ajar dalam pembelajaran yaitu:

1. Penyampaian materi pelajaran dapat diseragamkan.
2. Proses pembelajaran menjadi lebih jelas dan menarik
3. Proses pembelajaran menjadi lebih interaktif
4. Efisiensi dalam waktu dan tenaga
5. Meningkatkan kualitas hasil belajar peserta didik

⁴⁰ Oemar Hamalik, *Media Pendidikan* (Bandung: Citra Adyta Bakti, 1977).

6. Media memungkinkan proses belajar dapat dilakukan di mana saja dan kapan saja
7. Media dapat menumbuhkan sikap positif peserta didik terhadap materi dan proses belajar
8. Mengubah peran guru ke arah yang lebih positif dan produktif.

Selain beberapa manfaat media seperti yang dikemukakan di atas, masih terdapat beberapa manfaat praktis. Manfaat praktis bahan ajar tersebut adalah:

1. Media dapat membuat materi pelajaran yang abstrak menjadi lebih konkret
2. Media juga dapat mengatasi kendala keterbatasan ruang dan waktu
3. Media dapat membantu mengatasi keterbatasan indera manusia.
4. Media dapat menyajikan objek pelajaran berupa benda atau peristiwa langka dan berbahaya ke dalam kelas.
5. Informasi pelajaran yang disajikan dengan media yang tepat akan memberikan kesan mendalam dan lebih lama tersimpan pada diri peserta didik.⁴¹

C. Modul

a. Pengertian Modul

Modul merupakan sebuah perangkat bahan ajar yang dibuat dengan terstruktur untuk menciptakan pengalaman belajar mengajar bagi peserta didik sehingga tujuan belajar yang diinginkan tercapai. Modul sebagai sebuah media yang digunakan untuk menyampaikan pelajaran agar peserta didik bisa belajar mandiri untuk mencapai kompetensi tertentu yang penyusunannya dibuat secara sistematis berupa

⁴¹ Ali Muhson, "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi," *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia* 8, no. 2 (2010): 1–10, <https://doi.org/10.21831/jpai.v8i2.949>.

materi pembelajaran, kegiatan pembelajaran, latihan, dan evaluasi.⁴²

Modul cetak merupakan bahan ajar berbasis cetakan atau bahan ajar berupa *printout*. Keunggulan media berbasis cetakan bahwa materi pembelajaran dapat dirancang sedemikian rupa sehingga mampu memenuhi kebutuhan peserta didik, baik yang cepat maupun yang lamban membaca dan memahami. Namun, pada akhirnya semua peserta didik diharapkan dapat menguasai materi pengajaran itu. Modul cetak memiliki keunggulan lebih praktis dan murah. Oleh karena itu, modul cetak sangat cocok digunakan sebagai pembanding bahan ajar yang diterapkan pada proses pembelajaran khususnya pada materi katup pneumatic.⁴³

b. Tujuan dan Fungsi Modul

Modul pembelajaran memiliki tujuan untuk meningkatkan efisien dan efektivitas pembelajaran, baik waktu, dana fasilitas, maupun tenaga guna mencapai tujuan secara optimal. Modul juga dapat meningkatkan kemandirian dalam belajar.⁴⁴ Tujuan modul adalah memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal dan

⁴² Anak Agung Meka Maharcika, Ni Ketut Suarni, and I Made Gunamantha, "Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flipbook Maker Untuk Subtema Pekerjaan Di Sekitarku Kelas Iv Sd/Mi," *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia* 5, no. 2 (2021): 165–74, https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.240.

⁴³ Nandya RJ Hafisah, Dedi Rohendi, and Purnawan Purnawan, "Penerapan Media Pembelajaran Modul Elektronik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Mekanik," *Journal of Mechanical Engineering Education* 3, no. 1 (2016): 106, <https://doi.org/10.17509/jmee.v3i1.3200>.

⁴⁴ Mulyasa, *Menjadi Guru Profesional : Menciptakan Pembelajaran Kreatif Dan Menyenangkan*, ed. Mukhlis, 5th ed. (Bandung: Remaja Rosda Karya, 2007).

mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya indra, baik peserta didik ataupun tenaga pengajar.⁴⁵

Adapun menurut Nasution, tujuan modul pembelajaran antara lain yaitu:

1. Membuka kesempatan bagi pelajar untuk belajar menurut kecepatannya masing-masing.
2. Memberikan kesempatan bagi pelajar untuk belajar menurut caranya masing-masing, oleh sebab mereka menggunakan teknik yang berbeda-beda untuk memecahkan masalah tertentu berdasarkan latar belakang pengetahuan dan kebiasaan masing-masing.
3. Memberi pilihan dari sejumlah besar topik dalam rangka suatu mata pelajaran, mata kuliah, bidang studi atau disiplin bila kita anggap bahwa pelajar tidak mempunyai pola minat yang sama atau motivasi yang sama untuk mencapai tujuan yang sama.
4. Memberikan kesempatan bagi pelajar untuk mengenal kelebihan dan kekurangannya dan memperbaiki kelemahannya melalui modul remedial, ulangan-ulangan atau variasi dalam cara belajar.⁴⁶

Sedangkan fungsi modul adalah:

1. Memperjelas dan mempermudah penyajian pesan agar tidak terlalu bersifat verbal.
2. Mengatasi keterbatasan waktu, ruang, dan daya indra, baik peserta belajar maupun pengajar/instruktur.

⁴⁵ Hartoyo, "Upaya Meningkatkan Prestasi Melalui Pembelajaran Dengan Modul Berbasis Kompetensi," *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 18, no. 1 (2009): 62–84, <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jptk.v18i1.7679>.

⁴⁶ S. Nasution, *Metode Research : (Penelitian Ilmiah)*, 8th ed. (Bandung: Bumi Aksara, 2006).

3. Dapat digunakan secara tepat dan bervariasi, seperti untuk meningkatkan motivasi dan gairah belajar, mengembangkan kemampuan dalam berinteraksi langsung dengan lingkungan dan sumber belajar lainnya yang memungkinkan pelajar untuk belajar mandiri sesuai kemampuan dan minatnya.
4. Memungkinkan pelajar dapat mengukur atau mengevaluasi sendiri hasil belajarnya.⁴⁷

c. Karakteristik Modul

1. *Self instruction* yaitu harus terdapat instruksi-instruksi yang jelas sehingga siswa mudah dalam menggunakannya serta siswa mengetahui tujuan pembelajaran seperti apa yang harus mereka capai.
2. *Self contained* yaitu seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi atau sub kompetensi yang dipelajari terdapat di dalam satu modul secara utuh.
3. *Stand alone* yaitu modul pembelajaran harus berdiri sendiri atau tidak tergantung pada bahan ajar lain atau tidak memerlukan alat pendukung lain dalam penggunaannya.
4. *Adaptif* yaitu modul pembelajaran memiliki daya adaptasi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Modul yang adaptif adalah jika isi materi pembelajaran dapat digunakan sampai dengan kurun waktu tertentu.
5. *User friendly* yaitu modul pembelajaran tersebut hendaknya bersahabat atau akrab dengan pemakainya. Penggunaan bahasa yang sederhana, mudah dimengerti serta menggunakan istilah yang

⁴⁷ Depdiknas, *Penulisan Modul* (Jakarta: Direktorat Jendral Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2008).

umum digunakan merupakan salah satu bentuk *user friendly*.⁴⁸

d. Karakteristik E-Modul

1. *Self instructional*, siswa mampu membelajarkan diri sendiri, tidak tergantung pada pihak lain.
2. *Self contained*, seluruh materi pembelajaran dari satu unit kompetensi yang dipelajari terdapat didalam satu modul utuh.
3. *Stand alone*, e-modul yang dikembangkan tidak tergantung pada media lain atau tidak harus digunakan bersama-sama dengan media lain.
4. *Adaptif*, modul hendaknya memiliki daya adaptif yang tinggi terhadap perkembangan ilmu dan teknologi.
5. *User friendly*, modul hendaknya juga memenuhi kaidah akrab bersahabat/akrab dengan pemakainya.
6. Konsisten dalam penggunaan font, spasi, dan tata letak.
7. Disampaikan dengan menggunakan suatu media elektronik berbasis komputer.
8. Memanfaatkan berbagai fungsi media elektronik sehingga disebut sebagai multimedia.
9. Memanfaatkan berbagai fitur yang ada pada aplikasi software
10. Perlu didesain secara cermat (memperhatikan prinsip pembelajaran).⁴⁹

e. Struktur Modul

Struktur modul terdiri dari:

1. Bagian pembuka terdiri dari daftar isi, peta informasi, dan daftar tujuan kompetensi umum.
2. Bagian inti terdiri dari pendahuluan, hubungan dengan materi atau pelajaran yang lain, uraian materi, penugasan dan rangkuman.

⁴⁸ Ibid.

⁴⁹ Kemendikbud, "Panduan Praktis Penyusunan E-Modul," 2017, 1–57.

3. Bagian penutup terdiri dari glosarium, tes akhir dan indeks.⁵⁰
- f. Struktur E-Modul
1. Cover
Berisi antara lain: judul modul, nama mata pelajaran, topik/materi pembelajaran, kelas, penulis, logo sekolah
 2. Kata Pengantar Memuat informasi tentang peran e-modul dalam proses pembelajaran.
 3. Daftar Isi Memuat kerangka (outline) e-modul
 4. Pendahuluan
KD dan IPK, deskripsi singkat materi, relevansi (motivasi), dan petunjuk penggunaan e-modul.
 5. Pembelajaran
Kegiatan pembelajaran, tujuan, uraian materi, rangkuman, dan latihan.
 6. Evaluasi Teknik atau metoda evaluasi harus disesuaikan dengan ranah (domain) yang dinilai, serta indikator keberhasilan yang diacu.
 7. Glosarium
Memuat penjelasan tentang arti dari setiap istilah, kata-kata sulit dan asing yang digunakan dan disusun menurut urutan abjad (alfabetis).
 8. Daftar pustaka Semua referensi/pustaka yang digunakan sebagai acuan pada saat penyusunan modul.⁵¹
- g. Modul Elektronik (E-Modul)
- Seiring dengan perkembangan teknologi, modul cetak dapat dikonversi ke modul elektronik, yaitu bahan ajar yang disajikan secara runtut, terstruktur, dan interaktif dalam format elektronik berupa tulisan, gambar, gambar bergerak, suara, dan petunjuk sehingga memudahkan penggunaannya untuk belajar secara mandiri untuk mencapai tujuan pembelajaran

⁵⁰ Anggi Arista, & Arief, Zainal Abidin, and Herawati, *Pengembangan Modul Pembelajaran Bahasa Indonesia Berbasis Digital*, 2016.

⁵¹ Kemendikbud, "Panduan Praktis Penyusunan E-Modul."

sesuai dengan keinginan.⁵² Modul elektronik merupakan bahan ajar berbasis komputer. Keunggulan modul elektronik yaitu mampu menciptakan dan meningkatkan kemampuan peserta didik untuk belajar mandiri karena modul elektronik terintegrasi dengan teknologi yang mampu menyajikan informasi berupa tulisan, gambar, suara, gambar bergerak, maupun video guna memperjelas materi di dalam modul dan dapat digunakan kapanpun dan di manapun dengan cara mengikuti petunjuk program yang ada di dalam modul elektronik. Modul elektronik mampu menyajikan informasi secara urut dan terstruktur, memberi kesan menarik, serta interaktif sehingga dapat digunakan di mana dan kapan saja secara mandiri dan tidak tergantung pada guru sebagai sumber informasi.⁵³

Sedangkan kelemahan dari bahan ajar berbasis komputer bahwa komputer hanya efektif bila digunakan oleh satu orang atau beberapa orang dalam kelompok kecil. Untuk kelompok yang diperlukan tambahan peralatan lain yang mampu memproyeksikan pesan-pesan di monitor ke layar lebih lebar. Oleh karena itu, penerapan modul elektronik pada proses pembelajaran untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik menjadi hal yang perlu dibuktikan.⁵⁴

⁵² Sugiyono, *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*.

⁵³ Hafsah, Rohendi, and Purnawan, "Penerapan Media Pembelajaran Modul Elektronik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Mekanik."

⁵⁴ Anak Agung Meka Maharcika, Ni Ketut Suarni, and I Made Gunamantha, "Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flipbook Maker Untuk Subtema Pekerjaan Di Sekitarku Kelas Iv Sd/Mi."

Tabel.2.1. Perbandingan E-Modul dan Modul cetak

E-Modul	Modul Cetak
Modul elektronik diantaranya dapat diintegrasikan dengan internet, dan dapat langsung memutar video serta musik.	Dapat digunakan oleh peserta didik yang berada di daerah manapun karena bentuknya buku, serta peserta didik dapat dengan mudah mengerjakan secara langsung di lembar yang disediakan.
Kelemahan yang dimiliki modul elektronik seperti harus menyediakan tempat khusus untuk membuat catatan dan tidak semua peserta didik dapat menggunakan karena keterbatasan fasilitas.	Modul cetak memiliki kekurangan, diantaranya tidak dapat menampilkan video, animasi, musik, tidak interaktif, serta membutuhkan biaya cetak yang besar.
Penggunaan modul elektronik sangat efektif untuk meningkatkan motivasi belajar peserta didik, disamping itu efektif juga untuk meningkatkan hasil belajar peserta didik, serta kemampuan berpikir kritis.	Penggunaan modul cetak efektif untuk diterapkan dalam menunjang keterampilan abad 21 seperti keterampilan memecahkan masalah, berpikir kritis dan berpikir kreatif.
Tahan lama dan tidak lapuk dimakan waktu.	Daya tahan kertas terbatas oleh waktu. ⁵⁵

D. Berbasis Mitigasi Kebencanaan

Bencana adalah peristiwa atau rangkaian peristiwa yang mengancam dan mengganggu kehidupan dan

⁵⁵ Anggraini Diah Puspitasari, "Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak Dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA," *Jurnal Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): 17–25, <https://doi.org/https://doi.org/10.24252/jpf.v7i1.7155>.

penghidupan masyarakat yang disebabkan baik oleh faktor alam dan atau non alam, maupun faktor manusia, sehingga tidak hanya menimbulkan korban jiwa manusia, tetapi juga dapat mengakibatkan kerusakan fisik bangunan, lingkungan alam, kerugian harta benda, ekonomi, dan dampak psikologis yang berkepanjangan. Jenis-jenis bencana dapat dikelompokkan dalam tiga kelompok jenis bencana, yaitu: (1) bencana alam adalah peristiwa akibat faktor geologis (pergerakan lempeng bumi), klimatologi (kondisi cuaca/iklim), dan ekstra-terrestrial (benda luar angkasa); (2) bencana non-alam adalah peristiwa akibat dari wabah penyakit, gagal teknologi, epidemi, dan gagal modernisasi; dan (3) Bencana sosial adalah peristiwa akibat konflik antar masyarakat, terorisme, dan sebagainya.⁵⁶

Mitigasi adalah serangkaian upaya untuk mengurangi risiko bencana, baik melalui pembangunan fisik maupun penyadaran dan peningkatan kemampuan menghadapi ancaman bencana.⁵⁷ Mitigasi bencana merupakan bentuk dalam bersikap menghadapi bencana, baik pada saat pencegahan bencana, saat terjadi bencana, dan setelah terjadi bencana. Memberikan pengetahuan mengenai bencana dalam program pendidikan bencana bukanlah tugas yang begitu berat. Tantangannya adalah bagaimana program pendidikan bencana dapat mendorong masyarakat untuk memperbarui informasi, meningkatkan tingkat persepsi risiko, menjaga kesadaran, serta melakukan dan memperbarui persiapan yang tepat terhadap bencana di masa mendatang. Sebagai tindak lanjut, perlu dikembangkan berbagai pendekatan pengajaran dan pembelajaran yang akan mampu mencapai tujuan utama

⁵⁶ N. Nuraeni, M. Mujiburrahman, and Rudi Hariawan, "Manajemen Mitigasi Bencana Pada Satuan Pendidikan Anak Usia Dini Untuk Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami," *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika* 4, no. 1 (2020): 68, <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i1.200>.

⁵⁷ Indonesia, "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana."

dari pengurangan risiko bencana: membuat orang memiliki budaya kesiapsiagaan bencana. Metode ceramah dalam pendekatan pembelajaran akan kurang efektif kecuali didukung oleh metode yang berbeda termasuk simulasi permainan, kunjungan lapangan, percobaan dan pelatihan rutin bencana. Peran guru pada tahap ini adalah mengintegrasikan kearifan lokal dalam mitigasi bencana dalam bentuk bahan ajar atau sumber belajar. Mengintegrasikannya kedalam rencana pelaksanaan pembelajaran yang diawali dengan pemetaan kompetensi inti dan kompetensi dasar yang terdapat pada masing-masing tema. Guru tidak lagi berpatokan pada buku ajar tetapi menggunakan sumber belajar lain yaitu bahan ajar berupa e-modul.⁵⁸

Secara umum, praktek mitigasi dapat dikelompokkan ke dalam mitigasi struktural dan mitigasi non struktural. Mitigasi struktural berhubungan dengan usaha-usaha pembangunan konstruksi fisik, sementara mitigasi non struktural antara lain meliputi perencanaan tata guna lahan, memberlakukan peraturan pembangunan, dan melalui pendidikan untuk menyiapkan masyarakat membiasakan diri hidup bersama dengan bencana, khususnya untuk lingkungan yang sudah terlanjur terbangun, sehingga masyarakat dapat merasakan keamanan dan kenyamanan dalam hidupnya.⁵⁹ Tujuan utama dari mitigasi bencana adalah untuk mengurangi resiko/dampak yang ditimbulkan oleh bencana khususnya bagi penduduk, seperti korban jiwa (kematian), kerugian ekonomi (*economy costs*) dan kerusakan sumber daya alam sebagai landasan (pedoman) untuk perencanaan pembangunan meningkatkan pengetahuan masyarakat (*public awareness*) dalam

⁵⁸ Erna Labudasari and Eliya Rochmah, "Literasi Bencana Di Sekolah: Sebagai Edukasi Untuk Meningkatkan Pemahaman Kebencanaan," *Metode Didaktik* 16, no. 1 (2020): 41–48, <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/md.v16i1.22757>.

⁵⁹ A Rusilowati and A Binadja, "Mitigasi Bencana Alam Berbasis Pembelajaran Bervisi Science Environment Technology and Society," *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 8, no. 1 (2012): 51–60.

menghadapi serta mengurangi dampak/resiko bencana, sehingga masyarakat dapat hidup dan bekerja dengan aman (*safe*).

Tindakan pencegahan bencana dapat dilakukan pada beberapa tahapan, mencakup tahapan perencanaan, pengelolaan, dan evaluasi. Lebih lanjut, tahapan pengurangan risiko bencana di destinasi pariwisata meliputi kegiatan sebelum bencana terjadi (mitigasi), kegiatan saat bencana terjadi (perlindungan dan evakuasi), kegiatan tepat setelah bencana terjadi (pencarian dan penyelamatan), dan kegiatan pasca bencana yaitu pemulihan dan perbaikan. Tindakan penanggulangan (berdasarkan waktu kejadian) dilakukan melalui empat tahapan utama yang mencakup mitigasi, kesiapsiagaan (prabencana), respon, dan pemulihan (pasca bencana). Pemerintah merumuskan indikator dalam penetapan status dan tingkat bencana nasional dan daerah yang meliputi jumlah korban, kerugian harga benda, kerusakan prasarana dan sarana, cakupan luas wilayah yang terkena bencana, dan dampak sosial ekonomi yang ditimbulkan. Sedangkan tahapan penyelenggaraan penanggulangan bencana di Indonesia meliputi prabencana, saat tanggap darurat, dan pasca bencana. Mitigasi bencana masuk dalam tahapan prabencana, kegiatan ini dilakukan untuk mengurangi risiko bencana bagi masyarakat yang berada pada kawasan rawan bencana. Kegiatan mitigasi bencana dilakukan melalui pelaksanaan penataan ruang (pengaturan pembangunan, pembangunan infrastruktur, dan tata bangunan) dan penyelenggaraan pendidikan, penyuluhan, dan pelatihan baik secara konvensional maupun modern.⁶⁰

Tsunami adalah rangkaian gelombang air yang disebabkan oleh perpindahan volume air yang besar, umumnya di lautan atau danau yang besar. Kecepatan

⁶⁰ Shandra Rama Panji Wulung and Cep Ubad Abdullah, "Upaya Mitigasi Pasca Tsunami Di Destinasi Pariwisata," *Media Bina Ilmiah* 14, no. 7 (2020): 2883–94.

rambat gelombang tsunami mencapai 600 hingga 1000 km/jam akan dapat menyeberangi lautan dalam beberapa jam. Di lautan terbuka, gelombangnya tinggi gelombangnya biasanya kurang dari 1 m, tetapi ketika mencapai pantai yang dangkal, panjang gelombangnya berkurang dan tinggi gelombangnya meningkat secara dangkal, hingga puluhan meter, membentuk "dinding air" yang mengandung energi yang sangat besar.⁶¹ Maka mitigasi tsunami adalah upaya untuk menurunkan risiko bencana tsunami baik dengan pembangunan fisik juga pembudayaan dan pengembangan kesanggupan melawan ancaman bencana tsunami. Mitigasi bencana dilakukan dengan 3 bagian yaitu sebelum tsunami, saat tsunami, dan setelah terjadi tsunami. Mitigasi bencana dapat dilakukan dengan mengenali situasi rumah, kantor, sekolah dan tempat lainnya apakah berada di wilayah yang rawan terjadi tsunami seperti di pesisir pantai. Berikut ini beberapa hal yang dapat dilakukan untuk menghadapi bencana tsunami.

a. Pra bencana

Ketahui tanda-tanda sebelum tsunami terjadi, terutama setelah gempa (intensitas gempa lama dan terasa kuat, air laut surut, bunyi gemuruh dari tengah lautan, banyak ikan menggelepar di pantai yang airnya surut, dan tanda-tanda alam lain). Memantau informasi dari berbagai media resmi mengenai potensi tsunami setelah gempa terjadi. Cepat berlari ke tempat yang tinggi dan berdiam diri di sana untuk sementara waktu setelah satu gempa besar mengguncang. Segera menjauhi pantai dan tidak perlu melihat datangnya tsunami atau menangkap ikan yang terdampar di pantai karena air surut. Mengetahui tingkat kerawanan tempat

⁶¹ Chu Yonghai and Li Jiancheng, "Extraction of Two Tsunamis Signals Generated by Earthquakes Around The Pacific Rim," *Geodesy and Geodynamics* 5, no. 2 (2014): 38–47, <https://doi.org/10.3724/sp.j.1246.2014.02038>.

tinggal akan bahaya tsunami dan jalur evakuasi tercepat ke dataran yang lebih tinggi.

b. Saat Terjadi Tsunami

Setelah gempa berdampak pada rumah Anda, jangan berupaya untuk merapikan kondisi rumah. Waspada gempa susulan. Jika Anda berada di rumah, usahakan untuk tetap tenang dan segera membimbing keluarga untuk menyelamatkan diri ke tempat yang lebih tinggi dan aman. Tidak semua gempa memicu tsunami. Jika mendengar sirine tanda bahaya atau pengumuman dari pihak berwenang mengenai bahaya tsunami, Anda perlu segera menyingkir dari daerah pantai. Perhatikan peringatan dan arahan dari pihak berwenang dalam proses evakuasi. Jika telah sampai di daerah tinggi, bertahanlah *disana* karena gelombang tsunami yang kedua dan *ketiga* biasanya lebih besar dari gelombang pertama serta dengarkan informasi dari pihak yang berwenang melalui radio atau alat komunikasi lainnya. Jangan kembali sebelum keadaan dinyatakan aman oleh pihak berwenang. Tsunami tidak datang sekali, tetapi bisa sampai lima kali. Oleh karena itu, sebelum ada pengumuman dari pihak berwenang bahwa kondisi telah aman, janganlah meninggalkan tempat evakuasi karena seringkali gelombang yang datang kemudian justru lebih tinggi dan berbahaya. Hindari jalan melewati jembatan. Anda dianjurkan untuk melakukan evakuasi dengan berjalan kaki. Bagi Anda yang melakukan evakuasi menggunakan kendaraan dan terjadi kemacetan, segera kunci dan tinggalkan kendaraan serta melanjutkan evakuasi dengan berjalan kaki. Apabila Anda berada di kapal atau perahu yang tengah berlayar, upayakan untuk tetap berlayar dan menghindari wilayah pelabuhan.⁶²

⁶² Theophilus Yanuarta et al., *Buku Saku : Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana (Cetakan Keempat) - BNPB, Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 2019, <https://bnpb.go.id/uploads/24/buku-data-bencana/6-buku-saku-cetakan-4-2019.pdf>.

c. Setelah Terjadi Tsunami

Terus mendengarkan radio atau pejabat setempat. Tsunami mungkin telah merusakkan jalan-jalan, jembatan, atau tempat lain. Memberikan bantuan kepada korban luka-luka. Membantu tetangga yang perlu bantuan khusus seperti anak kecil, orang tua jompo, anak dengan disabilitas, atau mereka yang perlu bantuan pada saat darurat. Gunakan telepon hanya untuk keadaan darurat. Tidak membangun bangunan di wilayah yang berisiko. Ketika memasuki bangunan bekas tsunami, berhati-hati, karena bangunan yang sudah tidak layak lagi akan rawan roboh. Gunakan lampu senter ketika melihat bangunan. Penggunaan lampu senter lebih aman untuk mencegah resiko bagi pemakai, penghuni, Menguji dinding, lantai, pintu, tangga rumah, dan jendela untuk meyakinkan bahwa bangunan tidak dalam bahaya akan roboh. Periksa pondasi rumah atau kerusakan lainnya. Ratakan bangunan yang sudah tidak dapat digunakan lagi. Periksa sumber api. Bisa saja ada kebocoran gas, aliran listrik, atau peralatan listrik atau bahan-bahan yang mudah terbakar. Melihat kemungkinan gas bocor. Jika mencium bau gas atau mendengar sesuatu yang berdesis, bukalah jendela dengan cepat tinggalkan bangunan. Melihat kemungkinan limbah atau cairan beracun. Jika mencurigainya, hindari dan jangan menggunakan WC. Menggunakan PAM, apabila ada rekomendasi pejabat yang bertanggung jawab. Hati-hati terhadap binatang berbisa, seperti ular berbisa, yang bisa saja telah masuk ke bangunan. Perhatikan lapisan tembok, dan langit-langit yang bisa saja runtuh. Ambil gambar kerusakan untuk membantu klaim asuransi. Membuka jendela dan pintu untuk membantu mengeringkan bangunan. Keluarkan lumpur dari rumah. Periksa kesediaan makanan. Makanan apapun yang terkena air mungkin sudah tercemar dan harus dibuang. Mendorong sekolah terutama tingkat dasar

untuk memberikan materi pengenalan bencana dan pengurangan risiko bencana bagi siswa dan orangtua. Mendorong peran aktif orangtua dalam memberi edukasi tentang bencana, pengurangan risiko bencana, jalur evakuasi, titik kumpul, dan kotak persediaan bencana, di tingkat keluarga. Mendorong pemerintah untuk memberi edukasi kepada masyarakat terutama anak-anak, melalui media yang menarik seperti komik, buku saku, film pendek, dan lain-lain.⁶³

E. Gelombang Mekanik

a. Karakteristik Gelombang

Bagaimana cara astronot berkomunikasi di luar angkasa? Apakah mereka bisa berkomunikasi layaknya orang yang berkomunikasi di Bumi? Angkasa merupakan ruang hampa udara tentu suara mereka tidak akan terdengar satu sama lain jika berkomunikasi seperti saat di Bumi. Oleh karena itu, para astronot dapat berkomunikasi menggunakan gelombang radio. Mengapa gelombang radio dapat merambat di luar angkasa tanpa adanya medium, sementara gelombang bunyi tidak bisa merambat di luar angkasa tanpa adanya medium?

Hal tersebut terjadi karena gelombang radio adalah gelombang yang tidak membutuhkan medium untuk merambat atau disebut dengan gelombang elektromagnetik. Sementara, gelombang bunyi adalah gelombang mekanik, yaitu gelombang yang membutuhkan medium untuk merambat. Gelombang dan getaran merupakan sangat berhubungan erat. Selain gelombang suara di udara yang mempunyai getaran sebagai sumbernya. Gelombang laut membawa energi dari satu tempat ke tempat lain. Energi tersebut bisa berasal dari tiupan angin laut lepas. Kemudian energi dibawa oleh gelombang ke

⁶³ Deputi Perlindungan Anak RI, *Pedoman Standar Layanan Kesiapan Keluarga Hadapi Bencana* (Jakarta, 2017).

pantai. Oleh karena itu dapat dirasakan energi gelombang saat kaki menyentuh gelombang air di pinggir pantai.

Hal tersebut menunjukkan bermacam-macam jenis dan karakteristiknya gelombang. Gelombang merupakan usikan atau gangguan yang merambat.⁶⁴ Kita dapat mengamati gejala gelombang dengan mudah, seperti halnya gelombang air laut akibat hembusan angin. Ketika merambat, suatu energi tertentu akan dipindahkan oleh gelombang dari satu tempat ke tempat lainnya. Namun medium perambatan gelombang tidak ikut pindah.

b. Jenis-jenis Gelombang

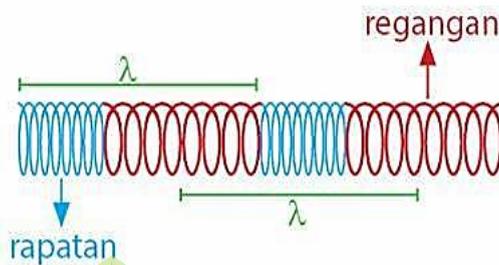
Gelombang dapat dikelompokkan berdasarkan medium perambatannya dan arah rambat. Berdasarkan arah rambatnya, gelombang dibedakan menjadi gelombang transversal dan gelombang longitudinal.

1. **Gelombang Longitudinal** adalah gelombang yang arah getarnya sejajar dengan arah rambatnya, misalnya gelombang seismik (gempa), gelombang pada slinky, dan gelombang bunyi.⁶⁵ Gelombang bunyi yang dihasilkan akibat pemberian tekanan, arah osilasi yang terjadi searah dengan perambatan gelombang. Contohnya, gelombang bunyi di udara. Gelombang ini dihasilkan dengan memberikan tekanan secara periodik pada salah satu bagian udara sehingga molekul-molekul udara di sekitar daerah tersebut ikut bergetar. Molekul yang bergetar menumbuk molekul di sekitarnya yang diam, sehingga molekul yang mula-mula diam ikut bergetar dalam arah yang sama. Begitu seterusnya sehingga molekul yang makin jauh ikut bergetar. Ini adalah fenomena perambatan gelombang. Arah

⁶⁴ Yuberti, *Konsep Materi Fisika Dasar 2*, 2nd ed. (Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA), 2014).

⁶⁵ Ibid.

getaran persis sama dengan arah rambat gelombang. Gelombang dengan arah osilasi sama dengan arah rambat gelombang dinamakan gelombang longitudinal. ⁶⁶ Gelombang longitudinal dapat mengalami rapatan dan regangan seperti gambar berikut:

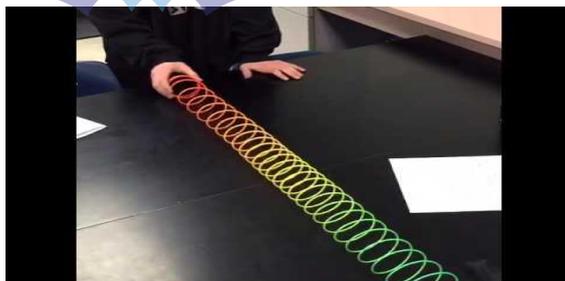


1 gelombang = 1 rapatan dan 1 reganga

Gambar. 2.1. Gelombang Longitudinal

Sumber: <https://tinyurl.com/29kc7v2r>

Pada gelombang longitudinal, terdiri dari rapat dan renggangan. Satu panjang gelombang (λ) adalah jarak antara rapatan dengan rapatan yang berurutan, atau jarak antara renggangan dengan renggangan yang berurutan.



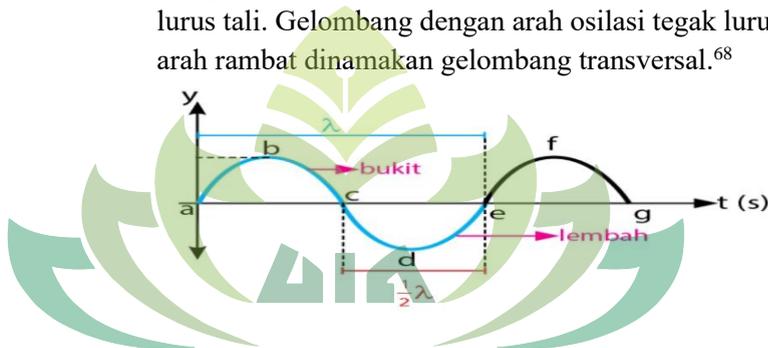
Gambar. 2.2. Gelombang Longitudinal Merambat Pada Slinky

Sumber: <https://tinyurl.com/2p9d8z9u>

⁶⁶ Mikrajuddin Abdullah, *Fisika Dasar II* (Institut Teknologi Bandung: Bandung, 2017).

Gelombang longitudinal adalah gelombang bunyi, misalkan kita dapat mendengar bunyi saat melemparkan batu besar ke dalam kolam, senar gitar yang dipetik, suara gemuruh saat gelombang tsunami datang. Semua itu dapat kita dengar karena getarannya merambat melalui medium (zat perantara).

2. **Gelombang Transversal** adalah gelombang yang arah rambatnya tegak lurus arah getarnya, misalnya gelombang cahaya dan gelombang pada tali.⁶⁷ Kalau kalian amati gelombang tali, pola yang terbentuk merambat sepanjang tali sedangkan gerakan komponen tali (simpangan) terjadi dalam arah tegak lurus tali. Gelombang dengan arah osilasi tegak lurus arah rambat dinamakan gelombang transversal.⁶⁸



Gambar. 2.3. Gelombang Transversal

Sumber: <https://tinyurl.com/3x5c84nt>

Pada gelombang transversal mempunyai bagian dan besaran berikut:

- Puncak gelombang, yaitu titik tertinggi pada gelombang
- Dasar gelombang, yaitu titik terendah pada gelombang
- Bukit gelombang
- Lembah gelombang

⁶⁷ Yuberti, *Konsep Materi Fisika Dasar 2*.

⁶⁸ Abdullah, *Fisika Dasar II*.

- Amplitudo gelombang, yaitu simpangan terbesar gelombang/tinggi puncak gelombang.
- Panjang gelombang, yaitu jarak antara dua puncak gelombang yang berturutan atau jarak antara dua dasar gelombang yang berurutan. Jadi sebuah gelombang terdiri dari sebuah bukit dan sebuah lembang gelombang.
- Periode gelombang, yaitu waktu untuk menempuh 1 buah panjang gelombang.
- Frekuensi gelombang, yaitu banyaknya gelombang yang terjadi tiap detik.



Gambar. 2.4. Gelombang Transversal Merambat Pada Slinky

Sumber: <https://tinyurl.com/yptszapn>

Secara ilmiah gempa bumi merupakan gerakan tiba-tiba dari batuan, yang disebabkan oleh lepasnya regangan (strain) yang telah tertahan dalam waktu yang relatif lama. Terlepasnya regangan ini akan menimbulkan medan energi berupa gelombang seismic yang merambat ke batuan. Gelombang seismic adalah strain dinamik atau strain elastik yang berubah terhadap waktu yang merambat melalui material elastik seperti batuan sebagai tanggapan terhadap suatu gangguan dinamik.⁶⁹

⁶⁹ Zulharbi, Firdaus, and Yul Antonisfia, "Implementasi Moving Average Filter Pada Mikrokontroler Sebagai Peredam Noise Sensor Piezo Elektrik Untuk Mendeteksi Gelombang Seismik (Gempa Bumi)," *Prosiding Semnastek*, no. PROSIDING SEMNASTEK 2014 (2014): 1–8, <http://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/300>.

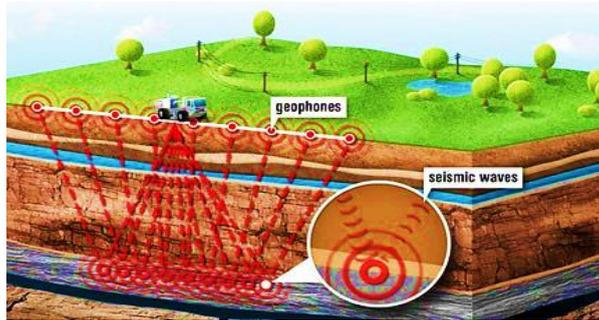
Mekanisme gempa bumi dikontrol oleh pola penjalaran gelombang seismik di dalam bumi. Pola mekanisme ini tergantung pada pola medium penjalaran atau keadaan struktur kulit bumi serta distribusi gaya atau stress yang terjadi. Dalam menjelaskan gelombang seismik, asumsi dasar yang dipakai dalam memandang bumi yakni bumi dianggap sebagai media elastik sempurna yang terdiri dari berbagai lapisan dan Semua lapisan bumi merupakan media homogen isotropik dimana diskontinuitas tahanan jenis hanya terdapat pada batas udara dan bumi.⁷⁰

Gelombang gempa bumi dapat diklasifikasikan menjadi dua kelompok, yakni gelombang badan (*body waves*) dan gelombang permukaan (*surface waves*). Gelombang Badan merupakan gelombang yang menjalar melalui bagian dalam bumi dan biasa disebut free wave karena dapat menjalar ke segala arah di dalam bumi. Gelombang ini dapat dibedakan lagi atas dasar cara merambatnya menjadi gelombang longitudinal atau gelombang primer (disingkat gelombang P) dan gelombang transversal atau gelombang sekunder (disingkat gelombang S). Gelombang permukaan, merupakan gelombang elastik yang menjalar sepanjang permukaan bumi yang disebut *ride waves*. Gelombang ini harus menjalar melalui suatu lapisan atau permukaan. Gelombang tersebut menyebabkan kerusakan pada bangunan atau tidak merusak sama sekali.⁷¹

⁷⁰ Siti Rahmatul Aslamiah Roemaf, "Analisa Sesar Aktif Menggunakan Metode Focal Mechanism (Studi Kasus Data Gempa Sepanjang Cincin Api Zona Selatan Wilayah Jawa Barat Pada Tahun (1999-2009)," *Jurnal Neutrino* 5, no. 2 (2013): 80–86, <https://doi.org/https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2435>.

⁷¹ Adam Haris and Irjan Irjan, "Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum Wilayah Yogyakarta Dengan Metode Atenuasi Patwardhan," *Jurnal Neutrino*, 2013, 66–72, <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2433>.

3. **Gelombang Mekanik** adalah gelombang yang memerlukan medium untuk merambat, misalnya gelombang permukaan air (merambat permukaan air) dan gelombang seismik (merambat di permukaan tanah).⁷²



Gambar 2.5. Penerapan metode seismik

Sumber: <https://tinyurl.com/3dbshwsd>



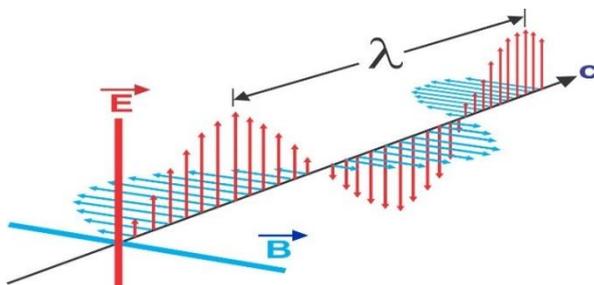
Gambar. 2.6. Akibat gelombang seismik

Sumber: <https://tinyurl.com/4378j29a>

4. **Gelombang Elektromagnetik** adalah gelombang yang tidak memerlukan medium untuk merambat. Gelombang ini mampu merambat di ruang hampa. Contoh gelombang radio, gelombang mikro, dan cahaya tampak.⁷³

⁷² Yuberti, *Konsep Materi Fisika Dasar 2*.

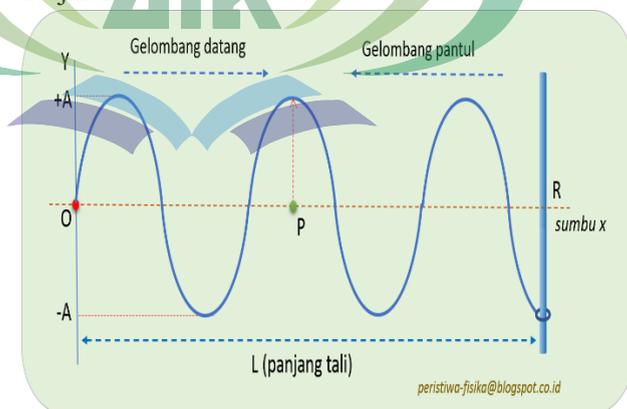
⁷³ Ibid.



Gambar 2.7. Gelombang elektromagnetik

Sumber: <https://pin.it/27iTGfp>

5. **Gelombang Berjalan** adalah gelombang yang amplitude dan fasenya sama di setiap titik yang dilalui gelombang, misalnya gelombang pada tali.⁷⁴ Suatu gelombang dimana setiap titik yang dilalui oleh gelombang tersebut bergetar harmonis dengan amplitudo yang sama besar. Amplitudo pada tali yang digetarkan terus menerus akan selalu tetap, oleh karenanya gelombang yang memiliki amplitudo yang tetap setiap saat disebut gelombang berjalan.



Gambar 2.8. Gelombang berjalan

Sumber: <https://tinyurl.com/3etntm5s>

⁷⁴ Ihsan Nurdiansah, Fahmi Hujjarul Islami, and Nana, "Penerapan Model Poe2We Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Materi Gelombang Berjalan Dan Gelombang Stasioner," *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika* 5, no. 1 (2020): 16–22.

Besaran-besaran Pada Gelombang:

1. Amplitudo (A)

Amplitudo adalah simpangan maksimum gelombang yang memiliki satuan meter (m).

2. Panjang gelombang (λ)

Jika ditinjau dari gelombang transversal, panjang gelombang adalah jarak antara dua puncak yang berdekatan atau jarak antara dua lembah yang berdekatan. Pada gelombang longitudinal, panjang gelombang adalah jarak antara pusat rapatan ke rapatan berikutnya atau pusat regangan ke pusat regangan berikutnya.

3. Frekuensi gelombang (f)

Frekuensi adalah banyaknya gelombang yang bisa terbentuk setiap detik. Secara matematis, frekuensi dirumuskan sebagai berikut.

$$f = \frac{n}{t}$$

Keterangan:

f = frekuensi gelombang (Hz);

n = jumlah gelombang yang terbentuk; dan

t = waktu tempuh gelombang (s).

4. Periode gelombang (T)

Periode adalah waktu yang dibutuhkan gelombang untuk menempuh satu panjang gelombangnya. Periode juga bisa didefinisikan sebagai waktu yang dibutuhkan gelombang untuk melakukan satu kali putaran. Secara matematis, periode dirumuskan sebagai berikut.

$$T = \frac{t}{n}; T = \frac{1}{f}$$

Keterangan:

f = frekuensi gelombang (Hz);

T = periode (s);

n = jumlah gelombang yang terbentuk; dan

t = waktu tempuh gelombang (s).

5. Kecepatan Rambat Gelombang

Kecepatan rambat gelombang pada suatu medium dihitung dengan:

$$v = \lambda \cdot f = \frac{\lambda}{T}$$

v = kecepatan rambat gelombang (m/s)

λ = panjang gelombang (m)

f = frekuensi gelombang (Hz)

T = periode gelombang (s)

6. Fase dan beda fase Gelombang

Fase gelombang adalah keadaan gelombang yang berkaitan dengan simpangan dan arah rambatnya. Secara matematis fase gelombang dinyatakan sebagai berikut:

$$\varphi = \frac{\theta}{2\pi}$$

Dimana φ = fase gelombang (tampa satuan); θ = sudut fase (rad)

Dua titik dikatakan sefase jika kedua titik memiliki jarak $1\lambda, 2\lambda, 3\lambda, \dots, n\lambda$. Jadi kedua titik akan memiliki amplitudo dan arah gerak yang sama. Dua titik dikatakan berlawanan fase jika kedua titik berjarak $\frac{1}{2}\lambda, \frac{3}{2}\lambda, \frac{5}{2}\lambda, \dots, (2n - \frac{1}{2})\lambda$.

Kedua titik akan memiliki arah simpangan yang berlawanan, walaupun sama besar. Sedangkan beda fase adalah apabila pada tali terdapat dua buah titik, maka beda fasenya adalah jarak antara dua titik tersebut. Persamaan beda fase gelombang adalah sebagai berikut.:

$$\Delta\varphi = \varphi_2 - \varphi_1$$

sehingga beda sudut fase dinyatakan:

$$\Delta\theta = 2\pi \cdot \Delta\varphi$$

7. Energi dan Intensitas Gelombang

Gelombang memindahkan energi dari satu tempat ke tempat lain. Gelombang merupakan getaran yang merambat dalam suatu medium. Energi getaran merambat dari satu partikel ke partikel lain sepanjang medium,

walaupun partikelnya sendiri tidak berpindah. Besarnya energi gelombang adalah :

$$EK = \frac{1}{2} kA^2 \cos^2 \theta$$

$$EP = \frac{1}{2} kA^2 \sin^2 \theta$$

$$E = \frac{1}{2} kA^2 = \frac{1}{2} m\omega^2 A^2$$

EK = energi kinetik (J)

EP = energi potensial (J)

E = energi mekanik / energi total (Joule)

θ = sudut fase gelombang

$k = m \cdot \omega^2 =$ konstanta (N/m)

$m =$ massa (kg)

$\omega = 2 \cdot \pi \cdot f =$ frekuensi sudut = kecepatan sudut (rad/s)

$f = \frac{1}{T} =$ frekuensi gelombang (Hz)

$T =$ periode gelombang (s)

$A =$ amplitudo gelombang (m)

Besarnya energi gelombang yang dipindahkan per satuan luas per satuan waktu disebut intensitas gelombang.

Besarnya intensitas gelombang bunyi adalah:

$$I = \frac{E}{A \cdot t} = \frac{P}{A}$$

$I =$ intensitas bunyi (J/m^2).

$s =$ Watt/ m^2 $t =$ waktu (s)

$P =$ daya bunyi (watt)

$A = 4 \cdot \pi \cdot r^2 =$ luas penampang medium (m^2)

$r =$ jarak (m)

c. Sifat-sifat Gelombang

Sifat-sifat gelombang itu sendiri merupakan cabang ilmu pengetahuan yang mempelajari tentang refleksi, refraksi, interferensi dan difraksi. Untuk menggambarkan

bagaimana gelombang dapat dipantulkan, gelombang dapat dibiarkan, gelombang dapat dipadukan dan gelombang dapat dilenturkan dibutuhkan media yang dapat menggambarkan dan memperlihatkan secara jelas.⁷⁵ Gelombang memiliki sifat-sifat umum sebagai berikut:⁷⁶

1. Dapat Dipantulkan (Refleksi)

Pemantulan (refleksi) adalah peristiwa pengembalian seluruh atau sebagian dari suatu berkas partikel atau gelombang bila berkas tersebut bertemu dengan bidang batas antara dua medium. Suatu garis atau permukaan dalam medium dua atau tiga dimensi yang dilewati gelombang disebut muka gelombang. Muka gelombang ini merupakan tempat kedudukan titik-titik yang mengalami gangguan dengan fase yang sama, biasanya tegak lurus arah gelombang dan dapat mempunyai bentuk, misalnya muka gelombang melingkar dan muka gelombang lurus.

Untuk mengamati pemantulan gelombang dapat dilakukan dengan menempatkan balok kaca atau logam pada tangki riak sebagai penghalang gelombang yang mempunyai muka gelombang lurus. Sinar gelombang tersebut akan dipantulkan pada saat mengenai dinding penghalang tersebut. Dalam pemantulan gelombang tersebut berlaku hukum pemantulan gelombang yaitu:

- Sudut datang gelombang sama dengan sudut pantul gelombang
- Gelombang datang, gelombang pantul, dan garis normal terletak dalam satu bidang datar.

⁷⁵ Novia Sari Afrijhon, "Desain Multimedia Interaktif Menggunakan Software Adobe Flash Professional Cs5.5 Pada Materi Gelombang," *Physics and Science Education Journal (PSEJ)* 1 (2021): 84–89, <https://doi.org/10.30631/psej.v1i2.710>.

⁷⁶ Yuberti, *Konsep Materi Fisika Dasar 2*.

2. Dapat Dibiaskan (Refraksi)

Perubahan arah gelombang saat gelombang masuk ke medium baru yang mengakibatkan gelombang bergerak dengan kelajuan yang berbeda disebut pembiasan. Pada pembiasan terjadi perubahan laju perambatan. Panjang gelombangnya bertambah atau berkurang sesuai dengan perubahan kelajuannya, tetapi tidak ada perubahan frekuensi.

3. Dapat Dilenturkan (Difraksi)

Difraksi merupakan peristiwa penyebaran atau pembelokan gelombang pada saat gelombang tersebut melintas melalui bukaan atau mengelilingi ujung penghalang. Besarnya difraksi bergantung pada ukuran penghalang dan panjang gelombang.

4. Dapat Dipadukan (Interferensi)

Interaksi antara dua gerakan gelombang atau lebih yang mempengaruhi suatu bagian medium yang sama sehingga gangguan sesaat pada gelombang paduan merupakan jumlah vektor gangguan-gangguan sesaat pada masing-masing gelombang merupakan penjelasan fenomena interferensi. Interferensi terjadi pada dua gelombang koheren, yaitu gelombang yang memiliki frekuensi dan beda fase sama.

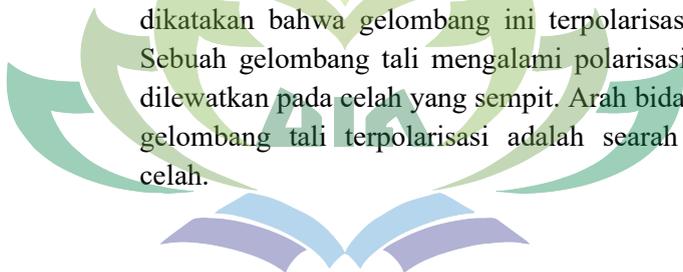
Pada gelombang tali, jika dua buah gelombang tali merambat berlawanan arah, saat bertemu keduanya melakukan interferensi. Setelah itu, masing-masing melanjutkan perjalanannya seperti semula tanpa terpengaruh sedikit pun dengan peristiwa interferensi yang baru dialaminya. Sifat khas ini hanya dimiliki oleh gelombang.

Jika dua buah gelombang bergabung sedemikian rupa sehingga puncaknya tiba pada satu titik secara bersamaan, amplitudo gelombang hasil gabungannya lebih besar dari gelombang semula. Gabungan gelombang ini disebut saling menguatkan (konstruktif). Titik yang mengalami interferensi seperti ini disebut perut gelombang. Akan tetapi, jika

puncak gelombang yang satu tiba pada suatu titik bersamaan dengan dasar gelombang lain, amplitudo gabungannya minimum (sama dengan nol). Interferensi seperti ini disebut interferensi saling melemahkan (destruktif). Interferensi pada gelombang air dapat diamati dengan menggunakan tangki riak dengan dua pembangkit gelombang lingkaran.

5. Dapat Dikutubkan (Polarisasi).

Polarisasi merupakan proses pembatasan getaran vektor yang membentuk suatu gelombang transversal sehingga menjadi satu arah. Polarisasi hanya terjadi pada gelombang transversal saja dan tidak dapat terjadi pada gelombang longitudinal. Suatu gelombang transversal mempunyai arah rambat yang tegak lurus dengan bidang rambatnya. Apabila suatu gelombang memiliki sifat bahwa gerak medium dalam bidang tegak lurus arah rambat pada suatu garis lurus, dikatakan bahwa gelombang ini terpolarisasi linear. Sebuah gelombang tali mengalami polarisasi setelah dilewatkan pada celah yang sempit. Arah bidang getar gelombang tali terpolarisasi adalah searah dengan celah.



DAFTAR RUJUKAN

- Abdullah, Mikrajuddin. *Fisika Dasar II*. Institut Teknologi Bandung: Bandung, 2017.
- Afrihjon, Novia Sari. “Desain Multimedia Interaktif Menggunakan Software Adobe Flash Professional Cs5.5 Pada Materi Gelombang.” *Physics and Science Education Journal (PSEJ)* 1 (2021): 84–89. <https://doi.org/10.30631/psej.v1i2.710>.
- Ain, Trise Nurul, Hari Anggit, Cahyo Wibowo, and Faiz Hasyim. “Pengembangan Simulasi Berbasis Visual Basic Application (VBA) Spreadsheet Excel Pada Pembelajaran Fisika Materi Gelombang,” no. April 2022 (n.d.). <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jipf.v6i1.4435>.
- Anak Agung Meka Maharcika, Ni Ketut Suarni, and I Made Gunamantha. “Pengembangan Modul Elektronik (E-Modul) Berbasis Flipbook Maker Untuk Subtema Pekerjaan Di Sekitarku Kelas Iv Sd/Mi.” *PENDASI: Jurnal Pendidikan Dasar Indonesia* 5, no. 2 (2021): 165–74. https://doi.org/10.23887/jurnal_pendas.v5i2.240.
- Anggraini, Septian Dwi, Sri Wahyuni, and Pramudya Aristya. “Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Berbasis Kebencanaan Alam Di SMA.” *Jurnal Edukasi* 4, no. 1 (2017): 20. <https://doi.org/10.19184/jukasi.v4i1.5085>.
- Apriyadi, Rio Khoirudin, and Rani Amelia. “Tingkat Pengetahuan Kesiapsiagaan Resiko Bencana Tsunami Disaat Pandemi Covid-19.” *PENDIPA Journal of Science Education* 5, no. 1 (2020): 56–62. <https://doi.org/10.33369/pendipa.5.1.56-62>.
- Arista, Anggi, & Arief, Zainal Abidin, and Herawati. *Pengembangan Modul Pembelajaran Bahasa Indonesia Berbasis Digital*, 2016.
- Arwin, Arwin, Ary Kiswanto Kenedi, Yesi Anita, and Ciptro Handrianto. “The Design Of Covid-19 Disaster Mitigation E-Module For Students Of Grades 1 in Primary School.” *Proceedings of the 6th International Conference of Early Childhood Education (ICECE-6 2021)* 668 (2022): 173–76. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.220602.036>.
- Asiyah, Johannes Sapri, Antomi Saregar, Adrian Topano, Ahmad Walid, Naintyn Novitasari, and Raden Gamal Tamrin Kusumah.

- “Construction Ethnoscience-Based Learning Environment Material in Scientific Knowledge.” *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021): 1–8. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012034>.
- Azmanita, Yuni, and Ahmad Fauzi. “Pengembangan E-Book Fisika Terintegrasi Materi Mitigasi Bencana Abrasi Berbasis Problem Based Learning Berbantuan Google Classroom Untuk Meningkatkan Kompetensi Peserta Didik.” *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 8, no. 2 (2022): 152. <https://doi.org/10.24036/jppf.v8i2.116518>.
- B, Filosa Gita Sukmono, Fajar Junaedi, and Mohammad Jafar Loilatu. *Sunda Strait Tsunami Disaster News : Seeing the Production Process to the Selection of News*. Vol. 1. Atlantis Press SARL, 2022. <https://doi.org/10.2991/978-2-494069-65-7>.
- Cahyadi, Rahmat Arofah Hari. “Pengembangan Bahan Ajar Berbasis Addie Model.” *Halaqa: Islamic Education Journal* 3, no. 1 (2019): 35–42. <https://doi.org/10.21070/halaqa.v3i1.2124>.
- Daroini, Ahmad Faizun, Iskandar Wiryokusumo, and Ibut Priono Leksono. “Interaksi Manusia Dengan Komputer: Modul Matematika Dengan Aplikasi Geogebra.” *JIPi (Jurnal Ilmiah Penelitian Dan Pembelajaran Informatika)* 7, no. 2 (2022): 429–40. <https://doi.org/10.29100/jipi.v7i2.2696>.
- Depdiknas. *Penulisan Modul*. Jakarta: Direktorat Jenderal Manajemen Pendidikan Dasar dan Menengah, 2008.
- Deputi Perlindungan Anak RI. *Pedoman Standar Layanan Kesiapan Keluarga Hadapi Bencana*. Jakarta, 2017.
- Eka, Nur, and Agusti Mardiyanti. “Keefektifan Pembelajaran Fisika Dengan Model Inkuiri Terbimbing Berbantuan PhET Interactive Simulations Untuk Meningkatkan Kemampuan Berfikir Kritis Siswa SMA Abstrak,” n.d. <https://doi.org/https://doi.org/10.20527/jipf.v6i2.5281>.
- Fadieny, N., and A. Fauzi. “The Analysis of Instructional Media in Development of Lightning E-Module For Physics Learning in Senior High School.” *Journal of Physics: Conference Series* 1185, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1185/1/012078>.

- Fadieny, Nurul, and Ahmad Fauzi. "Validitas E-Modul Fisika Terintegrasi Materi Bencana Petir Berbasis Experiential Learning." *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 7, no. 1 (2021): 17–25. <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i1.111794>.
- Fourilla, Fourilla, and Ahmad Fauzi. "Validasi Emodul Fisika SMA Berbasis Inquiry Based Learning Terintegrasi Mitigasi Bencana Kekeringan." *Jurnal Penelitian Pembelajaran Fisika* 7, no. 2 (2021): 113. <https://doi.org/10.24036/jppf.v7i2.114346>.
- Frasetya, Vito, Andy Corry W, Nanang Trenggono, and Purwanto Putra. "Komunikasi Mitigasi Bencana Kota Bandar Lampung." *Komunika* 4, no. 1 (2021): 01–18. <https://doi.org/10.24042/komunika.v4i1.8624>.
- Hafsah, Nandya RJ, Dedi Rohendi, and Purnawan Purnawan. "Penerapan Media Pembelajaran Modul Elektronik Untuk Meningkatkan Hasil Belajar Siswa Pada Mata Pelajaran Teknologi Mekanik." *Journal of Mechanical Engineering Education* 3, no. 1 (2016): 106. <https://doi.org/10.17509/jmee.v3i1.3200>.
- Hamalik, Oemar. *Media Pendidikan*. Bandung: Citra Adyta Bakti, 1977.
- Handayani, Elfa Sari, Yuberti, Antomi Saregar, and Yunita Wildaniati. "Development of STEM-Integrated Physics E-Module to Train Critical Thinking Skills: The Perspective of Preservice Teachers." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021): 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012100>.
- Haris, Adam, and Irjan Irjan. "Analisis Percepatan Getaran Tanah Maksimum Wilayah Yogyakarta Dengan Metode Atenuasi Patwardhan." *Jurnal Neutrino*, 2013, 66–72. <https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2433>.
- Hartoyo. "Upaya Meningkatkan Prestasi Melalui Pembelajaran Dengan Modul Berbasis Kompetensi." *Jurnal Pendidikan Teknologi Dan Kejuruan* 18, no. 1 (2009): 62–84. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.21831/jptk.v18i1.7679>.
- Hasan, Muhammad, Milawati, Darodjat, HarahapTuti Khairani, and Tasdin Tahrir. *Media Pembelajaran*. Edited by M.Pd Dr. Fatma Sukmawati. Tahta Media Group. 1st ed. Tahta Media Group,

2021.

Heryati, Sri. "Peran Pemerintah Daerah Dalam Penanggulangan Bencana [The Role of Local Governments in Disaster Management]." *Jurnal Pemerintahan Dan Keamanan Publik (JP Dan KP)* 2, no. 2 (2020): 139–46. <https://doi.org/https://doi.org/10.33701/jpkp.v2i2.1088>.

Indonesia, Dewan Perwakilan Rakyat Republik. "Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 24 Tahun 2007 Tentang Penanggulangan Bencana." *Peraturan.Bpk.Go.Id.* Jakarta, 2007. <https://peraturan.bpk.go.id/Home/Details/39901/uu-no-24-tahun-2007>.

Istikhomah, Siti, Syahrir Syahrir, and Adrianus Inu Natalisanto. "Analisis Koefisien Serapan (Absorpsi) Kebisingan Pada Bahan Kayu (Triplek, Papan Kayu Dan Kalsiboard)." *Progressive Physics Journal* 2, no. 1 (2021): 19. <https://doi.org/10.30872/ppj.v2i1.748>.

Kemendikbud. "Panduan Praktis Penyusunan E-Modul," 1–57, 2017.

Labudasari, Erna, and Eliya Rochmah. "Literasi Bencana Di Sekolah: Sebagai Edukasi Untuk Meningkatkan Pemahaman Kebencanaan." *Metode Didaktik* 16, no. 1 (2020): 41–48. <https://doi.org/https://doi.org/10.17509/md.v16i1.22757>.

Mar'atusholihah, Herlinda, Wawan Priyanto, Aries Tika Damayani, Program Studi, Pendidikan Guru, Sekolah Dasar, and Ilmu Pendidikan. "Pengembangan Media Pembelajaran Tematik Ular Tangga Berbagai Pekerjaan." *Mimbar PGSD Undiksha* Vol: 7, No (2019): 255.

Mariezki, Raffi, Erna Juita, and Momon Dt Tanamir. "Pengembangan Media E-Learning Berbasis Moodle Sebagai Suplemen Pembelajaran Geografi Pada Materi Mitigasi Bencana Alam." *Jambura Geo Education Journal* 2, no. 2 (2021): 54–62. <https://doi.org/10.34312/jgej.v2i2.11043>.

Muhson, Ali. "Pengembangan Media Pembelajaran Berbasis Teknologi Informasi." *Jurnal Pendidikan Akuntansi Indonesia* 8, no. 2 (2010): 1–10. <https://doi.org/10.21831/jpai.v8i2.949>.

Mulyasa. *Menjadi Guru Profesional : Menciptakan Pembelajaran Kreatif Dan Menyenangkan*. Edited by Mukhlis. 5th ed. Bandung:

Remaja Rosda Karya, 2007.

Nasution, S. *Metode Research : (Penelitian Ilmiah)*. 8th ed. Bandung: Bumi Aksara, 2006.

Ningrum, Ayu Reza, and Yani Suryani. "Peran Guru Penggerak Dalam Kurikulum Merdeka Belajar." *AR-RIAYAH: Jurnal Pendidikan Dasar* 6, no. 2 (2022): 219. <https://doi.org/10.29240/jpd.v6i2.5432>.

Novitasari, Miya, and Eko Risdianto. "Pengembangan E-Modul Berbasis WEB Sebagai Bahan Ajar Fisika Pada Materi Gelombang Bunyi Di SMA" 4, no. 3 (2022). <https://doi.org/https://doi.org/10.33369/jkf.4.3.203-212>.

Nuraeni, N., M. Mujiburrahman, and Rudi Hariawan. "Manajemen Mitigasi Bencana Pada Satuan Pendidikan Anak Usia Dini Untuk Pengurangan Risiko Bencana Gempa Bumi Dan Tsunami." *Jurnal Penelitian Dan Pengkajian Ilmu Pendidikan: E-Saintika* 4, no. 1 (2020): 68. <https://doi.org/10.36312/e-saintika.v4i1.200>.

Nurdiansah, Ihsan, Fahmi Hujjarul Islami, and Nana. "Penerapan Model Poe2We Terhadap Pemahaman Konsep Fisika Materi Gelombang Berjalan Dan Gelombang Stasioner." *Edufisika: Jurnal Pendidikan Fisika* 5, no. 1 (2020): 16–22.

Pasaribu, Dewi Sasmita. "Upaya Meningkatkan Minat Dan Hasil Belajar Fisika Siswa Dengan Menggunakan Model Pembelajaran Talking Stick Pada Materi Listrik Dinamis Di Kelas X Sman 10 Muaro Jambi." *EduFisika* 2, no. Vol 2 No 01 (2017): EduFisika Volume 02 Nomor 01, Juni 2017 (2017): 61–69. <https://doi.org/https://doi.org/10.22437/edufisika.v2i01.4043>.

Pela, Sera Okta, Yani Suryani, and Sri Latifah. "Development of E-Module Physics Based on Local Wisdom of Lampung Written Batik on Temperature and Heat Materials" 2, no. 1 (2022): 35–45. <https://doi.org/https://doi.org/10.14421/impulse.2022.21.04>.

Permana*, Irvan, Zulhijatiningsih Zulhijatiningsih, and Surti Kurniasih. "Efektivitas E-Modul Sistem Pencernaan Berbasis Problem Solving Terhadap Kemampuan Pemecahan Masalah." *Jurnal IPA & Pembelajaran IPA* 5, no. 1 (2021): 36–47. <https://doi.org/10.24815/jipi.v5i1.18372>.

Prastowo, Andi. *Panduan Kreatif Membuat Bahan Ajar Inovatif*

Menciptakan Metode Pembelajaran Yang Menarik Dan Menyenangkan. Edited by 8. Yogyakarta: Diva Press, 2015.

- Pratama, Riyo Arie, and Antomi Saregar. "Pengembangan Lembar Kerja Peserta Didik (LKPD) Berbasis Scaffolding Untuk Melatih Pemahaman Konsep." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 2, no. 1 (2019): 84–97. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v2i1.3975>.
- Pratiwi, Dian, and Arniza Fitri. "Analisis Potensial Penjalaran Gelombang Tsunami Di Pesisir Barat Lampung, Indonesia." *Jurnal Teknik Sipil ITP* 8, no. 1 (2021): 5. <https://doi.org/10.21063/jts.2021.v801.05>.
- Purnama, A Y, H Hidayati, and ... "Uji Kelayakan E-Modul Fisika Berbasis Mitigasi Bencana Gempabumi." *Jurnal ...* 4, no. September (2021): 129–39. <http://www.ejournal.kahuripan.ac.id/index.php/koulutus/article/view/620>.
- Puspitasari, Anggraini Diah. "Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak Dan Modul Elektronik Pada Siswa SMA." *Jurnal Pendidikan Fisika* 7, no. 1 (2019): 17–25. <https://doi.org/https://doi.org/10.24252/jpf.v7i1.7155>.
- Riantini, M., W. A. Zakaria, I. Listiana, P. N. Ulfa, A. Mutolib, and R. A.D. Widyastuti. "Impact of the Sunda Strait Tsunami on Fish Production and Environment in South Lampung Regency, Lampung." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 739, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/739/1/012021>.
- Roemaf, Siti Rahmatul Aslamiah. "Analisa Sesar Aktif Menggunakan Metode Focal Mechanism (Studi Kasus Data Gempa Sepanjang Cincin Api Zona Selatan Wilayah Jawa Barat Pada Tahun (1999-2009))." *Jurnal Neutrino* 5, no. 2 (2013): 80–86. <https://doi.org/https://doi.org/10.18860/neu.v0i0.2435>.
- Rusilowati, A, and A Binadja. "Mitigasi Bencana Alam Berbasis Pembelajaran Bervisi Science Environment Technology and Society." *Jurnal Pendidikan Fisika Indonesia* 8, no. 1 (2012): 51–60.
- Rusmayana, Taufik. *Model Pembelajaran Addie Integrasi Pedati Di Smk Pgri Karisma Bangsa Sebagai Pengganti Praktek Kerja*

Lapangan Dimasa Pandemi Covid-19. Edited by Rudi Hartono. Vol. 21. Bandung: Widina Bhakti Persada Bandung, 2021.

- Sagala, Rumadani, Prasart Nuangchalerm, Antomi Saregar, and R. Ahmad Zaky El Islami. "Environment-Friendly Education as a Solution to against Global Warming: A Case Study at Sekolah Alam Lampung, Indonesia." *Journal for the Education of Gifted Young Scientists* 7, no. 2 (2019): 85–97. <https://doi.org/10.17478/jegys.565454>.
- Saregar, A., G. Giyoto, F. Ariyani, T. I. Pawe, A. Pricilia, and D. Astriawan. "How to Design Physics Posters Learning Media with Islamic Values in Developing Learning Motivation and Student Character?" *Journal of Physics: Conference Series* 1155, no. 1 (2019). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1155/1/012093>.
- Saregar, Antomi, Rumadani Sagala, Audi Thahir, Rofiqul Umam, and Indah Wardani. "The Effectiveness of STEM-Based on Gender Differences: The Impact of Physics Concept Understanding." *European Journal of Educational Research* 8, no. 3 (2019): 753–61. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.8.3.753>.
- Septaria, Kiki, Binar Ayu Dewanti, and Mimid Iza El Afidah. "Development of Module Disaster Mitigation Based on Stem for Secondary Schools." *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA* 5, no. 2 (2020): 61–68. <http://journal.unesa.ac.id/index.php/jppipa>.
- Suci Agustia, Frima, Ahmad Fauzi, Mahasiswa Program, Studi Magister, Pendidikan Fisika, Fmipa Universitas, and Negeri Padang. "Efektivitas E-Modul Fisika Sma Terintegrasi Materi Kebakaran Berbasis Model Problem Based Learning." *Jurnal Penelitian Dan Pembelajaran Fisika* 6, no. 1 (2020): 1–8.
- Sudrajad, Bangkit, and Daniel Napitupulu. "Pengintegrasian Pendidikan Kebencanaan Ke Dalam Mata Pelajaran Fisika Untuk Meningkatkan Kesadaran Dan Kesiapsiagaan Siswa SMA Terhadap Risiko Bencana Alam Di Kota Jayapura." *Jurnal Altifani Penelitian Dan Pengabdian Kepada Masyarakat* 2, no. 6 (2022): 618–26. <https://doi.org/10.25008/altifani.v2i6.307>.
- Sugiyono. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif Dan R&D*. Alfabeta. Bandung, 2013.
- Suliswiyadi. *Metodologi Penelitian Pendidikan (Pendekatan Konsep & Aplikasi)*. Edited by Adi Fadli. Yogyakarta: CV Sigma, 2019.

- Surya, Jaka, Yani Suryani, and Antomi Saregar. "Physics Vlogs Learning V Ideos on Parabolic Motion on Youtube Channels Based on Scientific Approach." *Online Learning in Educational Research* 2, no. 1 (2022): 19–29. <https://www.journal.foundae.com/index.php/oler/index>.
- Suryani, Y., A. R. Ningrum, N. Hidayah, and N. R. Dewi. "The Effectiveness of Blended Learning-Based Scaffolding Strategy Assisted by Google Classroom Toward the Learning Outcomes and Students' Self-Efficacy." *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 1796, no. 1 (2021). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1796/1/012031>.
- Suryani, Y., A. Suyatna, and I. Wahyudi. "Pengembangan Modul Pembelajaran Menggunakan Learning Conteant Development System Materi Gerak Harmonik Sederhana." *Jurnal Pembelajaran Fisika Universitas Lampung* 4, no. 3 (2016): 120759.
- Theophilus Yanuarto, Sridewanto Pinuji, Andri Cipto Utomo, and Ignatius Toto Satrio. *Buku Saku: Tanggap Tangkas Tangguh Menghadapi Bencana (Cetakan Keempat) - BNPB. Badan Nasional Penanggulangan Bencana*, 2019. <https://bnpb.go.id/uploads/24/buku-data-bencana/6-buku-saku-cetakan-4-2019.pdf>.
- Wahyuni, Eko Sri, and Yokhebed Yokhebed. "Deskripsi Media Pembelajaran Yang Digunakan Guru Biologi Sma Negeri Di Kota Pontianak." *Jurnal Pendidikan Informatika Dan Sains* 8, no. 1 (2019): 32. <https://doi.org/10.31571/saintek.v8i1.1105>.
- Wulansari, Evi Wahyu, Sri Kantun, and Pudjo Suharso. "Pengembangan E-Modul Pembelajaran Ekonomi Materi Pasar Modal Untuk Siswa Kelas Xi Ips Man 1 Jember Tahun Ajaran 2016/2017." *JURNAL PENDIDIKAN EKONOMI: Jurnal Ilmiah Ilmu Pendidikan, Ilmu Ekonomi Dan Ilmu Sosial* 12, no. 1 (2018): 1. <https://doi.org/10.19184/jpe.v12i1.6463>.
- Wulung, Shandra Rama Panji, and Cep Ubad Abdullah. "Upaya Mitigasi Pasca Tsunami Di Destinasi Pariwisata." *Media Bina Ilmiah* 14, no. 7 (2020): 2883–94.
- Yonghai, Chu, and Li Jiancheng. "Extraction of Two Tsunamis Signals Generated by Earthquakes Around The Pacific Rim." *Geodesy and Geodynamics* 5, no. 2 (2014): 38–47.

<https://doi.org/10.3724/sp.j.1246.2014.02038>.

Yuberti. *Konsep Materi Fisika Dasar 2*. 2nd ed. Bandar Lampung: Anugrah Utama Raharja (AURA), 2014.

Yuberti dan Antomi Saregar. *Pengantar Metodologi Penelitian Pendidikan Matematika Dan Sains*. Bandar Lampung: AURA, 2020.

Yuberti, Yuberti, Yani Suryani, and Indah Kurniawati. "Four-Tier Diagnostic Test with Certainty of Response Index to Identify Misconception in Physics." *Indonesian Journal of Science and Mathematics Education* 3, no. 2 (2020): 245–53. <https://doi.org/10.24042/ij sme.v3i2.6061>.

Zulharbi, Firdaus, and Yul Antonisfia. "Implementasi Moving Average Filter Pada Mikrokontroler Sebagai Peredam Noise Sensor Piezo Elektrik Untuk Mendeteksi Gelombang Seismik (Gempa Bumi)." *Prosiding Semnastek*, no. PROSIDING SEMNASTEK 2014 (2014): 1–8. <http://jurnal.ftumj.ac.id/index.php/semnastek/article/view/300>.

