

**PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA/MA KELAS XI
DENGAN KEUNGGULAN LOKAL JAWA BARAT PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI**

SKRIPSI

Diajukan untuk Memenuhi Sebagian Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan
dalam Ilmu Pendidikan Fisika



Oleh:
PARIDATUL ILMIAH
NIM: 1708066051

**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO
SEMARANG
2022**

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Paridatul Ilmiah
NIM : 1708066051
Jurusan : Pendidikan Fisika

Menyatakan bahwa skripsi yang berjudul:

PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA/MA KELAS XI DENGAN KEUNGGULAN LOKAL JAWA BARAT PADA MATERI GELOMBANG BUNYI

Secara keseluruhan adalah hasil penelitian / karya saya sendiri, kecuali bagian tertentu yang dirujuk sumbernya.

Semarang,

Pembuat pernyataan,



NIM: 1708066051

PENGESAHAN



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Prof. Dr. Hamka Km.01, Ngaliyan, Semarang 50189
Telp. (024) 7601294 Fax. 7615387
Email: fst@walisongo.ac.id Web: <https://fst.walisongo.ac.id>

PENGESAHAN

Naskah skripsi berikut ini:

Judul : Pengembangan E-Modul Fisika SMA/MA Kelas XI dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelembung Bunyi

Penulis : Paridatul Ilmiah

NIM : 1708066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

Telah ditujikan dalam sidang *ngas akhir* oleh Dewan Penguji Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo dan dapat diterima sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana dalam Ilmu Pendidikan Fisika.

Semarang, Desember 2022

DEWAN PENGUJI

Ketua Sidang / Penguji,

Edi Daenuri Anwar, M.Si.

NIP. 197907262009121002

Sekretaris Sidang / Penguji,

Irman Saif Prastya, M.Sc.

NIP. 199112282019031009

Penguji Utama I,

Qisthi Fariyani, M.Pd.

NIP. 198912162019032017



Penguji Utama II,

Affa Ardhi Saputri, M.Sc.

NIP. 199004102019032018

Nama Pembimbing I,

Edi Daenuri Anwar, M.Si.

NIP. 197907262009121002

Nama Pembimbing II,

Fachrizal Riah Pratama, M.Sc.

NIP. 198906262019031012

NOTA DINAS

Semarang,

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
Di Semarang
Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan,
arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA/MA KELAS XI
DENGAN KEUNGGULAN LOKAL JAWA BARAT PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : **Paridatul Ilmiah**
NIM : 1708066051
Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah Skripsi tersebut sudah dapat
diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk
diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. Wr.Wb

Pembimbing I,



Edi Daenuri Anwar, M.Si

NIP. 19790726 200912 1 002

NOTA DINAS

Semarang,

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Walisongo
Di Semarang
Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Dengan ini diberitahukan bahwa saya telah melakukan bimbingan, arahan dan koreksi naskah skripsi dengan:

Judul : PENGEMBANGAN E-MODUL FISIKA SMA/MA KELAS XI
DENGAN KEUNGGULAN LOKAL JAWA BARAT PADA
MATERI GELOMBANG BUNYI

Nama : **Paridatul Ilmiah**

NIM : 1708066051

Jurusan : Pendidikan Fisika

Saya memandang bahwa naskah Skripsi tersebut sudah dapat diajukan kepada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo untuk diujikan dalam Sidang Munaqosyah.

Wassalamu'alaikum. Wr.Wb

Pembimbing II,



Fachrizal Rian Pratama, M.Si

NIP. 19890626 201903 1 012

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan e-modul fisika dengan keunggulan lokal Jawa Barat. Jenis penelitian ini adalah penelitian dan pengembangan (*research and development*) yang mengacu pada prosedur penelitian dan pengembangan Borg and Gall yang dirangkum menjadi delapan tahap yaitu studi pendahuluan, perencanaan, pengembangan produk, validasi produk, revisi produk, uji skala kecil, revisi produk uji skala kecil, uji keterlaksanaan e-modul. Teknik pengumpulan data untuk mengetahui kelayakan produk dan respons peserta didik terhadap e-modul berupa angket yang menggunakan skala *Likert* dengan empat kategori yaitu Sangat Baik, Baik, Cukup Baik, dan Kurang Baik yang diberikan kepada tiga dosen fisika dan dua guru fisika. Sedangkan untuk mengetahui uji keterlaksanaan e-modul menggunakan soal tes. Hasil validasi produk yang diperoleh dari validator ahli berdasarkan aspek materi, aspek media, dan aspek bahasa dikategorikan “Sangat Baik” dengan presentase keseluruhan aspek adalah 87%. Hasil keseluruhan presentase respons peserta didik adalah 91% dengan kriteria “Sangat Baik”. Dan hasil uji keterlaksanaan e-modul adalah 24 peserta didik lulus KKM, sedangkan 9 peserta didik tidak lulus KKM.

Kata Kunci: R&D, e-modul fisika, gelombang bunyi, keunggulan lokal Jawa Barat

KATA PENGANTAR

Assalamu'alaikum. Wr. Wb.

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan rahmat, taufiq, hidayah, dan inayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada junjungan Nabi Muhammad SAW. dengan selesainya penyusunan skripsi ini, penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. H. Imam Taufiq, M. Ag., selaku rektor UIN Walisongo Semarang.
2. Dr. H. Ismail, M. Ag., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi.
3. Joko Budi Poernomo, M. Pd., selaku Ketua Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi.
4. Edi Daenur Anwar, M, Si. dan Fachrizal Rian Pratama, M. Sc. selaku pembimbing I dan II yang telah memberikan bimbingan dan arahan dengan kesabaran selama penyusunan skripsi.
5. Segenap dosen dan staf Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo atas bantuan dan arahan selama penyusunan skripsi.

6. Affa Ardhi Saputri, M.Pd., Andi Fadlan, S. Si., M. Sc., Hartono, S. Pd., M. Sc., Diah Mahdiyana, S. Pd., dan Nartiyah, S. Pd., selaku validator produk pada skripsi ini.
7. Hanif Antasari, S. Ag., selaku guru agama pondok pesantren Darul Hidayah.
8. Bapak Muhyiddin dan ibu Faridah yang telah menerima saya selama di Semarang.
9. Alm. Asmu'i, Maemunah, dan keluarga besar yang selalu mendukung dan mendoakan saya.
10. Rofi'ah, Aneen, Tuti, Nihaya, Nurul Mitsla, Nurul Itqiyah, Ni'mah, dan Fidella selaku teman saya yang selalu menyemangati.
11. Teman-teman Pendidikan Fisika angkatan 2017 khususnya kelas B.
12. Teman-teman PPL SMK Negeri 7 Semarang dan teman-teman kelompok 37 KKN MIT-DR XI UIN Walisongo Semarang.
13. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan semangat, do'a, dan bantuan sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih memiliki banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Kritik dan saran yang membangun sangat diharapkan skripsi untuk perbaikan dan penyempurnaan penelitian yang telah

dilakukan. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan ridho-NYA. *Aamiin Yaarabbal'alamin.*

Semarang,

Penulis

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'P. Ilmiah', written in a cursive style.

Paridatul Ilmiah

NIM: 1708066051

DAFTAR ISI

PERNYATAAN KEASLIAN.....	i
PENGESAHAN	ii
NOTA DINAS.....	iii
ABSTRAK	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah.....	7
C. Batasan Masalah	8
D. Rumusan Masalah.....	8
E. Tujuan Penelitian	9
F. Manfaat Penelitian.....	9
G. Spesifikasi Produk.....	10

BAB II KAJIAN PUSTAKA

- A. Landasan Teori.....12
- B. Kajian Penelitian yang Relevan.....43
- C. Kerangka Pemikiran Teoritis.....45

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

- A. Model Pengembangan47
- B. Prosedur Pengembangan.....49
- C. Subjek Penelitian.....53
- D. Teknik Pengumpulan Data53
- E. Teknik Analisis Data.....55

BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

- A. Hasil Penelitian61
- B. Pembahasan.....76

BAB V PENUTUP

- A. Kesimpulan.....79
- B. Saran.....80

DAFTAR PUSTAKA 82

LAMPIRAN..... 90

RIWAYAT HIDUP 217

DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
Tabel 3.1	Skala Penilaian E-Modul 4 Kriteria	55
Tabel 3.2	Kategori Penilaian E-Modul	56
Tabel 3.3	Kategori Jawaban	57
Tabel 3.4	Skala Penilaian E-Modul 4 Kriteria	57
Tabel 3.5	Kategori Penilaian E-Modul	59
Tabel 3.6	Kategori Jawaban	59
Tabel 4.1	Analisis Keunggulan Lokal	62
Tabel 4.2	Analisis Validasi oleh Dosen dan Guru Fisika	63
Tabel 4.3	Saran dan Masukan dari Dosen	65
Tabel 4.4	Saran dan Masukan dari Guru Fisika	66
Tabel 4.5	Saran dan Masukan Responden	70

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
Gambar 2.1	Gelombang Longitudinal	26
Gambar 2.2	Skema Kerangka Berpikir	45
Gambar 4.1	Hasil Presentase Penilaian Validator	63
Gambar 4.2	Petunjuk Penggunaan Sebelum Revisi	67
Gambar 4.3	Petunjuk Penggunaan Sesudah Revisi	67
Gambar 4.4	Peta Konsep Sebelum Revisi	68
Gambar 4.5	Peta Konsep Sesudah Revisi	69
Gambar 4.6	Petunjuk Penggunaan Sebelum Revisi	72
Gambar 4.7	Petunjuk Penggunaan Sesudah Revisi	73

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
Lampiran 1	Hasil Instrumen Tanya Jawab	91
Lampiran 2	<i>Surat Penunjukkan Pembimbing</i>	93
Lampiran 3	<i>Surat Izin Riset</i>	94
Lampiran 4	<i>Surat Keterangan Penelitian</i>	95
Lampiran 5	<i>Rubik Validasi Dosen dan Guru</i>	96
Lampiran 6	<i>Validasi Guru Fisika</i>	116
Lampiran 7	<i>Validasi Dosen Fisika</i>	124
Lampiran 8	<i>Data Hasil Validasi Dosen dan Guru Fisika</i>	135
Lampiran 9	<i>Daftar Nama Responden Uji Skala Kecil</i>	137
Lampiran 10	<i>Rubik Angket Respon Peserta Didik</i>	139
Lampiran 11	<i>Data Angket Responden Uji Skala Kecil</i>	144
Lampiran 12	<i>Daftar Nama Responden Uji Skala Besar</i>	145
Lampiran 13	<i>Lembar Pertanyaan Uji Keterlaksanaan</i>	147
Lampiran 14	<i>Data Hasil Uji Keterlaksanaan E-Modul</i>	159

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Fisika merupakan ilmu pengetahuan yang menelaah fenomena-fenomena alam sekitar dan interaksi yang menyertainya (Astuti, 2015). Ilmu fisika juga mencoba mengungkapkan keteraturan di dalam observasi terhadap dunia di sekeliling kita (Giancoli, 2001). Bidang ini sangat bermanfaat sebagai rujukan untuk memecahkan berbagai fenomena alam yang ada pada kehidupan sehari-hari. Peserta didik akan termotivasi dalam mengikuti proses pembelajaran jika pendidik dapat mengaitkan isi pembelajaran dengan sesuatu yang telah diketahui oleh peserta didik (Rosadi, 2016). Kegiatan pembelajaran dengan mengaitkan pengalaman yang dialami peserta didik akan menimbulkan ketertarikan bagi peserta didik. Keunggulan lokal merupakan fenomena di sekeliling kita yang dapat dikaitkan dengan ilmu fisika.

Keunggulan lokal merupakan identitas suatu daerah. Khusna (2018) menjelaskan bahwa kearifan lokal merupakan potensi yang terdapat pada tiap daerah sehingga melahirkan kekhasan dari daerah tersebut dan biasanya diwariskan secara turun temurun, potensi

tersebut berupa hasil karya manusia maupun pola pikir manusia yang mengandung nilai-nilai arif serta bijaksana. Jawa Barat adalah salah satu daerah yang memiliki keunggulan lokal sangat banyak. Keunggulan lokal tersebut ada dalam kebudayaan masyarakat Jawa Barat seperti pada makanan tradisional, tempat bersejarah, tarian tradisional, kesenian tradisional, upacara tradisional, alat musik tradisional, dan lain sebagainya.

Pengenalan keunggulan lokal ini sangat baik untuk diintegrasikan dengan mata pelajaran yang ada di sekolah. Pengintegrasian keunggulan lokal dalam pembelajaran di sekolah sangat bermanfaat untuk mempertahankan nilai-nilai keunggulan lokal ditengah laju arus globalisasi yang sangat cepat. Sebagaimana yang diketahui bahwa globalisasi yang terjadi cenderung mengedepankan keberadaan nilai-nilai yang dimiliki oleh negara maju dan menghiraukan nilai-nilai yang dimiliki negaranya sendiri (Mubah, 2011).

Sularso (2016) mengatakan bahwa pentingnya memberikan pengetahuan mengenai kearifan lokal pada peserta didik di sekolah agar tidak melupakan pengetahuannya terhadap nilai dasar kultural yang dimiliki daerahnya. Pembelajaran mengintegrasikan keunggulan lokal dapat menjaga sensitivitas lingkungan dengan

masyarakat lokal. Selain itu, pembelajaran dengan keunggulan lokal berguna sebagai sarana memperkenalkan budaya suatu daerah ke masyarakat luar.

Integrasi keunggulan lokal dengan mata pelajaran juga sangat berpengaruh terhadap peserta didik dalam upayanya untuk memahami konsep-konsep sains barat yang diajarkan di sekolah (Fajar Haryono, 2007). Kurikulum hendaknya memperhatikan sistem sosial budaya yang berkembang di masyarakat. Begitu juga dengan fisika, perlu adanya upaya mengaitkan muatan sains tradisional agar proses pembelajaran lebih bermakna dan kontekstual.

Hasil wawancara terkait proses pembelajaran di kelas yaitu sebagian besar peserta didik tidak tertarik belajar fisika karena banyaknya rumus yang diberikan dan suasana belajar yang monoton sehingga tidak termotivasi untuk belajar. Pernyataan tersebut menunjukkan bahwa pembelajaran fisika bagi peserta didik terkesan tidak menarik dan sulit untuk dipelajari. Salah satu dampak dari hal tersebut adalah menurunnya nilai ujian akhir mata pelajaran fisika SMAN 1 Dukupuntang dari tahun 2019 sebesar 41,61 menjadi 39,17 pada tahun 2020. Salah satu konsep yang bermasalah bagi peserta didik yaitu pada materi gelombang bunyi. Sesuai dengan hasil akhir ujian

fisika pada tahun 2018/2019 menunjukkan bahwa penguasaan konsep gelombang, bunyi, cahaya, optik dan materi lainnya yang berkaitan dengan gelombang memiliki rata-rata sebesar 47,53 kemudian turun menjadi 38,33 pada tahun 2019/2020.

Upaya yang dapat dilakukan untuk mengatasi masalah tersebut yaitu perlu dilakukan perbaikan terhadap proses pembelajaran fisika sehingga menjadi poses pebelajaran fisika yang menarik dan mudah untuk dipahami. Salah satu upaya tersebut adalah mengaitkan materi fisika dengan keunggulan lokal. Integrasi keunggulan lokal dengan pembelajaran diperkuat oleh salah satu penelitian yang telah dilakukan (Utari, 2016). Hasil penelitiannya menjelaskan bahwa keunggulan lokal menjadi suatu bagian yang sangat penting melihat bahwa sebaiknya kegiatan pembelajaran di kelas dimulai dengan sesuatu yang tidak asing bagi peserta didik atau sering ditemukan di lingkungannya. Berdasarkan hasil observasi yang telah dilakukan, SMAN 1 Dukupuntang merupakan salah satu sekolah yang mendukung adanya upaya pelestarian keunggulan lokal. Hal ini dapat dilihat dengan adanya ekstrakurikuler tari topeng dan dan paduan suara yang mewajibkan peserta didiknya untuk mempelajari lagu-lagu daerah.

Materi Gelombang Bunyi merupakan salah satu materi fisika SMA/MA kelas XI yang dapat dikaitkan dengan budaya lokal masyarakat khususnya di Jawa Barat. Salah satu contoh keunggulan lokal yang berkaitan dengan materi gelombang bunyi adalah angklung. Angklung berasal dari Jawa Barat dan merupakan salah satu alat musik tradisional yang dapat mengeluarkan suara karena adanya benturan. Benturan yang dihasilkan oleh angklung berupa gelombang bunyi yang sistem kerjanya sama seperti sistem kerja bunyi yang dihasilkan pipa organa tertutup (Sriyansyah, 2021).

Selain faktor budaya yang dapat mempengaruhi kemampuan peserta didik dalam memahami konsep-konsep fisika, faktor lainnya yaitu sarana pembelajaran (Sutrisno, 2019). Sarana pembelajaran yang dimaksud adalah bahan ajar yang digunakan masih kurang memadai, padahal penggunaan bahan ajar yang sesuai dapat menambah motivasi belajar peserta didik. Dengan adanya bahan ajar, peserta didik akan lebih terarah proses pembelajarannya karena peserta didik dapat mempelajari terlebih dahulu materi yang ada pada bahan ajar hingga menjadi pembelajar yang aktif (Sajdati, 2014). Sungkono (2003) mengatakan bahwa bahan ajar merupakan sebuah komponen pada kegiatan pembelajaran yang berperan

penting bagi peserta didik untuk mencapai indikator yang telah ditetapkan dalam kompetensi inti dan kompetensi dasar. Salah satu bahan ajar yang dapat digunakan pendidik adalah modul pembelajaran.

Modul pembelajaran memfasilitasi peserta didik agar dapat belajar terlebih dahulu sebelum kegiatan pembelajaran berlangsung. Peserta didik dapat belajar sendiri dengan mudah dan sesuai kemampuannya karena modul dilengkapi dengan petunjuk belajar mandiri. Modul pembelajaran merupakan bahan ajar yang menyajikan materi pembelajaran dan evaluasi yang dibuat secara sistematis dan menarik agar kompetensi yang diharapkan dapat tercapai (Satriawati, 2015). Pada dasarnya modul pembelajaran menjadi sumber belajar yang mudah dipahami.

Perkembangan teknologi yang semakin berkembang menimbulkan kombinasi antara teknologi komputer maupun handphone dengan teknologi cetak dalam kegiatan pembelajaran di sekolah. Modul cetak dapat dimodifikasi penyampaiannya kedalam bentuk media elektronik atau e-modul. Hal ini sangat mendukung peserta didik untuk belajar mandiri. Penggunaan e-modul yang berperan sebagai acuan referensi belajar dalam kegiatan pembelajaran bermanfaat bagi peserta didik dalam

bersikap atau berkembang lebih lanjut, dan dapat merangsang berfikir serta memperluas cakrawala pembelajaran.

Berdasarkan latar belakang yang telah disampaikan, peneliti bermaksud melakukan penelitian dan pengembangan dengan judul “Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi”. Diharapkan e-modul ini dapat digunakan sebagai sumber belajar tambahan selama proses pembelajaran oleh pendidik, dan sebagai referensi belajar mandiri oleh peserta didik. Peserta didik diharapkan dapat lebih mendalami tentang hakikat dari belajar fisika dengan keunggulan lokal yang ada di daerahnya.

B. Identifikasi Masalah

1. Pelajaran fisika dengan integrasi keunggulan lokal Jawa Barat kurang tergal.
2. Kurangnya minat belajar peserta didik terhadap fisika.
3. Pemahaman konsep mengenai materi gelombang bunyi yang rendah berdasarkan hasil ujian akhir mata pelajaran fisika .

4. Belum tersedia sumber belajar fisika dengan integrasi keunggulan lokal Jawa Barat sesuai dengan kurikulum 2013.

C. Batasan Masalah

Pengembangan e-modul pada penelitian ini dibatasi pada kurikulum 2013 untuk kelas XI SMA/MA semester genap pada Kompetensi Dasar (KD) 3.1 dan 4.1. Integrasi dilakukan dengan keunggulan lokal yang ada di Jawa Barat dengan materi gelombang bunyi yakni cepat rambat bunyi, sifat-sifat bunyi, frekuensi bunyi, efek Doppler, sumber bunyi, energi gelombang bunyi, dan pelayangan bunyi.

D. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kelayakan e-modul fisika Kelas XI SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi?
2. Bagaimana respons peserta didik terhadap e-modul fisika Kelas XI SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi?
3. Bagaimana hasil uji keterlaksanaan e-modul fisika Kelas XI SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi?

E. Tujuan Penelitian

1. Mengetahui kelayakan e-modul fisika SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi.
2. Mengetahui respons peserta didik terhadap e-modul fisika SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi.
3. Mengetahui hasil uji keterlaksanaan e-modul fisika Kelas XI SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis

Hasil penelitian dan pengembangan yang diperoleh diharapkan dapat meningkatkan wawasan mengenai pengembangan e-modul fisika SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi.

2. Manfaat Praktis

- a) Bagi Peserta Didik

E-modul yang dihasilkan diharapkan dapat dimanfaatkan oleh peserta didik sebagai referensi belajar mandiri, dapat menuntun peserta didik selama kegiatan belajar fisika, dan sebagai sarana

agar peserta didik dapat dengan mudah memahami fisika khususnya pada materi Gelombang Bunyi yang terintegrasi dengan kearifan lokal di daerahnya.

b) Bagi Pendidik

E-modul yang dihasilkan diharapkan dapat dimanfaatkan pendidik sebagai acuan sumber belajar dalam proses pembelajaran fisika baik di sekolah maupun diluar sekolah.

c) Bagi Peneliti

Peneliti mampu mengembangkan keterampilan dasar dalam membuat sebuah produk yang dapat dimanfaatkan peserta didik sebagai acuan belajar fisika dengan keunggulan lokal Jawa Barat.

d) Bagi Peneliti Lain

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menambah literasi oleh peneliti lain apabila hendak melakukan penelitian yang sejenis namun berbeda materi, dan dapat mengembangkan produk yang diimplementasikan ke sekolah.

G. Spesifikasi Produk

Produk yang dikembangkan pada penelitian dan pengembangan ini yaitu berupa elektronik modul dengan spesifikasi sebagai berikut:

1. Modul yang dikembangkan berupa elektronik modul yang dapat diakses secara *online* melalui link *online.fliphtml5.com/xubah/scjh/#p=4*.
2. E-modul yang dikembangkan ditujukan untuk peserta didik kelas XI SMA/MA
3. Materi yang disajikan dalam e-modul yaitu materi gelombang bunyi dengan integrasi keunggulan lokal Jawa Barat.
4. E-modul disusun berdasarkan kurikulum 2013 revisi.
5. Komponen-komponen yang ada dalam e-modul yaitu sebagai berikut:
 - a) Cover/halaman muka
 - b) Kata pengantar
 - c) Deskripsi e-modul
 - d) Daftar isi
 - e) Glosarium
 - f) Petunjuk penggunaan e-modul
 - g) Peta konsep
 - h) KI, KD dan indicator
 - i) Materi
 - j) Rangkuman materi
 - k) Evaluasi
 - l) Kunci jawaban

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Landasan Teori

1. E-Modul

a. Pengertian E-Modul

Abad ke-21 telah melalui perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi yang semakin maju. Pendidikan berperan penting terhadap perkembangan sumber daya manusia (Ningrum, 2009). Oleh sebab itu, diperlukan penyelarasan terhadap perkembangan ilmu dan teknologi. Penggunaan media pembelajaran di dunia pendidikan dikembangkan dengan memanfaatkan teknologi dalam meningkatkan kompetensi peserta didik.

E-Modul merupakan referensi belajar yang meliputi metode, materi pembelajaran, serta batasan-batasan materi pembelajaran, dirancang sistematis berdasarkan kurikulum tertentu, petunjuk penggunaan, latihan soal, dan evaluasi yang tersaji secara terstruktur dan menggunakan bahasa komunikatif agar tercapainya kompetensi yang diharapkan serta dapat dimanfaatkan oleh peserta

didik sebagai bahan belajar mandiri (Rusilowati, 2013).

b. Karakteristik E-Modul

Karakteristik e-modul mencakup karakteristik modul cetak dengan penambahan hal-hal yang berkaitan dengan penyajian menggunakan elektronik. Dengan adanya karakteristik modul, diharapkan dapat menyusun dan menghasilkan e-modul yang sesuai dengan karakteristik. Modul dikatakan menarik jika memiliki karakteristik yang sesuai dengan Depdiknas (dalam Wardah Syakhayatul, 2018) yaitu sebagai berikut:

1) *Self instructional*

Self instructional adalah bahan ajar yang berguna sebagai acuan belajar mandiri oleh peserta didik. Sebagaimana yang dikemukakan oleh Daryanto bahwa kegunaan modul yang dapat dipelajari secara mandiri merupakan karakteristik dari modul itu sendiri (dalam Rasdian, 2020). Agar e-modul yang dikembangkan sesuai dengan karakteristik *self instructional*, maka terdapat 10 hal yang harus terpenuhi yaitu (Rahdiyanta, 2015):

- a) Modul menyajikan tujuan pembelajaran secara ringkas dan jelas sehingga dapat mencerminkan pencapaian KI dan KD.
- b) Materi pembelajaran dalam modul dibuat menjadi bagian kegiatan yang lebih spesifik sehingga peserta didik lebih mudah mempelajarinya dengan tuntas.
- c) Modul menyajikan contoh soal untuk memperjelas materi yang dipelajari.
- d) Modul menyajikan soal latihan atau evaluasi sehingga peserta didik dapat mengukur pemahaman materi yang sudah dipelajari.
- e) Kontekstual, artinya materi dalam modul dikemas dengan konteks kegiatan yang dikaitkan dengan kehidupan sehari-hari.
- f) Penyajian modul menggunakan bahasa yang komunikatif.
- g) Memuat rangkuman materi.
- h) Memuat instrumen penilaian sehingga peserta didik dapat membuat penilaian sendiri.
- i) Memuat umpan balik sehingga peserta didik dapat mengetahui tingkat pemahaman materi.

- j) Memuat informasi mengenai literasi yang dapat digunakan untuk menunjang materi pembelajaran.

2) *Self contained*

Self contained adalah modul yang menguraikan standar kompetensi dan kompetensi dasar secara utuh sehingga peserta didik dapat mempelajari isi materi secara mandiri. Tujuannya untuk memberikan peluang bagi peserta didik agar belajar dengan tuntas, sehingga materi yang disajikan harus terkemas menjadi satu kesatuan yang utuh (Rasdian, 2020).

3) *Stand alone*

Stand alone yang dimaksud adalah karakteristik modul yang tidak harus digunakan secara bersamaan dengan bahan ajar lainnya.

4) *Adaptif*

Adaptif yang dimaksud adalah modul yang dikembangkan mampu mengadaptasi perkembangan ilmu serta teknologi yang ada, tujuannya yaitu agar modul yang dibuat tidak ketinggalan jaman atau kuno.

5) *User friendly*

User friendly yang dimaksud adalah setiap informasi dan instruksi yang ada pada modul dapat dipahami dengan mudah oleh peserta didik. Sebuah modul harus memenuhi kriteria minimal berisi tentang (Puspitasari, 2019):

- a) Petunjuk penggunaan e-modul.
 - b) Materi e-modul yang harus dipelajari.
 - c) Rangkuman materi.
 - d) Referensi bacaan lain yang dapat dipelajari peserta didik untuk memperluas pengetahuan.
 - e) Latihan soal dan evaluasi agar peserta didik dapat mengetahui keberhasilan dalam menguasai materi.
 - f) Kunci jawaban.
- c. Langkah-Langkah Penyusunan E-Modul

Prosedur dalam penyusunan e-modul adalah sebagai berikut (Sutanto, 2017):

1) Tahap analisis kebutuhan e-modul

Analisis kebutuhan e-modul bertujuan untuk mengupas kompetensi dan tujuan agar jumlah judul dalam e-modul dapat ditentukan sesuai kebutuhan. Hal ini dilakukan agar e-modul dapat mencapai kriteria kompetensi yang telah

direncanakan. Langkah-langkah yang harus dilakukan agar kebutuhan e-modul terpenuhi adalah sebagai berikut:

- a) Tentukan kompetensi yang ada pada garis besar dalam kegiatan pembelajaran.
- b) Analisis ruang lingkup kompetensi tersebut.
- c) Analisis dan tetapkan pengetahuan, keterampilan, dan sikap yang harus dipenuhi.
- d) Tetapkan judul e-modul.
- e) Kegiatan menganalisis kebutuhan e-modul dapat dilakukan terlebih dahulu sebelum mengembangkan e-modul.

2) Tahap desain e-modul

Untuk mendesain e-modul dapat dilaksanakan melalui tahapan berikut:

- a) Menentukan format bahan pembuatan e-modul.

Untuk mengembangkan e-modul sebaiknya memilih kerangka atau struktur yang tidak rumit dan paling sesuai dengan kebutuhan peserta didik.

- b) Mendeskripsikan format e-modul

1. Cover
2. Kata pengantar
3. Daftar isi

4. Petunjuk penggunaan e-modul
5. Peta konsep
6. KI, KD, dan IPK
7. Kegiatan pembelajaran yang berisi mengenai uraian materi pelajaran, eksperimen mengenai materi yang dipelajari, rangkuman, tugas, latihan soal, dan penilaian diri.
8. Evaluasi
9. Kunci jawaban
10. Daftar pustaka
11. Lampiran

3) Uji coba

Uji coba dilaksanakan pada peserta terbatas yang bertujuan untuk melihat keterlaksanaan dan kebermanfaatan e-modul sebagai bahan belajar mandiri sebelum e-modul tersebut digunakan secara umum.

4) Validasi

E-modul dikatakan layak digunakan untuk kegiatan pembelajaran dan sudah sesuai kebutuhan apabila e-modul tersebut sudah tervalidasi. Validasi dapat diartikan sebagai proses perizinan pengesahan terhadap kelayakan

e-modul. Validasi dilakukan oleh validator agar mendapatkan pengakuan.

5) Revisi

Perbaikan atau revisi dilakukan bertujuan untuk menyempurnakan e-modul setelah mendapatkan saran atau masukan dari kegiatan uji coba dan validasi.

d. Fungsi Dan Tujuan E-Modul

Andi Prastowo (Wardah Syakhayatul, 2018) mengemukakan fungsi e-modul adalah sebagai berikut:

- 1) Sebagai sumber belajar mandiri. Maksudnya, e-modul dapat dimanfaatkan peserta didik dalam kegiatan pembelajaran untuk meningkatkan kemampuan peserta didik belajar sendiri.
- 2) Sebagai alat evaluasi. Maksudnya, dengan adanya e-modul tersebut, peserta didik dapat mengukur penguasaan materi yang telah dipelajari setelah mempelajari e-modul.
- 3) Sebagai bahan rujukan peserta didik.

Sedangkan tujuan e-modul menurut Andi Prastowo (Wardah Syakhayatul, 2018) adalah sebagai berikut:

- a) Memperjelas uraian materi dan menyederhanakan penyajian materi
- b) Keterbatasan waktu dapat teratasi.
- c) Kegiatan belajar lebih efektif, seperti:
 - 1. Meningkatkan motivasi peserta didik dalam belajar.
 - 2. Peserta didik mampu berinteraksi dengan e-modul dan lingkungannya.
 - 3. Peserta didik dapat belajar secaramandiri sesuai kemampuannya.
 - 4. Peserta didik mampu mengevaluasi hasil belajarnya.
- e. Keunggulan dan Kelemahan E-Modul

Mulyasa (dalam Maryani & Ahmad, 2010) mengatakan bahwa pembelajaran menggunakan modul memiliki keunggulan dan kelemahan atau keterbatasan. Keunggulan dan kelemahan menjadi pertimbangan bagi pendidik untuk menggunakan e-modul pembelajaran. Adapaun keunggulan dan kelemahan e-modul adalah sebagai berikut.

1) Keunggulan e-modul

- a) Meningkatkan motivasi belajar, karena kegiatan evaluasi yang ada dalam modul sudah

dibatasi sehingga peserta didik dapat mengerjakannya.

- b) Setelah melaksanakan kegiatan evaluasi, pendidik maupun peserta didik dapat mengetahui bagian materi e-modul yang sudah paham maupun belum paham.
- c) Penyajian e-modul dapat dilakukan menjadi dinamis dan interaktif.

2) Kelemahan e-modul

- a) Pembuatan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan modul cetak.
- b) Peserta didik kurang memiliki disiplin belajar yang tinggi khususnya pada peserta didik yang kurang matang.
- c) Fasilitator membutuhkan ketekunan yang maksimal dalam memantau kegiatan belajar peserta didik seperti memberi motivasi belajar dan menerima tiap individu yang ingin berkonsultasi.

2. Keunggulan Lokal

a. Pengertian Keunggulan Lokal

Keunggulan lokal atau kearifan lokal menurut Jamal Ma'ruf (dalam Hermanto, 2017) adalah segala sesuatu yang menjadi ciri khas suatu daerah yang

meliputi aspek ekonomi, teknologi informasi, budaya, komunikasi, dan sebagainya. Keunggulan lokal juga merupakan suatu ide atau hasil pemikiran masyarakat setempat (lokal) yang mengandung nilai arif dan bijaksan yang diikuti serta ditanamkan oleh anggota masyarakat lainnya (Kaimuddin, 2019). Karena keunggulan lokal sudah terlahir dari dulu sehingga menjadi nilai khas atau identitas masyarakat di suatu daerah. Identitas tersebut dapat membangun peradaban masyarakat serta mengangkat harkat dan martabat masyarakat tersebut.

Definisi keunggulan lokal atau kearifan lokal tertuang dalam Undang-Undang RI Nomor 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. UU ini menafsirkan bahwa keunggulan lokal dapat melindungi maupun mengelola lingkungan alam secara alami karena keunggulan lokal yang ditanamkan memiliki nilai-nilai luhur sebagai pedoman hidup masyarakat. Penafsiran tersebut juga didukung oleh Nurahmi (2017) yang menjelaskan fungsi keunggulan lokal sebagai nilai-nilai budaya lokal yang memiliki sifat arif dan bijaksana untuk mengatur tatanan

kehidupan masyarakat. Dapat disimpulkan bahwa keunggulan lokal mengatur dan mengelola kehidupan masyarakat disuatu daerah yang berhubungan dengan lingkungan sosial maupun lingkungan alam.

Keunggulan lokal menciptakan budaya masyarakat setempat yang unggul sehingga menghasilkan sebuah produk masa lalu yang secara terus menerus menjadi pedoman hidup. Robert (Wati, dkk. 2016) mengemukakan bahwa leluhur mewariskan tradisi kebudayaan yang mengandung keunggulan lokal dan dapat dimanfaatkan sebagai pemberdayaan masyarakat di suatu daerah. Koentjaraningrat (Musanna, 2011) menjelaskan bahwa kebudayaan terbagi ke dalam tiga wujud, yakni sebagai ide atau gagasan, sebagai hasil karya manusia, dan sebagai aktivitas dari masyarakat. Berdasarkan pendapat tersebut, keunggulan lokal merupakan pandangan masyarakat yang dipegang teguh kebenarannya sehingga menjadi acuan untuk beraktivitas sehari-hari yang berlangsung secara terus menerus agar dapat beradaptasi dengan lingkungannya.

b. Integrasi Keunggulan Lokal dalam Pembelajaran

Jhon Naisbit merupakan seseorang yang pertama kali mengungkapkan gagasan mengenai pembelajaran yang diintegrasikan dengan keunggulan lokal atau kearifan lokal kemudian sebagian pakar sosial merespon dan mulai mengembangkan gagasan tersebut dengan berpikir lebih global serta bertindak lokal (Kaimuddin, 2019). Maksud berpikir global dan bertindak lokal yaitu ketika seseorang berada disuatu tempat, maka ia dapat belajar dari pengalaman maupun pengetahuan apapun yang ada di daerah tersebut tanpa memandang suku untuk mengimplementasikannya menjadi sebuah tindakan. Dengan berpikir global maka akan cepat tanggap mengenali masalah dan memecahkannya.

Penerapan pembelajaran keunggulan lokal di sekolah tidak muncul begitu saja, namun harus berlandaskan acuan tertentu. Acuan tersebut berupa pembelajaran yang dapat memenuhi aspek tujuan pendidikan berbasis keunggulan lokal. Pendidikan merupakan bagian dasar yang memengaruhi berubahnya tingkah laku yang terjadi baik didalam maupun diluar kelas. Pembelajaran berbasis

keunggulan lokal merupakan penggalan potensi yang dilakukan secara sadar dan terencana yang terdapat di suatu daerah demi mewujudkan suasana belajar baru. Hal ini sangat berguna untuk meningkatkan potensi yang dimiliki peserta didik, memperluas pengetahuan dan sikap sebagai upaya melestarikan keunggulan lokal. Implementasi kegiatan pendidikan dalam melestarikan budaya lokal dapat dilakukan dengan mengintegrasikan keunggulan lokal melalui penelitian dan pengembangan bahan ajar seperti modul, pengembangan model pembelajaran, pengembangan materi pembelajaran, pengembangan soal, dan lain sebagainya (Pamungkas, dkk. 2017)

Pembelajaran berbasis keunggulan lokal dapat dirancang sedemikian rupa pada mata pelajaran di sekolah. Agar mata pelajaran yang diintegrasikan dengan keunggulan lokal menjadi harmonis maka dalam pemetaannya harus dilakukan dengan sangat cermat. Pendidik dituntut untuk kreatif dalam mengembangkan perangkat pembelajaran agar dapat memuat keunggulan lokal pada mata pelajaran yang diampunya (Novitasari, dkk. 2017). Oleh sebab itu, seorang pendidik diharuskan mampu memilih

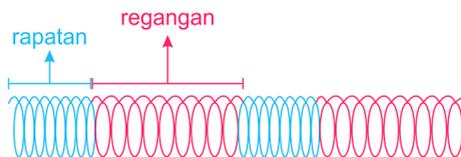
perangkat pembelajaran dan menyesuaikannya dengan kondisi tersebut.

3. Gelombang Bunyi

Bunyi merupakan sesuatu yang dapat ditangkap serta terdengar oleh telinga, baik hewan dan atau manusia. Bunyi berasal dari sumber bunyi yang bergetar dan merambat. Sumber bunyi yang bergetar akan menghasilkan gelombang bunyi yang dapat merambat ke berbagai arah melalui perantara berupa padat, cair, atau gas (Halliday, 2010). Telinga akan bergetar karena gelombang bunyi tersebut sehingga sampai terdengar oleh telinga. Getaran tersebut diterjemahkan oleh otak menjadi bunyi.

Gelombang bunyi merupakan salah satu contoh dari gelombang mekanik. Gelombang mekanik adalah gelombang yang memerlukan medium atau perantara dalam perambatannya. Bentuk gelombang bunyi pada gelombang mekanik adalah gelombang longitudinal. Gelombang longitudinal terjadi karena arah getar dan arah rambatannya sejajar (Halliday, 2010). Gelombang longitudinal terdiri dari partikel-partikel berosilasi searah dengan gerak gelombang dan membentuk daerah bertekanan tinggi atau rendah (rapatan dan

regangan) seperti pada Gambar 2.1 (Joko Budiyanto, 2008).



Gambar 2.1 Gelombang Longitudinal

Gelombang bertekanan tinggi terjadi apabila partikel saling berdekatan, sedangkan gelombang bertekanan rendah terjadi apabila partikel tersebut meregang. Kedua jenis gelombang ini akan menyebar dari sumber bunyi dan bergerak secara bergantian pada medium. Penyebab telinga manusia mampu menangkap dan mendengar bunyi karena bergantung pada amplitudo, frekuensi, dan bentuk gelombang bunyi.

a. Frekuensi dan Amplitudo

Frekuensi dapat didefinisikan sebagai banyaknya getaran tiap satu detik. Benda yang menghasilkan banyak jumlah getaran maka bunyi yang dihasilkan akan semakin bernada. Dilihat dari frekuensinya, bunyi terbagi ke dalam dua bagian, yakni bunyi dengan frekuensi tidak teratur dan bunyi dengan frekuensi teratur. Bunyi dengan frekuensi tidak teratur adalah *noise* atau desah, sedangkan

bunyi dengan frekuensi teratur adalah nada (Suharyanto, 2009).

Frekuensi dapat memengaruhi tinggi rendah suatu nada atau suara. Apabila frekuensi diperbesar maka nada yang dihasilkan akan semakin tinggi, dan sebaliknya apabila frekuensi diperkecil maka nada yang dihasilkan akan semakin rendah. Frekuensi yang dapat diterima oleh telinga manusia sekitar 20 Hz sampai 20.000 Hz atau disebut juga dengan audiosonik. Sedangkan bunyi yang menghasilkan frekuensi diatas 20.000 Hz dinamakan ultrasonik, dan bunyi yang menghasilkan frekuensi dibawah 20 Hz disebut infrasonik.

Amplitudo sangat berkaitan dengan kuat maupun lemahnya sebuah nada. Gelombang bunyi yang menghasilkan amplitudo semakin besar maka bunyi yang dihasilkan juga semakin keras, dan bunyi akan semakin melemah apabila amplitudo yang dihasilkan semakin kecil.

b. Sifat-Sifat Gelombang Bunyi

Sifat-sifat yang dimiliki gelombang bunyi samahalnya dengan gelombang mekanik pada umumnya.

1) Pemantulan gelombang bunyi (refleksi)

Ketika suatu bunyi merambat melalui mediumnya, maka bunyi akan memantul jika mengenai permukaan medium yang keras. Pemantulan gelombang bunyi atau refleksi akan dirasakan oleh kita ketika terjadi gaung dan gema. Bunyi yang terdengar sama seakan ada yang sedang meniru suara tersebut dinamakan gaung dan gema. Perbedaannya adalah gema hanya terjadi di ruangan yang luas, maka menghasilkan pemantulan yang cukup lama dan terdapat selang waktu antara bunyi yang dipantulkan dengan bunyi yang asli. Sedangkan apabila bunyi terjadi di ruangan yang sempit disebut gaung (Sri dan Ari, 2009). Karena ruangan tersebut sempit maka bunyi pantul tidak akan mempunyai waktu yang cukup untuk merambat, sehingga bunyi yang dipantulkan akan terdengar bersamaan dengan bunyi yang asli.

2) Pembiasan gelombang bunyi (refraksi)

Refraksi terjadi ketika ada bunyi yang melewati air dan udara, sehingga bunyi akan dibelokkan atau dibiaskan (Sri dan Ari, 2009). Sesuai dengan hukumnya, gelombang akan

dibiaskan mendekati garis normal maupun sebaliknya karena gelombang datang dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat. Gelombang bunyi mengalami pembiasan, contohnya yaitu suara atau bunyi yang jaraknya cukup jauh akan kita dengar lebih jelas pada siang hari dari pada malam hari. Hal ini dikarenakan gelombang bunyi yang datang secara horizontal pada siang hari akan dibelokkan arah rambatannya keatas dari sumber bunyi ke pendengar, sedangkan arah rambat bunyi akan melengkung ke bawah pada malam hari. Penyebab lainnya adalah suhu udara dipermukaan bumi pada siang hari lebih tinggi dari bagian atasnya yang mengakibatkan lapisan udara bagian atas akan lebih rapat dibandingkan bagian bawah (Sri dan Ari, 2009).

3) Difraksi gelombang bunyi

Difraksi disebut juga pelenturan gelombang bunyi berlaku apabila terdapat gelombang yang melewati sebuah celah yang mengakibatkan panjang gelombang seorde dengan celah tersebut (Sri dan Ari, 2009). Karena panjang gelombang bunyi yang ada di udara sekitar jaraknya hanya

beberapa sentimeter hingga meter, maka gelombang bunyi akan dengan mudah mengalami difraksi.

4) Interferensi gelombang bunyi

Apabila terdapat dua bunyi yang harmonis terdengar oleh telinga kita maka akan mengakibatkan interferensi bunyi. Interferensi bunyi atau disebut juga dengan perpaduan gelombang bunyi merupakan perpaduan antara dua buah bunyi yang saling padu (Sri dan Ari, 2009). Interferensi dari dua gelombang akan memengaruhi kuat atau lemahnya bunyi. Dua gelombang bunyi akan menghasilkan bunyi yang kuat apabila terjadi interferensi konstruktif atau kedua bunyi tersebut saling menguatkan (Sri dan Ari, 2009). Namun apabila yang dihasilkan adalah bunyi yang lemah, maka terjadi interferensi destruktif dimana dua gelombang tersebut saling melemah.

5) Pelayangan gelombang bunyi

Pelayangan gelombang bunyi adalah gejala yang mengaplikasikan prinsip interferensi gelombang. Amplitudo gelombang bunyi akan memengaruhi kuat dan lemahnya bunyi yang akan

kita dengar. Demikian juga dengan pelayangan gelombang bunyi, dimana amplitudo gelombang bunyi yang berinterferensi memengaruhi kuat dan lemahnya bunyi (Halliday, D. 1984).

c. Cepat Rambat Bunyi dalam Medium

Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang terjadi karena adanya getaran yang merambat. Bunyi yang merambat dapat ditransmisikan oleh material lain seperti air sebagai mediumnya atau perantaranya. Bunyi memiliki cepat rambat yang bergantung pada medium yang dilaluinya. Cepat rambat bunyi melalui tiga perantara yaitu pada gas, zat cair, dan zat padat (Budi, 2013).

1) Cepat rambat bunyi dalam gas

Cepat rambat bunyi pada gas bergantung pada suhu dan jenis gas, seperti yang pada Persamaan 2.1 berikut ini (Joko Budiyanto, 2008).

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}} \quad (2.1)$$

dengan

v = cepat rambat bunyi (m/s)

γ = konstanta Laplace

R = konstanta gas umum (J/molK)

T = suhu gas (K)

M = massa molekul relatif

2) Cepat rambat bunyi dalam zat cair

Cepat rambat bunyi pada zat cair bergantung pada modulus Bulk dan massa jenis zat cair tersebut, sebagaimana pada Persamaan 2.2 (Joko Budiyanto, 2008).

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} \quad (2.2)$$

dengan

v = cepat rambat bunyi (m/s)

B = modulus Bulk (N/m^2)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

3) Cepat rambat bunyi dalam zat padat

Cepat rambat bunyi pada zat padat bergantung pada modulus Young dan massa jenis zat padat tersebut, sebagaimana yang terlihat pada Persamaan 2.3 (Joko Budiyanto, 2008).

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}} \quad (2.3)$$

dengan

v = cepat rambat bunyi (m/s)

E = modulus Young (N/m^2)

ρ = massa jenis zat cair (kg/m^3)

d. Efek Doppler

Efek doppler merupakan peristiwa pergeseran frekuensi bunyi (Halliday, 1984). Bunyi akan terdengar semakin tinggi apabila terdapat sumber bunyi dan pendengar yang saling mendekati, dan sebaliknya apabila keduanya saling menjauhi maka bunyi yang terdengar akan semakin rendah dibandingkan apabila sumber bunyi dan pendengar yang hanya diam ditempat masing-masing (Jewett, dkk. 1999). Sehingga didapatkan Persamaan 2.4 berikut ini (Joko Budiyanto, 2008).

$$\frac{f_p}{v+v_p} = \frac{f_s}{v+v_s} \quad (2.4)$$

dengan:

f_p = frekuensi bunyi pendengar (Hz)

f_s = frekuensi dari sumber bunyi (Hz)

v = cepat rambat bunyi di udara (m/s)

v_p = kecepatan pendengar (m/s)

v_s = kecepatan sumber bunyi (m/s)

Persamaan 2.4 tersebut mempunyai ketentuan dimana apabila sumber bunyi menjauhi pendengar atau pendengar mendekati sumber bunyi, maka pergerakan tersebut akan bernilai positif. Sedangkan

apabila sumber bunyi mendekati pendengar atau pendengar menjauhi sumber bunyi, maka pergerakan tersebut bernilai negatif. Perubahan suhu di udara tidak memengaruhi cepat rambat gelombang bunyi di udara atau dapat dikatakan tetap.

e. Sumber Bunyi

Sumber bunyi merupakan benda yang bergetar. Biola dan gitar merupakan alat musik yang menggunakan dawai (senar) sebagai alat getarnya. Ketika senar pada gitar dipetik maka akan menghasilkan pola gelombang bunyi yang berubah-ubah dan bunyi akan terdengar dengan nada tertentu. Satu senar dapat menghasilkan berbagai pola getaran atau frekuensi. Sumber bunyi seperti senar yang digetarkan akan menggetarkan udara disekelilingnya sehingga udara akan menerjemahkan getaran tersebut ke dalam gelombang longitudinal (Soedoyo, 2004).

1) Senar sebagai sumber bunyi

Senar atau dawai pada umumnya digunakan untuk alat musik sebagai sumber bunyi. Gitar merupakan salah satu alat musik yang menggunakan senar sebagai alat getarnya. Ketika senar gitar dipetik maka akan menghasilkan

berbagai pola getaran atau frekuensi tiap senarnya. Getaran yang dihasilkan oleh senar gitar adalah gelombang stasioner pada dawai ujung terikat (Giancoli, 1999).

Sumber bunyi yang menghasilkan nada terendah disebut nada dasar atau harmonik pertama. Sedangkan sumber bunyi yang menghasilkan nada tertinggi secara berturut-turut disebut nada atas yang terdiri dari harmonik kedua atau nada atas pertama, harmonik ketiga atau nada atas kedua, dan seterusnya. Frekuensi-frekuensi yang dihasilkan dinamakan frekuensi resonansi atau frekuensi alami (Joko Budiyanto, 2008).

$$f_0 : f_1 : f_2 \dots = 1 : 2 : 3 \dots \quad (2.5)$$

Kecepatan gelombang transversal pada dawai atau senar adalah $v = \sqrt{\frac{F}{\mu}}$ maka frekuensi dasar dapat dihitung dengan Persamaan 2.6 (Joko Budiyanto, 2008).

$$f_0 = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Fl}{m}} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{F}{\rho A}} \quad (2.6)$$

dengan:

v = cepat rambat bunyi pada senar (m/s)

F = tegangan senar (N)

μ = massa senar per satuan panjang (kg/m)

m = massa senar (kg)

l = panjang senar (m)

2) Pipa organa sebagai sumber bunyi

Jika biola dan gitar dapat menghasilkan bunyi karena adanya senar atau dawai sebagai alat getarnya, maka pipa organa dapat menghasilkan bunyi menggunakan kolom udara yang bergetar untuk menghasilkan bunyi. Pipa organa terbagi menjadi dua macam, yakni pipa organa terbuka (kedua ujung terbuka) dan pipa organa tertutup (salah satu ujungnya terbuka) (Giancoli, 1999).

a) Pipa organa terbuka

Pipa organa terbuka adalah sebuah alat tiup berbentuk tabung sebagai sumber getarnya. Pipa organa terbuka memiliki pola gelombang yang berbeda dengan senar dimana kedua ujungnya selalu membentuk simpul, sedangkan pada pipa organa memiliki kedua ujung yang selalu membentuk perut gelombang. Pipa organa terbuka memiliki interaksi antara panjang l terhadap panjang gelombang l yang sama dengan senar. Sehingga

gelombang pada pipa organa terbuka menghasilkan perbandingan frekuensi seperti pada persamaan 2.7 (Joko Budiyanto, 2008).

$$f_0: f_1: f_2: f_3 \dots = 1: 2: 3: 4 \dots \quad (2.7)$$

Berdasarkan paparan diatas maka diperoleh persamaan gelombang yang berlaku untuk pipa organa terbuka (Joko Budiyanto, 2008):

$$\begin{aligned} \sum s &= (n + 1), \sum p = (n + 2), \\ \text{dan } \sum p &= \sum s + 1 \end{aligned} \quad (2.8)$$

$$l = (n + 1) \frac{1}{2} \lambda \quad (2.9)$$

$$f_n = (n + 1) f_0 \quad (2.10)$$

Dengan s adalah simpul, p adalah perut, dan $n = 1, 2, 3, \dots$ secara beruntun yang menyatakan notasi untuk nada dasar, nada atas pertama, dan seterusnya.

b) Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup adalah alat tiup atau kolom udara berbentuk tabung dimana salah satu ujungnya tertutup dan ujung lain terbuka. Pipa organa tertutup mempunyai perbandingan frekuensi sebagaimana tertuang pada Persamaan 2.11 (Joko Budiyanto, 2008).

$$f_0: f_1: f_2: \dots = 1, 3, 5, \dots \quad (2.11)$$

Uraian diatas memperoleh pola gelombang yang berlaku pada pipa organa tertutup sebagaimana hubungan persamaan berikut (Joko Budiyanto, 2008).

$$\sum s = \sum p = (n + 1) \quad (2.11)$$

$$l = (2n + 1) \frac{1}{4} \lambda_n \quad (2.12)$$

$$f_n = (2n + 1) f_0 \quad (2.13)$$

Dengan, s adalah simpul p adalah perut, dan $n = 0, 1, 2, \dots$ secara beruntun untuk menyatakan notasi nada dasar, nada atas pertama dan seterusnya.

f. Energi Gelombang Bunyi

Gelombang dapat merambatkan sebuah energi, maksudnya gelombang juga mempunyai energi. Begitu juga dengan gelombang bunyi. Karena bunyi adalah salah satu gelombang longitudinal, maka gelombang bunyi memiliki energi yang dapat ditentukan dari energi potensial maksimum getaran. Apabila gelombang bunyi melewati gas atau udara, maka akan diperoleh energi total pada setiap partikel dari partikel-partikel gas yang bergetar sebagaimana dalam Persamaan 2.14 (Joko Budiyanto, 2008).

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2 \quad (2.14)$$

dengan

E = energi gelombang (J)

k = konstanta (N/m)

A = amplitudo (m)

ω = frekuensi sudut (rad/s)

f = frekuensi (Hz)

Persamaan 2.14 menunjukkan bahwa gelombang memindahkan energi yang nilainya berbanding lurus dengan kuadrat amplitudo dan kuadrat frekuensinya.

1) Intensitas gelombang bunyi

Gelombang bunyi pada dasarnya merupakan energi yang merambat dimana muka gelombangnya membentuk bola, penyebabnya bermula dari sumber bunyi yang merambat ke berbagai arah. Intensitas gelombang bunyi adalah daya yang dipindahkan melalui luasan satuan perantara tiap sekon, atau energi gelombang bunyi yang merambat menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap sekon. Sebagaimana tertuang dalam Persamaan 2.15 (Joko Budiyanto, 2008).

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{r} = \frac{P}{4\pi^2} \quad (2.15)$$

dengan

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

P = daya gelombang (W)

A = luas permukaan yang ditembus gelombang bunyi (m^2)

Persamaan 2.15 menunjukkan bahwa intensitas gelombang bunyi suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik tersebut ke sumbernya (Joko Budiyanto, 2008).

$$I = \frac{1}{r^2} \quad (2.16)$$

dengan

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

r = jarak tempat dari sumber bunyi

Persamaan 2.16 menunjukkan bahwa semakin jauh suatu titik dari sumbernya maka intensitas gelombang bunyi semakin kecil.

2) Taraf intensitas bunyi

Intensitas ambang pendengaran telinga manusia merupakan gelombang bunyi terkecil yang dapat didengar sekitar $10^{-2} W/m^2$ (Joko Budiyanto, 2008). Sedangkan telinga manusia dapat mendengar dan tidak menimbulkan rasa sakit pada intensitas gelombang bunyi terbesar

yang dinamakan intensitas ambang perasaan sekitar 1 W/m^2 yang disebut.

Taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan dari intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Sebagaimana yang tertuang dalam Persamaan 2.17 (Joko Budiyo, 2008).

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad (2.17)$$

dengan

TI = taraf intensitas bunyi (dB)

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

I_0 = intensitas ambang pendengaran

Jika terdapat sumber bunyi yang lebih dari satu maka taraf intensitas totalnya adalah sebagaimana Persamaan 2.18 (Joko Budiyo, 2008).

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n \quad (2.18)$$

dengan

TI_n = taraf intensitas dari sumber bunyi
sebanyak n (dB)

n = banyaknya sumber bunyi

TI_1 = taraf intensitas dari 1 sumber bunyi (dB)

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian ini salah satunya penelitian dari Endah Kartika (2018). Penelitian tersebut mengembangkan modul fisika yang terintegrasi dengan budaya gamelan sebagai sumber belajar mandiri peserta didik pada materi Gelombang Bunyi. Berdasarkan analisis diperoleh hasil bahwa kualitas modul memperoleh kriteria sangat baik menurut ahli materi, ahli grafika, dan guru fisika dengan rerata skor 3.49, 3.39, dan 3.92. Sedangkan respon peserta didik pada uji coba terbatas dan uji coba luas memperoleh nilai yang sama, yakni sebesar 0,91 dengan kriteria Setuju (S). Persamaan penelitian yang dilakukan Kartika dengan penelitian ini terletak pada aspek yang diukur yaitu produk yang dihasilkan sebagai referensi belajar mandiri peserta didik. Perbedaan penelitian (Endah Kartika. 2018.) dengan penelitian ini terletak pada instrumen yang digunakan yaitu modul, sedangkan penelitian ini menggunakan e-modul terintegrasi kearifan lokal Jawa Barat.

Penelitian lainnya yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Ahmad Fahmi Sidik (2018). Penelitian tersebut mengembangkan bahan ajar fisika SMA/MA kelas X berbasis kearifan lokal.

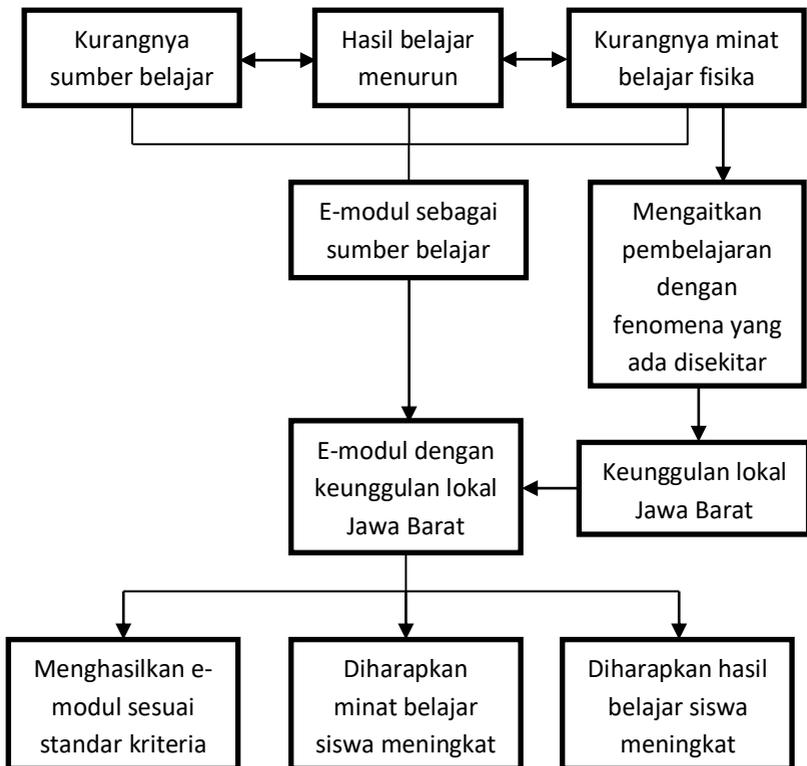
Berdasarkan analisis yang diperoleh dari hasil rerata penilaian ahli materi, ahli media, dan guru fisika adalah 80,25%, sehingga bahan ajar yang dikembangkan dikategorikan sangat baik dan layak digunakan. Persamaan penelitian tersebut dengan penelitian ini yaitu mengembangkan bahan ajar berbasis kearifan lokal. Sedangkan perbedaan penelitian Ahmad Fahmi Sidik dengan penelitian ini yaitu materi yang digunakan serta instrumen yang digunakan pada penelitian ini berupa modul.

Penelitian selanjutnya yang berkaitan dengan penelitian ini adalah penelitian yang dilakukan oleh Arina Muallifah (2010). Penelitian tersebut mengembangkan e-modul IPA berbasis kearifan lokal. Berdasarkan analisis yang diperoleh menghasilkan e-modul yang mendapatkan respon oleh ahli materi positif (Ya) pada 10 indikator dengan persentase 100% yang tergolong kriteria sangat layak. Persamaan penelitian Arina Muallifah dengan penelitian ini yaitu instrumen yang digunakan berupa e-modul. Sedangkan perbedaannya yaitu penggunaan materi pada penelitian ini adalah Gelombang Bunyi untuk SMA.

Secara keseluruhan persamaan antara penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu sumber belajar yang digunakan berkaitan dengan keunggulan lokal

atau kearifan lokal. Sedangkan perbedaan penelitian ini dengan penelitian-penelitian sebelumnya yaitu materi yang digunakan pada penelitian ini adalah Gelombang Bunyi yang diintegrasikan dengan kearifan lokal Jawa Barat.

C. Kerangka Pemikiran Teoritis



Gambar 2.2 Skema Kerangka Berfikir

Hasil belajar pada mata pelajaran fisika menurun karena kurangnya minat belajar fisika. Keunggulan lokal yang ada disekitar peserta didik khususnya di Jawa Barat dapat diaplikasikan ke dalam materi pembelajaran dalam bentuk elektronik modul. Salah satu materi pembelajaran yang dapat diintegrasikan dengan keunggulan lokal Jawa Barat yaitu materi fisika mengenai gelombang bunyi. Melalui sumber belajar berupa e-modul tersebut peserta didik diharapkan dapat meningkatkan pemahamannya karena materi yang disajikan dikaitkan dengan fenomena yang ada di sekitar peserta didik sehingga pembelajaran akan lebih bermakna bagi peserta didik. E-modul yang dikembangkan juga diharapkan dapat menambah pengetahuan peserta terkait keunggulan lokal yang diintegrasikan ke dalam materi yang disampaikan e-modul.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Model Pengembangan

Metode penelitian yang digunakan pada penelitian ini yaitu metode penelitian dan pengembangan (*Research and Development*). *Research and Development* (R&D) merupakan metode penelitian yang bertujuan untuk menghasilkan sebuah produk dan menguji efektifitas dari produk tersebut (Sugiyono, 2017). *Research and Development* (R&D) juga dapat dikatakan sebagai metode penelitian yang bertujuan untuk meneliti dan memenuhi kebutuhan pengguna sehingga produk perlu dikembangkan (Ditama & Saputra, 2015). Produk yang dapat dikembangkan dalam penelitian dan pengembangan pada bidang pendidikan meliputi bahan ajar, modul pembelajaran, alat evaluasi, perangkat pembelajaran, model pembelajaran, buku, bahkan kurikulum (Wijayanti & Sungkono, 2017). Tujuan penelitian dan pengembangan yaitu mengembangkan sebuah produk yang sudah ada kemudian menyempurnakannya. Pada penelitian ini, peneliti mengembangkan e-modul fisika kelas XI SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi.

Menurut Yasa (2012), terdapat 10 langkah yang perlu dilalui pada metode R & D yang dikembangkan oleh Borg and Gall, yaitu sebagai berikut:

- 1) *Research and information collecting* (penelitian dan pengumpulan data), langkah ini digunakan untuk mengumpulkan informasi atau mencari literatur mengenai materi gelombang bunyi dengan integrasi kearifan lokal Jawa Barat.
- 2) *Planning* (perencanaan), langkah ini digunakan untuk menentukan rancangan produk.
- 3) *Develop preliminary form of product* (pengembangan produk), langkah ini dimulai dengan merancang bentuk awal produk.
- 4) *Preliminary field testing* (uji coba lapangan awal), langkah ini digunakan untuk menguji produk pertama yang sudah siap dengan melibatkan validator.
- 5) *Main product revision* (revisi hasil uji coba), revisi hasil uji coba produk pertama dilakukan untuk menganalisis kekurangan produk agar dapat diperbaiki.
- 6) *Main field testing* (uji skala kecil), pada tahap ini melibatkan responden yang terdiri dari 20 peserta didik. Uji produk kedua ini, peneliti mengumpulkan data kuantitatif dan data kualitatif untuk melakukan evaluasi.

- 7) *Operational product revision* (revisi produk hasil uji coba lapangan), uji coba lapangan produk kedua yang telah dilaksanakan perlu direvisi kembali ketika terdeteksi kendala baru yang sebelumnya belum diketahui saat penyusunan.
- 8) *Operational field testing* (uji skala besar), setelah produk sudah diujikan dan direvisi dua kali, kemudian produk dapat diimplementasikan dalam skala yang lebih luas dengan pengambilan responden antara 40-200 responden.
- 9) *Final product revision* (revisi produk akhir), setelah uji coba skala luas dilaksanakan, produk masih perlu direvisi kembali.
- 10) *Dissemination and implementation* (desiminasi dan implentasi), tahap terakhir yaitu melaporkan hasil penelitian dalam forum ilmiah.

B. Prosedur Pengembangan

Penelitian yang dilakukan yaitu penelitian *Research and Development (R&D)*. Prosedur penelitian dan pengembangan yang dilaksanakan hanya beberapa tahapan sesuai dengan kebutuhan peneliti, dikarenakan keterbatasan waktu dan biaya yang dimiliki peneliti.

Prosedur penelitian dan pengembangan Borg and Gall yang dilakukan adalah sebagai berikut:

1) *Research and information collecting* atau studi pendahuluan

Studi pendahuluan yang dilakukan dengan dua tahapan, yaitu :

a) Wawancara

Wawancara merupakan tahap pertama yang dilakukan peneliti untuk mendapatkan fakta dan keinginan dalam mencapai tujuan penelitian yang diharapkan peneliti. Wawancara dilakukan dengan menyusun daftar pertanyaan yang akan diberikan peneliti kepada guru fisika di sekolah.

b) Studi kepustakaan

Studi kepustakaan bertujuan untuk mengumpulkan informasi yang berkaitan dengan penelitian yang dikembangkan. Informasi dapat diperoleh dari jurnal, skripsi dan buku. Selain itu, landasan teori dan produk dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang bunyi juga perlu dipelajari.

c) Analisis keunggulan lokal

Tahap selanjutnya yaitu menganalisis keunggulan lokal Jawa Barat yang ada di sekitar

peserta didik. Tujuannya yaitu untuk menyesuaikan keunggulan lokal yang ada dengan materi gelombang bunyi.

2) *Planning* atau perencanaan produk

Tahap perencanaan produk di mulai dengan merancang e-modul seperti membuat desain e-modul yang menarik dan tidak terlihat monoton serta mempersiapkan gambar dan materi gelombang bunyi dengan keunggulan lokal Jawa Barat kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing untuk mendapatkan saran atau masukan.

3) *Develop preliminary form of product* atau mengembangkan produk

Tahap pengembangan produk merupakan tahapan pembuatan e-modul fisika SMA/MA dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang Bunyi. Peneliti juga menyusun instrumen penilaian e-modul dan angket kemudian dikonsultasikan kepada dosen pembimbing. Pengembangan produk yang dilakukan yaitu merujuk pada indikator yang telah ditentukan sebelumnya. Produk yang dibuat menyajikan konsep e-modul, materi, komponen, dan lainnya yang tertuang pada e-modul lebih terstruktur.

4) *Preliminary field testing* atau validasi produk

Produk yang dihasilkan yaitu berupa e-modul fisika selanjutnya diberi penilaian oleh tiga dosen fisika UIN Walisongo Semarang dan dua guru fisika SMA Negeri 1 Dukupuntang yang menilai berdasarkan aspek materi, aspek media, dan aspek bahasa.

5) *Main product revision* atau revisi produk

Setelah memperoleh penilaian dari validator ahli kemudian produk direvisi. Revisi produk dilakukan setelah memperoleh kritik atau saran dari validator ahli.

6) *Main field testing* (uji skala kecil)

Uji lapangan dilakukan setelah produk direvisi. Tahap ini bertujuan untuk mengetahui respons peserta didik terhadap e-modul yang dikembangkan. Responden yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari 20 peserta didik kelas XI MIPA 1,2,3,4, dan 5 SMA Negeri 1 Dukupuntang yang dipilih secara acak.

7) *Operational product revision* (revisi produk hasil uji coba lapangan)

Setelah memperoleh penilaian dari responden dengan skala kecil kemudian produk direvisi kembali. Tahap ini dilakukan setelah memperoleh kritik atau saran dari responden.

8) Uji Keterlaksanaan E-Modul

Produk yang telah diuji dan direvisi dua kali kemudian dilakukan pengujian keterlaksanaan terhadap e-modul yang dikembangkan dengan pengambilan responden sebanyak satu kelas atau 33 peserta didik kelas XII MIPA 4 SMA Negeri 1 Dukupuntang.

C. Subjek Penelitian

Subjek pada penelitian ini adalah validator yang terdiri dari tiga dosen fisika UIN Walisongo Semarang, dua guru SMA Negeri 1 Dukupuntang. Sedangkan responden terhadap e-modul terdiri dari 20 peserta didik kelas XI MIPA 1,2,3,4, dan 5 SMA Negeri 1 Dukupuntang untuk uji skala kecil dan 33 peserta didik kelas XII MIPA 2 dan 4 untuk uji skala besar.

D. Teknik Pengumpulan Data

Teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian dan pengembangan ini yaitu wawancara. Menurut Hopkins (dalam Sutrisno Hadi, 2002) wawancara yaitu salah satu cara yang bertujuan untuk mengetahui situasi tertentu di dalam kelas berdasarkan sudut pandang yang lain. Pada penelitian ini wawancara digunakan untuk mencari dan mengumpulkan informasi terkait penelitian

yang akan dilakukan. Peneliti sebelumnya telah menyiapkan daftar pertanyaan yang diajukan untuk narasumber atau guru fisika di SMA Negeri 1 Dukupuntang sebelum melakukan penelitian.

Teknik pengumpulan data selanjutnya yaitu angket. Angket merupakan daftar pertanyaan tertulis mengenai produk yang dikembangkan dan harus dijawab oleh responden atau validator (Sugiyono, 2017). Lembar penilaian berupa angket digunakan untuk memperoleh data mengenai kelayakan e-modul yang dikembangkan berdasarkan penilaian dari dosen fisika dan guru fisika. Lembar angket juga digunakan untuk mengetahui repons peserta didik terhadap e-modul. Instrumen angket menggunakan skala *likert* dalam penilaiannya dan dijawab dalam bentuk *checklist*. Lembar angket dikoreksi terlebih dahulu oleh dosen pembimbing sebelum digunakan.

Teknik pengumpulan data yang terakhir adalah soal tes. Soal tes digunakan bertujuan untuk mengetahui uji keterlaksanaan produk yang dikembangkan. Soal tes terdiri dari 20 soal pilihan ganda mengenai materi yang ada pada e-modul. Teknik pengumpulan data ini dilakukan setelah peserta didik mempelajari e-modul.

E. Teknik Analisis Data

Data yang telah diperoleh dari penelitian dan pengembangan selanjutnya dianalisis. Adapun analisis data yang digunakan adalah sebagai berikut:

1. Analisis Data Angket Validasi Produk

Data yang diperoleh dari penelitian dan pengembangan menggunakan angket yaitu berupa skor, kritik dan saran terhadap e-modul dari kuesioner atau angket yang telah dinilai oleh validator. Angket penilaian e-modul dilakukan melalui penilaian *checklist*. Hasil penilaian yang didapatkan berupa kelayakan e-modul dengan kriteria skor sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

Tabel 3.1 Penilaian E-Modul 4 Kriteria

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengetahui kelayakan e-modul adalah menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

- 1) Menghitung skor rata-rata dari setiap komponen menggunakan Persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n} \quad (2.19)$$

dengan

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian dari setiap komponen

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh tiap komponen

n = Jumlah butir pertanyaan

2) Mengubah skor rata-rata menjadi nilai kualitatif

Hasil penilaian kelayakan e-modul dapat ditentukan dengan mengubah skor menjadi data kualitatif (data interval) menggunakan Persamaan 2.20 berikut (Sugiyono, 2017):

$$\begin{aligned} \text{Jarak interval } (i) &= \frac{\text{skor tertinggi} - \text{skor terendah}}{\text{jumlah interval}} \\ &= \frac{4 - 1}{4} = 0,75 \end{aligned} \tag{2.20}$$

Sehingga dihasilkan kategori penilaian e-modul sebagaimana pada Tabel 3.2 (Sugiyono, 2017).

Tabel 3.2 Kategori Penilaian E-Modul

Rentang Skor	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Baik
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Baik
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Cukup Baik
$1.00 < \bar{X} \leq 1.75$	Kurang Baik

3) Menghitung persentase skor setiap komponen yang diperoleh menggunakan Persamaan 2.21 sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

$$\text{Presentase kelayakan } e - \text{ modul} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

(2.21)

- 4) Menentukan rata-rata skor jawaban yang diperoleh dari tim penilai kemudian dikonversikan dengan Tabel 3.3 (Sugiyono, 2017).

Tabel 3.3 Kategori Jawaban

Rentang Skor	Kriteria
$75\% < \bar{X} \leq 100\%$	Sangat Baik
$50\% < \bar{X} \leq 75\%$	Baik
$25\% < \bar{X} \leq 50\%$	Cukup Baik
$1\% < \bar{X} \leq 25\%$	Kurang Baik

Apabila analisis data penilaian dosen fisika dan guru fisika menghasilkan kriteria Sangat Baik atau Baik, maka e-modul yang dikembangkan layak digunakan. Namun apabila belum mencapai kriteria Sangat Baik atau Baik, maka e-modul perlu direvisi kembali hingga mencapai standar kelayakan e-modul.

2. Analisis Data Angket Respon Peserta Didik

Data yang diperoleh dari respon peserta didik terhadap e-modul menggunakan angket yaitu berupa skor, kritik dan saran. Angket penilaian e-modul dilakukan melalui penilaian *checklist*. Hasil penilaian yang diperoleh memiliki kriteria skor sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

Tabel 3.4 Penilaian E-Modul 4 Kriteria

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

Teknik analisis data yang digunakan untuk mengetahui respons terhadap e-modul adalah menggunakan langkah-langkah sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

- 1) Menghitung skor rata-rata dari setiap komponen menggunakan Persamaan 2.19 sebagai berikut :

$$\bar{X} = \frac{\sum X}{n} \quad (2.19)$$

dengan

\bar{X} = Skor rata-rata penilaian dari setiap komponen

$\sum X$ = Jumlah skor yang diperoleh tiap komponen

n = Jumlah butir pertanyaan

- 2) Mengubah skor rata-rata menjadi nilai kualitatif

Hasil penilaian respons peserta didik terhadap e-modul dapat ditentukan dengan mengubah skor menjadi data kualitatif (data interval) menggunakan Persamaan 2.20 berikut (Sugiyono, 2017):

$$Jarak\ interval\ (i) = \frac{skor\ tertinggi - skor\ terendah}{jumlah\ interval}$$

$$= \frac{4 - 1}{4} = 0,75$$

(2.20)

Sehingga dihasilkan kategori penilaian e-modul sebagaimana pada Tabel 3.2 (Sugiyono, 2017).

Tabel 3.5 Kategori Penilaian E-Modul

Rentang Skor	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Baik
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Baik
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Cukup Baik
$1.00 < \bar{X} \leq 1.75$	Kurang Baik

- 3) Menghitung persentase skor setiap komponen yang diperoleh menggunakan Persamaan 2.21 sebagai berikut (Sugiyono, 2017):

$$Presentase \text{ kelayakan } e - \text{ modul} = \frac{\text{skor total}}{\text{skor maksimal}} \times 100$$

(2.21)

- 4) Menentukan rata-rata skor jawaban yang diperoleh kemudian dikonversikan dengan Tabel 3.3 (Sugiyono, 2017).

Tabel 3.6 Kategori Jawaban

Rentang Skor	Kriteria
$75\% < \bar{X} \leq 100\%$	Sangat Baik
$50\% < \bar{X} \leq 75\%$	Baik
$25\% < \bar{X} \leq 50\%$	Cukup Baik
$1\% < \bar{X} \leq 25\%$	Kurang Baik

Apabila analisis data penilaian respons peserta didik terhadap e-modul memperoleh kriteria Sangat Baik atau Baik, maka peserta didik tertarik belajar menggunakan e-modul tersebut. Namun apabila belum mencapai kriteria Sangat Baik atau Baik, maka e-modul perlu direvisi kembali hingga mencapai kualitas kelayakan yang dapat digunakan peserta didik.

3. Analisis Data Tes

Data yang diperoleh dari penelitian dan pengembangan berupa soal tes adalah skor. Soal tes yang digunakan yaitu soal pilihan ganda. Adapun cara penilaian soal tes tersebut adalah sebagai berikut:

$$skor = \frac{\text{jumlah soal yang benar}}{\text{jumlah seluruh soal}} \times 100$$

Apabila skor yang didapatkan < 79 maka peserta didik dinyatakan lulus KKM dan apabila skor yang didapatkan > 80 maka peserta didik dinyatakan tidak lulus KKM.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian dan pengembangan (*Research and development*) yang mengacu pada model pengembangan *Borg and Gall* dengan tahapan sampai pada uji keterlaksanaan e-modul. Berikut penjelasan tiap tahapan penelitian dan pengembangan yang dilakukan:

1. Studi pendahuluan (*research and information collecting*)

Hasil studi pendahuluan yang dilakukan dengan tiga tahap yaitu wawancara, studi kepustakaan dan analisis kearifan lokal adalah sebagai berikut:

a) Wawancara

Hasil wawancara yang telah dilakukan dengan salah satu guru fisika kelas XI di SMA N 1 Dukupuntang yaitu menurunnya hasil belajar peserta didik khususnya penguasaan konsep pada materi gelombang bunyi dari tahun 2019 dengan rata-rata 47,53 hingga 38,33 pada tahun 2020 karena kurangnya minat belajar peserta didik. Salah satu cara yang dapat dilakukan yaitu dengan mengaitkan pembelajaran fisika dengan fenomena yang ada disekita peserta didik seperti keunggulan lokal.

b) Studi kepustakaan

Hasil studi kepustakaan yang diperoleh berdasarkan salah satu jurnal penelitian dan pengembangan yang dilakukan oleh (Pamungkas dan Lunuwih, 2017) dimana pembelajaran fisika yang dikaitkan dengan keunggulan lokal dapat meningkatkan minat belajar fisika peserta didik. Salah satu upaya yang dapat dilakukan yaitu dengan mengembangkan sebuah produk berupa e-modul dengan keunggulan lokal. Hal ini didukung oleh salah satu skripsi dari Endah Kartika (2018) yang menggunakan modul pembelajaran dengan integrasi budaya lokal memperoleh respon yang sangat positif dari peserta didik yakni uji coba terbatas dan uji coba luas menghasilkan nilai yang sama sebesar 0,91 dengan kriteria Setuju.

c) Analisis kearifan lokal

Hasil analisis keunggulan lokal Jawa Barat yang dikaitkan dengan materi gelombang bunyi adalah sebagai berikut:

Tabel 4.1 Analisis Keunggulan Lokal

Kearifan Lokal	Penjelasan Fisika
Jentreg dan kecapi	Memiliki senar atau dawai

	yang dapat menghasilkan bunyi ketika dipetik
Rebab	Memiliki senar yang menghasilkan bunyi dengan cara digesek
Seruling	Contoh pipa organa terbuka dimana terdapat lubang pada seruling yang berfungsi untuk menghasilkan nada yang diperoleh dengan cara ditiup
Angklung	Contoh pipa organa tertutup yang dapat menghasilkan bunyi melalui proses benturan antara bagian tabung utama dengan sekunder

2. Perencanaan (planning)

Rancangan e-modul yang dihasilkan pada tahap ini adalah sebagai berikut:

- a) Pembuatan indikator sesuai dengan SK, KI dan KD.
- b) Pembuatan peta konsep.

- c) Penyusunan materi yang digunakan dalam e-modul berdasarkan indikator dan peta konsep yang telah dibuat.
 - d) Pemilihan kearifan lokal Jawa Barat yang akan digunakan sesuai dengan materi gelombang bunyi.
 - e) Pemilihan gambar dan video berdasarkan materi gelombang bunyi.
 - f) Pembuatan contoh soal dan soal evaluasi materi gelombang bunyi yang dikaitkan dengan kearifan lokal Jawa Barat.
 - g) Penyusunan tampilan atau desain e-modul.
 - h) Tahap penyusunan yang telah dibuat kemudian peneliti berkonsultasi dengan dosen pembimbing untuk mendapatkan saran dan masukan.
3. *Pengembangan* produk (develop preliminary form of product)

Hasil tampilan e-modul yang telah dibuat peneliti dapat dilihat pada *Lampiran 15*. Adapun bagian-bagian yang ada pada e-modul adalah sebagai berikut:

- a) Cover depan dan cover belakang

Cover depan e-modul menampilkan nama penyusun, gambar ilustrasi, judul e-modul, nama dosen pembimbing dan peneliti. Sedangkan cover belakang menampilkan nama institusi penyusun.

b) Petunjuk penggunaan e-modul

Petunjuk penggunaan e-modul digunakan untuk mempermudah pengguna dalam menggunakan e-modul.

c) Daftar isi

Daftar isi menampilkan isi dan materi yang ada di dalam e-modul dengan nomor halaman.

d) Peta konsep

Peta konsep yang ada dalam e-modul merupakan diagram yang menampilkan hubungan antara konsep materi dengan materi lainnya.

e) Isi materi

Isi materi yang dimaksud merupakan keseluruhan materi gelombang bunyi dengan contoh soal dan keunggulan lokal didalamnya. Adapun sub materi yang disajikan yaitu pengertian gelombang bunyi, gelombang bunyi sebagai gelombang longitudinal, cepat rambat bunyi pada media, sifat-sifat gelombang bunyi, frekuensi bunyi, Efek Doppler, sumber bunyi, resonansi bunyi, energi gelombang bunyi, dan pelayangan bunyi.

f) Soal evaluasi

Soal evaluasi digunakan untuk mengukur kemampuan pemahaman peserta didik setelah

mempelajari materi yang ada pada e-modul yang dilengkapi dengan kunci jawaban.

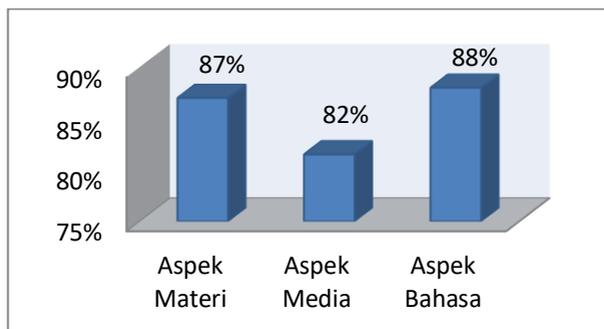
E-modul yang telah dibuat kemudian dilakukan uji validitas produk kepada ahli yang akan menilai ketiga aspek berupa aspek materi, aspek media, dan aspek bahasa.

4. Validasi produk (*preliminary field testing*)

Hasil validasi produk yang didapatkan berupa skala penilaian, saran dan masukan dari tiap validator ahli. Skala penilaian yang diperoleh dapat dilihat pada Tabel 4.2 dan Gambar 4.1.

Tabel 4.2 Analisis Validasi Ahli

No.	Aspek Penilaian	Indikator	Rata-rata	Presentase Kelayakan	Kriteria
1.	Aspek materi	Kelayakan isi	3,42	85%	Sangat baik
		Kelayakan penyajian	3,56	89%	
2.	Aspek media	Kelayakan kegrafikan	3,54	77%	Sangat Baik
		Pengorganisasian	3,46	86%	
3.	Aspek bahasa	Keterbacaan	3,57	89%	Sangat Baik
		Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	3,46	86%	
Rata-rata keseluruhan			3,51	87%	Sangat



Gambar 4.1 Hasil Persentase Penilaian
Validator Ahli

Berdasarkan Tabel 4.1 dan Gambar 4.8 diketahui bahwa hasil rata-rata untuk aspek materi adalah 3,49 dengan persentase 87% sehingga termasuk ke dalam kategori “Sangat Baik”. Hal ini dikarenakan materi pada e-modul disajikan sesuai dengan KI, KD, dan indikator pembelajaran. Selain itu, e-modul yang dibuat dapat mudah dipahami oleh peserta didik karena memuat materi yang dikaitkan dengan peristiwa yang ada di lingkungan peserta didik.

Hasil validasi pada aspek media diperoleh rata-rata 3,52 dengan persentase 88% sehingga dikategorikan “Sangat Baik”. Hal ini didukung dengan penggunaan jenis dan ukuran huruf yang konsisten

serta penggunaan gambar yang sesuai. Selain itu, e-modul dapat dioperasikan dengan mudah oleh pendidik maupun peserta didik.

Hasil validasi pada aspek bahasa diperoleh rata-rata 3,54 dengan persentase 88% sehingga masuk ke dalam kategori “Sangat Baik”. Hal ini dikarenakan e-modul yang disajikan menggunakan bahasa Indonesia sesuai dengan Ejaan Yang Dibenarkan (EYD). Kalimat yang digunakan pada e-modul juga efektif sehingga memudahkan peserta didik dalam memahami materi.

Hasil rata-rata keseluruhan yang diperoleh adalah 3,51 dengan persentase 87% sehingga dapat disimpulkan bahwa kelayakan produk dikategorikan “Sangat baik”. Hasil tersebut menunjukkan bahwa e-modul fisika dengan keunggulan lokal Jawa Barat dapat digunakan peserta didik maupun pendidik sebagai referensi belajar. Untuk perhitungan hasil penilaian dapat dilihat pada *Lampiran 8*.

5. Revisi produk (*main product revision*)

Revisi produk dilakukan berdasarkan saran dan masukan yang didapat dari validator ahli. Berikut saran dan masukan dari validator ahli dapat dilihat pada Tabel 4.3 dan Tabel 4.4.

Tabel 4.3 Saran dan Masukan dari Dosen

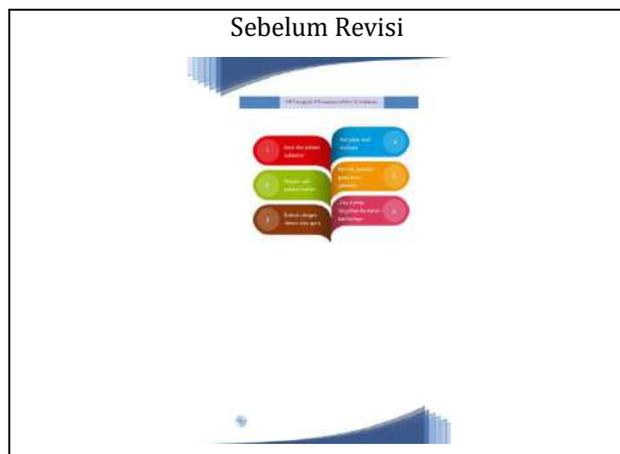
No.	Saran dan Masukan
1.	Gunakan kalimat yang efektif dan sesuai Ejaan Yang Dibenarkan (EYD)
2.	Pastikan semua istilah fisika sudah tercantum di glosarium
3.	Peta konsep perlu dilihat hubungan dan keselarasan antar bagiannya
4.	Integrasi kearifan lokal perlu diperkuat dan pastikan soal-soal menunjukkan hal tersebut
5.	Rangkuman harus selaras dengan peta konsep
6.	Gambar yang digunakan harus dicantumkan ke dalam materi agar lebih jelas.
7.	Lebih dijelaskan lagi perbedaan antara pipa organa terbuka dan tertutup
8.	Lebih dijelaskan lagi materi mengenai pelayangan bunyi
9.	Seharusnya pada deskripsi e-modul dan petunjuk penggunaan e-modul dijelaskan bahwa e-modul tersebut memiliki video
10.	Pada bagian glosarium, pengertian dispersi difraksi dijelaskan lebih detail lagi

Tabel 4.4 Saran dan Masukan dari Guru

No.	Saran dan Masukan
1.	Kearifan lokal yang digunakan diperbanyak lagi
2.	Perhatikan bahasa yang digunakan
3.	Perhatikan penulisan rumus
4.	Penggunaan kata pada beberapa kalimat perlu diperbaiki

Hasil revisi produk yang telah dilakukan adalah sebagai berikut:

- a) Petunjuk penggunaan e-modul sebelum dan sesudah revisi yaitu penggunaan warna yang terlalu berlebihan kemudian direvisi menggunakan warna yang lebih sederhana



Gambar 4.2 Petunjuk Penggunaan E-Modul
Sebelum Revisi

Sesudah Revisi

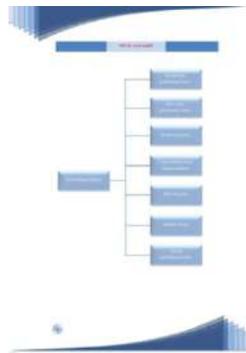
PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

1. Baca dan pahami isi buku
2. Pelajari dan pahami materi
3. Diskusi dengan teman sebangun
4. Kerjakan soal dan latihan
5. Periksa jawaban pada lembar jawaban
6. Jika masih, tangkaplah ke materi berikutnya

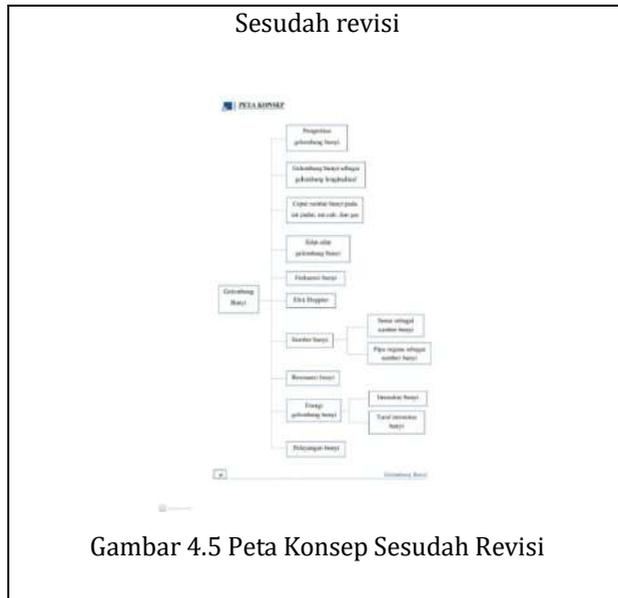
Gambar 4.3 Petunjuk Penggunaan E-Modul
Sesudah Revisi

- b) Peta konsep sesudah revisi yaitu hubungan dan keselarasan antar bagian sub materi lebih jelas dibandingkan sebelum revisi

Sebelum revisi



Gambar 4.4 Peta Konsep Sebelum Revisi



6. Uji skala kecil (*main field testing*)

Hasil penilaian responden terhadap e-modul dapat dilihat pada *Lampiran 11*. Hasil presentase pada tiap indikator yaitu; indikator 1 90%, indikator 2 95%, indikator 3 91%, indikator 4 87%, indikator 5 82%, indikator 6 93%, indikator 7 93%, indikator 8 97%, indikator 9 88%, indikator 10 96%, indikator 11 92%, indikator 12 91%, indikator 13 91%, indikator 14 88%,

dan indikator 15 87%. Hasil penilaian berdasarkan aspek materi 91%, aspek media 91,6%, dan aspek keterbacaan 87,5. Sedangkan presentase seluruh indikator yang diperoleh yaitu 91%. Hal ini dapat disimpulkan bahwa e-modul yang dikembangkan dikategorikan “Sangat baik”.

7. Revisi produk hasil uji coba skala kecil (*operational product revision*)

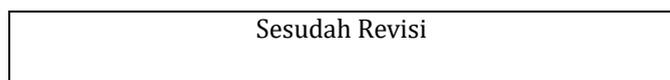
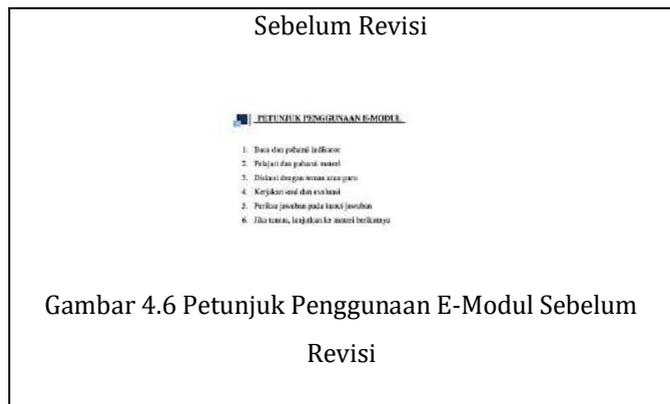
Hasil revisi produk uji coba skala kecil dilakukan berdasarkan saran dan masukan yang diperoleh dari responden. Berikut beberapa saran dan masukan yang diperoleh dari responden dapat dilihat pada Tabel 4.4.

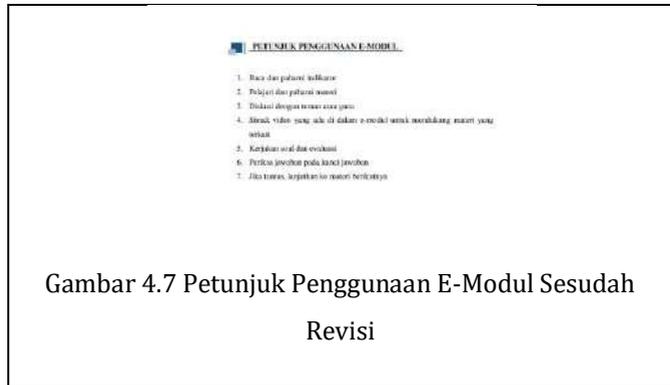
Tabel 4.5 Saran dan Masukan dari Responden

No.	Saran dan Masukan Responden
1.	Lebih bagus lagi jika dilengkapi dengan audio dan petunjuk penggunaan video animasi tidak tertera
2.	Semoga kedepannya e-modul tersebut bisa lebih menarik dari segi bahasa, materi, dan desainnya.
3.	Materi yang disajikan sudah lengkap hanya saja contoh kearifan lokal kurang cukup
4.	E-modul dan materi sudah bagus

5. Penggunaan warna pada e-modul sangat sederhana sehingga tampilan e-modul tidak berlebihan
 6. Keseluruhan bagus, hanya saja kurang warna dan gambar sehingga tampak monoton
 7. Jika ada video animasi di dalam e-modul, sebaiknya ada petunjuk agar pembaca mengetahuinya
-

Perbedaan petunjuk penggunaan e-modul sebelum dan sesudah revisi yaitu penjelasan untuk membuka video yang ada pada e-modul.





8. Uji Keterlaksanaan E-Modul

Hasil analisis uji keterlaksanaan e-modul berdasarkan sub materi memperoleh presentase yaitu pada sub materi sifat-sifat bunyi sebesar 76%, Efek Doppler sebesar 63%, cepat rambat bunyi sebesar 75%, sumber bunyi sebesar 76%, intensitas bunyi sebesar 72%, dan pelayangan bunyi sebesar 76%. Sedangkan Hasil keseluruhan penilaian responden terhadap uji keterlaksanaan e-modul yaitu peserta didik yang memperoleh nilai 90 sebanyak satu orang, peserta didik yang memperoleh nilai 85 sebanyak delapan orang, peserta didik yang memperoleh nilai 80 sebanyak 15 orang, peserta didik yang memperoleh nilai 75 sebanyak tiga orang, peserta didik yang memperoleh nilai 70 sebanyak dua orang, peserta didik yang

memperoleh nilai 60 sebanyak tiga orang, dan peserta didik yang memperoleh nilai 50 sebanyak satu orang. Hal ini menunjukkan bahwa terdapat 9 dari 33 peserta didik yang tidak lulus KKM atau nilai kurang dari 80.

B. Pembahasan

Penelitian ini merupakan penelitian dan pengembangan yang menghasilkan sebuah produk berupa e-modul fisika dengan keunggulan lokal Jawa Barat pada materi Gelombang bunyi. E-modul yang telah dibuat selanjutnya divalidasi terlebih dahulu untuk mengetahui kelayakan e-modul. Berdasarkan Tabel 4.2 dan Gambar 4.1 hasil validasi pada aspek media memperoleh nilai yang paling rendah diantara aspek lainnya, khususnya pada penilaian kegrafikan dengan presentase 77%. Hal ini dikarenakan ilustrasi sampul buku kurang menggambarkan materi yang disajikan serta desain tampilan yang terlalu banyak menggunakan warna. Menurut (Wachidah dan Mahardika, 2015) penggunaan warna pada modul pembelajaran harus menggunakan kombinasi warna yang menyesuaikan dengan sasaran pembaca. Artinya untuk siswa SMA, kombinasi warna yang digunakan seharusnya tidak berlebihan.

Secara keseluruhan hasil penilaian validasi memperoleh presentase 87%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan dapat diimplementasikan dalam proses pembelajaran formal maupun non formal. Berdasarkan pendapat (Wena, 2009) yang menjelaskan bahwa pendidik harus mampu mengaitkan materi pembelajaran dengan fenomena yang ada disekitar peserta didik seperti keunggulan lokal untuk membantu meningkatkan pemahaman peserta didik.

Produk yang telah divalidasi dan direvisi, selanjutnya dilakukan uji skala kecil untuk mengetahui respon peserta didik terhadap e-modul. Berdasarkan hasil uji skala kecil pada indikator 5 memperoleh presentase terendah yaitu 82%. Hal ini dikarenakan tidak adanya petunjuk apabila e-modul yang disajikan juga memuat video didalamnya. Padahal petunjuk penggunaan e-modul berperan sangat penting agar mempermudah pengguna dalam menggunakan dan mempelajari e-modul tersebut (Sidiq dan Najuah, 2020).

Respon peserta didik terhadap e-modul yang dikembangkan memperoleh rata-rata keseluruhan 91% yang menunjukkan bahwa minat peserta didik dalam menggunakan e-modul sangat tinggi. Hal ini sesuai

dengan penelitian yang dilakukan oleh Husin dan Darsono (2018) mengenai pengembangan bahan ajar fisika untuk meningkatkan motivasi dan hasil belajar siswa, dimana hasil respon siswa terhadap bahan ajar yang dikembangkan yang memperoleh presentase 89% dengan kategori Sangat Baik.

Produk yang telah direvisi berdasarkan saran dan masukan peserta didik, kemudian dilakukan uji keterlaksanaan e-modul untuk mengetahui hasil belajar peserta didik sesudah mempelajari e-modul. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa pada sub materi Efek Doppler memperoleh presentase yang rendah diantara sub materi lainnya yaitu sebesar 63%. Peneliti seharusnya lebih memperbanyak contoh soal atau video animasi mengenai Efek Doppler agar peserta didik dapat mudah memahami materi tersebut.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kesimpulan pengembangan e-modul fisika kelas XI SMA/MA dengan integrasi kearifan lokal Jawa Barat pada materi gelombang bunyi, yaitu:

1. Hasil persentase kelayakan produk oleh validator ahli berdasarkan aspek materi, aspek media, dan aspek bahasa adalah 87%, 88%, dan 88% dengan presentase keseluruhan 87%. Hal ini menunjukkan bahwa kualitas e-modul fisika kelas XI MA/MA dengan keunggulan lokal pada materi gelombang bunyi dikategorikan “Sangat baik” atau layak digunakan.
2. Hasil keseluruhan persentase responden terhadap produk yang dikembangkan adalah 91%. Hal ini menunjukkan bahwa e-modul yang dikembangkan mendapatkan kriteria “Sangat Baik” dari peserta didik.
3. Hasil uji keterlaksanaan e-modul fisika dengan integrasi kearifan lokal Jawa Barat pada materi gelombang bunyi adalah terdapat 24 peserta didik yang lulus KKM dan 9 peserta didik tidak lulus KKM.

B. Saran

Berdasarkan pelaksanaan penelitian dan pengembangan yang telah dilakukan, maka peneliti mengemukakan saran sebagai berikut:

1. Pengembangan e-modul perlu memperhatikan beberapa hal seperti penyajian e-modul dan penentuan desain e-modul yang akan digunakan agar terlihat menarik namun tidak berlebihan.
2. Pembuatan e-modul harus memperhatikan penggunaan kata atau kalimat agar lebih efektif dan dapat mudah dipahami oleh peserta didik.
3. Peneliti menyarankan agar peneliti lain melakukan penelitian dan pengembangan modul fisika dengan integrasi kearifan lokal khususnya di Jawa Barat sehingga dapat memperkaya sumber belajar fisika.

DAFTAR PUSTAKA

- Astuti. 2015. Pengaruh Kemampuan Awal dan Minat Belajar. *Jurnal Formatif*. 5 (1), 68–75.
- Budi, E. 2013. *Gelombang*. Bandung: PT Remaja Rosdakarya.
- Budiono & Susanto. 2006. Penyusunan dan Penggunaan Modul Pembelajaran Berdasakan Kurikulum Berbasis Kompetensi Sub Pokok Bahasan Analisa Untuk Soal-Soal Dinamika. *Jurnal Pendidikan Indonesia*. 4 (2): 79–87.
- Ditama, V., & Saputro, S. 2015. Pengembangan Multimedia Interaktif dengan Menggunakan Program Adobe Flash untuk Pembelajaran Kimia. *Jurnal Pendidikan Fisika Universitas Negeri Sebelas Maret*. 4 (2): 23–31.
- Giancoli, D. 1999. *Fisika Edisi Kelima*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Giancoli, Douglas C. 2001. *Fisika Edisi Kelima Jilid 1*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday, D. 1984. *Fisika Edisi Ketiga Jilid 2*. Jakarta: Penerbit Erlangga.

- Halliday, dkk. 2010. *Fisika Dasar Edisi 7*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Herimanto, 2017. Kearifan Lokal dan Penerapannya di Sekoah. *Jurnal Edukasi Sumba*. 1 (2): 129-135.
- Husin, V. E. R. W., & Darsono, T. 2018. Integrasi kearifan Lokal Rumah Umekbubu dalam Bahan Ajar Materi Suhu dan Kalor untuk Meningkatkan Motivasi dan Hasil Belajar Siswa SMA. *Physics Communication*. 2 (1), 26-35.
- Jewett & Serway. 2009. *Fisika untuk Sains dan Teknik*. Jakarta: Penerbit Salemba Teknika.
- Joko Widiyanto. 2008. *Fisika untuk Kelas XII*. Jakarta: CV Teguh Karya
- Kaimuddin. 2019. Pembelajaran Kearifan Lokal. *Prosiding Seminar Nasional*. 1 (1): 73-80.
- Kartika, E. 2018. *Pengembangan Modul Fisika Materi Gelombang Bunyi dengan Integrasi Budaya Gamelan sebagai Sumber Belajar Mandiri Peserta Didik Kelas XI MAN 4 Bantul Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Khusna, N. 2018. Pembelajaran Berbasis Kearifan Lokal Di Sekolah Dasar : Sebuah Kerangka Konseptual. *Inopendas Jurnal Ilmiah Pendidikan*. 1(1): 48-53.

Maryani & Ahmad. 2010. *Kearifan Lokal Masyarakat Sunda dalam Memitasi Bencana dan Aplikasinya sebagai Sumber Pembelajaran IPS Berbasis Nilai*. Artikel. Jurnal Teras Volume X Nomor 1 juli 2010.

Mualifah, A. 2010. Pengembangan Bahan ajar Elektronik *Flipbook* Interaktif Berbasis Kearifan Lokal sebagai Sumber Belajar Muatan IPS Siswa Kelas V SDN 1 Wulung Blora. Skripsi. Semarang: Universitas Negeri Semarang.

Mubah, A. S. *Revitalisasi Identitas Kultural Indonesia di Tengah Upaya Homogenisasi Global*. Skripsi. Surabaya: Universitas Airlangga.

Musanna, A. 2011. *Rasionalitas dan Aktualitas Kearifan Lokal Sebagai Basis Pendidikan Karakter*. Yogyakarta: Gava Media.

Ningrum, E. 2016. Pengembangan Sumber Daya Manusia Bidang Pendidikan. *Jurnal Geografi Gea*. 9 (1): 1-9.

Novitasari, L., Agustina, P. A., Sukesti, R., & Nazri, M. F. 2017. Fisika, Etnosains , dan Kearifan Lokal dalam

Pembelajaran Sains. *Makalah Pendamping ISSN : 2527-6670.81-88.*

Nurahmi, R. 2017. *Pengembangan Modul Berbasis Kearifan Lokal Daerah Istimewa Yogyakarta Tema Pendidikan untuk Siswa Kelas III Sekolah Dasar.* Skripsi. Yogyakarta: UNY.

Pamungkas, A., Subali, B., & Lunuwih, S. 2017. Implementasi Model Pembelajaran Fisika SMA Berbasis Kearifan Lokal untuk Meningkatkan Kreativitas dan Hasil Belajar Siswa. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika: UNY.* 3(2): 118-127.

Puspitasari, A. 2019. Penerapan Media Pembelajaran Fisika Menggunakan Modul Cetak dan Modul Elektronik pada Siswa SMA. *Jurnal UIN Alauddin.* 7 (1): 17-25.

Rahdiyanta, D. 2015. *Teknik Penyusunan E-Modul.* Jakarta: Dikmenjur, Depdiknas.

Rasdian, S. 2020. *Pengembangan E-Modul Berbasis Android Menggunakan Adobe Flash Professional CS6 pada Materi Struktur dan Fungsi Jaringan Tumbuhan serta Sistem Sirkulasi untuk Peserta Didik Kelas X MIPA SMAN 3 Padang.* Skripsi. Padang: Universitas Negeri Padang.

- Rosadi, R. 2016. Pengembangan Modul Fisika Berbasis Kearifan Lokal Pada Materi Hukum Newton. *Jurnal Inovasi Pendidikan Fisika*. 5 (2): 1–26.
- Rusilowati, A. 2013. Membudayakan Kearifan Lokal Melalui Penelitian Pendidikan. *Jurnal Fisika FMIPA: Universitas Negeri Semarang*. Semarang 20 Agustus 2021.
- Sadjati, I. 2014. *Hakikat Bahan Ajar*. Yogyakarta: Gava Media.
- Satriawati, H. *Pengembangan E-Modul Interaktif sebagai Sumber Belajar Elektronika Dasar Kelas X SMKN 3 Yogyakarta*. Skripsi. Yogyakarta: UNY.
- Sidik, A. F. 2018. *Pengembangan Bahan Ajar Fisika Kelas X SMA/MA Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Pengukuran, Gerak Benda, dan Hukum-Hukum Newton*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo Semarang.
- Sidik dan Najuah. 2020. Pengembangan E-Modul Interaktif Berbasis Android pada Mata Kuliah Strategi Belajar Mengajar. *Jurnal Pendidikan Sejarah*. 1 (9): 4-6.
- Soedoyo, P. 2004. *Fisika Dasar*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Sriyansyah & Anwar. 2021. Pembelajaran Gelombang Bunyi Menggunakan Alat Musik Suling dan Angklung pada Pelajaran IPA SMP di Masa Pandemi Covid-19. *Journal of Natural Science and Integration*. 4 (2): 175-185.

- Sugiyono, 2017. *Metode Penelitian Pendidikan Pendekatan Kuantitatif, Kualitatif, dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Sularso, K. 2016. Ragam Kearifan Lokal Jawa Barat sebagai Sumber Penanaman Nilai Karakter Bangsa. *Jurnal Pendidikan, Teori, Penelitian dan Pengembangan*. 1 (7): 14-28.
- Sungkono. 2003. *Pengembangan dan Pemanfaatan Bahan Ajar Modul dalam Proses Pembelajaran*. Yogyakarta: FIP UNY.
- Sutanto. 2017. *Panduan Praktis Penyusunan E-Modul*. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMA, Ditjen Pendidikan Dasar dan Menengah.
- Sutrisno. 2019. *Pengembangan E-Modul Matematika Interaktif Menggunakan Visual Video*. Skripsi. Lampung: UIN Raden Intan.
- Sutrisno Hadi. 2002. *Metodologi Research*. Yogyakarta: Andi Ofsek edisi revisi
- Urip Purnomo. 2008. *Standar Penilaian Bahan Ajar*. Jakarta: BNSP.

- Utari, U. 2016. Pembelajaran Tematik Berbasis Kearifan Lokal di Sekolah Dasar dalam Menghadapi Ekonomi ASEAN (MEA). *Jurnal Teori dan Praksis Pembelajaran IPS*. 1 (1): 39-44.
- Wachidah dan Mahardika. 2015. *Kegrafikan Modul Pembelajaran Fisika Berbasis Multirepresentasi*. Malang: Universitas Negeri Malang.
- Wardah Syakhiyatul. 2018. *Pengembangan Modul Fisika SMP/MTs Berbasis Kearifan Lokal pada Materi Tata Surya, Pesawat Sederhana dan Kemagnetan*. Skripsi. Semarang: UIN Walisongo.
- Wati, dkk. 2016. Pengembangan Modul Fisika Berintegrasi Kearifan Hulu Sungai Selatan. *Jurnal Inovasi dan Pendidikan Fisika*. 157-162.
- Wena, M. 2009. *Strategi Pembelajaran Inovatif kontemporer*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Wijayanti & Sungkono. 2017. Pengembangan Perangkat Pembelajaran Mengacu Model *Creative Problem Solving* Berbasis *Somatic, Auditory, Visualization*,

Intellectually. Jurnal Pendidikan Matematika. 8 (7):
101-110.

Yasa, G. A. A. S. 2012. Pengembangan Bahan Ajar Online Mata Kuliah *Micro Teaching* dengan Model Borg & Gall pada Program S1 Pendidikan Bahasa Inggris STKIP Agama Hindu Singaraja. *Jurnal PTM.* 9 (2) 1-1

LAMPIRAN

*Lampiran 1**Hasil Instrumen Tanya Jawab/Wawancara*

Pedoman Tanya Jawab untuk Guru

Nama Sekolah : SMA N 1 Dukupuntang

Nama Guru : Nartiya, S. Pd.

Bulan : Maret 2021

Pelaksanaan : Melalui *WhatshApp*

1. Apa kurikulum yang digunakan di sekolah SMAN 1 Dukupuntang?

Jawab: Kurikulum yang digunakan yaitu kurikulum 2013.

2. Apa bahan ajar yang digunakan peserta didik dalam pembelajaran fisika?

Jawab: Bahan ajar yang digunakan berupa buku paket yang dipinjamkan sekolah untuk peserta didik.

3. Apakah sebelumnya pernah menggunakan bahan ajar fisika dengan integrasi keunggulan lokal Jawa Barat?

Jawab: Buku paket yang digunakan tidak ada yang mengintegrasikannya dengan kearifan lokal karena dari sekolah sudah ditentukan buku yang digunakan.

4. Bagaimana hasil belajar fisika peserta didik dari tahun 2019 ke 2020?

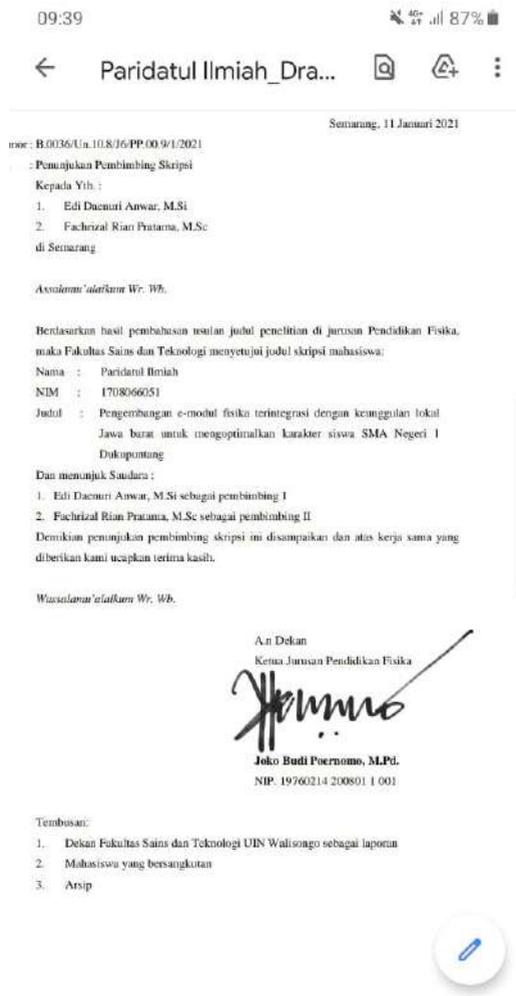
Jawab: Sejauh ini dan ditambah sekarang proses pembelajarannya online, tidak sedikit siswa yang tidak tertarik dalam belajar fisika sehingga hasil ujian akhir mata pelajaran fisika dari tahun 2019 ke 2020 menurun dari 41,61 menjadi 39,17.

5. Bagaimana hasil belajar peserta didik pada materi gelombang bunyi?

Jawab: Untuk materi gelombang, bunyi, cahaya, optik dan materi lainnya yang ada kaitannya dengan gelombang dari tahun 2019 ke 2020 yaitu dari 47,53 kemudian turun menjadi 38,33.

Lampiran 2

Surat Penunjukkan Pembimbing



Lampiran 3

Surat Izin Riset



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI WALISONGO SEMARANG
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

Alamat: Jl. Prof. Dr. Hamka Km. 1 Semarang Telp. 024 76433366 Semarang 50185
E-mail: isr@walisongo.ac.id, Web : <http://fst.walisongo.ac.id>

Nomor : B.4231/Un.10.8/D1/SP.01.08/11/2021 Semarang, 3 Nopember 2021
Lamp : Proposal Skripsi
Hal : Permohonan Izin Riset

Kepada Yth.
Kepala Sekolah SMA N 1 Dukupuntang Cirebon
di tempat

Assalamu'alaikum Wr. Wb.

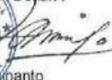
Diberitahukan dengan hormat dalam rangka penulisan skripsi, bersama ini kami sampaikan bahwa mahasiswa di bawah ini :

Nama : Paridatul Ilmiah
NIM : 1708066051
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi / Pendidikan Fisika
Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Kearifan Lokal Jawa Barat.

Mahasiswa tersebut membutuhkan data-data dengan tema/judul skripsi yang sedang disusun, oleh karena itu kami mohon mahasiswa tersebut diijinkan melaksanakan Riset di sekolah yang Bapak/Ibu pimpin.

Demikian atas perhatian dan kerjasamanya disampaikan terima kasih.

Wassalamu'alaikum Wr. Wb.

A.n. Dekan,
Wakil Dekan I

A. Saminto



Tembusan Yth.

1. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Walisongo (sebagai laporan)
2. Arsip

Lampiran 4

Surat Keterangan Penelitian



PEMERINTAH KABUPATEN CIREBON
DINAS PENDIDIKAN
SMAN 1 DUKUPUNTANG
Jalan Njoi Ageng Serang – Ds. Sindangmekar – Kec. Dukupuntang – Kab. Cirebon
No. Telp. (0231) 91278 Kode Pos 45602 Website : www.smn1dukupuntang.scribble.id E-Mail : sman.1.duk@gmail.com

SURAT KETERANGAN
Nomor : 045.4/174/-SMA

Yang bertanda tangan di bawah ini kepala SMA Negeri 1 Dukupuntang menerangkan hal-hwa :

Nama : Paridatul Ilmiah
NIM : 1708066051
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/Pendidikan Fisika
Perguruan Tinggi : Universitas Islam Negeri Walisongo

Telah melaksanakan riset di SMA Negeri 1 Dukupuntang dengan judul :

"Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi"

Adapun pelaksanaannya dilaksanakan pada bulan November 2021

Demikian surat keterangan ini, kami buat untuk dapat dipergunakan sebagaimana mestinya.

Dukupuntang, 8 November 2021
Kepala Sekolah,



Dra. H. Mardiani, MM
Kepala SMA Negeri 1 Dukupuntang
CIRI 14670312 199303 2 009

Lampiran 5

Rubrik Validasi Ahli

**Kisi-Kisi Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan
E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan
Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang**

1. Aspek Materi

No.	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1.	Kelayakan isi	1-7	7
2.	Kelayakan penyajian	8-13	6

2. Aspek Media

No.	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1.	Kelayakan kegrafikan	14-20	7
2.	Pengorganisasian e-modul	21-23	3

3. Aspek Bahasa

No.	Aspek Penilaian	Nomor Soal	Jumlah Indikator
1.	Keterbacaan	24-30	7
2.	Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik	31-33	3

**Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan E-Modul
Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa
Barat pada Materi Gelombang**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI
SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa
Barat pada Materi Gelombang Bunyi

Peneliti : Paridatul Ilmiah

Mata Pelajaran : Fisika

Materi Pokok : Gelombang Bunyi

Nama Validator :

Hari/Tanggal :

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan E-Modul Fisika dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi Kelas XI SMA Negeri 1 Dukupuntang. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen ini, saya mengucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian :

- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda checklist** (✓) menurut penilaian ahli materi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

No.	Aspek Penilaian	Indikator Penilaian	
Kelayakan Isi			
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	4.	Lebih dari 75% materi yang tersaji mencakup materi yang terkandung dalam KI dan KD
		3.	Terdapat 60-75% materi yang tersaji mencakup materi yang terkandung dalam KI dan KD
		2.	Terdapat 25-50% materi yang tersaji mencakup materi yang terkandung dalam KI dan KD
		1.	Kurang dari 25% materi yang tersaji mencakup materi yang terkandung dalam KI dan KD
2.	Keakuratan konsep dan definisi	4.	Konsep dan definisi pada e-modul dirumuskan sangat jelas
		3.	Konsep dan definisi pada e-modul dirumuskan jelas
		2.	Konsep dan definisi pada e-modul dirumuskan kurang jelas
		1.	Konsep dan definisi pada e-modul dirumuskan tidak jelas
3.	Keakuratan contoh dan kasus	4.	Contoh yang disajikan sangat jelas dan sesuai dengan kenyataan
		3.	Contoh yang disajikan

			<p>1. jelas dan sesuai dengan kenyataan</p> <p>2. Contoh yang disajikan kurang jelas namun sesuai dengan kenyataan</p> <p>3. Contoh yang disajikan tidak jelas dan tidak sesuai dengan kenyataan</p>
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	4.	Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan dapat membantu pemahaman peserta didik
		3.	Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan namun kurang membantu pemahaman peserta didik
		2.	Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan sesuai dengan kenyataan dan tidak dapat membantu pemahaman peserta didik
		1.	Gambar, diagram, dan ilustrasi yang disajikan tidak sesuai dengan kenyataan dan tidak dapat membantu pemahaman peserta didik
5.	Keakuratan notasi,	4.	Notasi, simbol, dan ikon

	simbol, dan ikon		disajikan dengan benar dan sesuai aturan penulisan
		3.	Notasi, simbol, dan ikon disajikan dengan benar namun tidak sesuai aturan penulisan
		2.	Notasi, simbol, dan ikon disajikan kurang benar dan tidak sesuai aturan penulisan
		1.	Notasi, simbol, dan ikon disajikan tidak benar dan tidak sesuai aturan penulisan
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi	4.	Contoh kearifan lokal yang disajikan sesuai dengan konsep fisika dan mendukung kejelasan materi
		3.	Contoh kearifan lokal yang disajikan sesuai dengan konsep fisika namun kurang mendukung kejelasan materi
		2.	Contoh kearifan lokal yang disajikan sesuai dengan konsep fisika dan tidak mendukung kejelasan materi
		1.	Contoh kearifan lokal yang disajikan tidak sesuai dengan konsep

			fisika dan tidak mendukung kejelasan materi
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik	4.	Materi memuat banyak tugas yang mendorong peserta didik untuk mengerjakannya lebih jauh
		3.	Materi memuat banyak tugas namun tidak mendorong peserta didik untuk mengerjakannya lebih jauh
		2.	Materi memuat sedikit tugas dan tidak mendorong peserta didik untuk mengerjakannya lebih jauh
		1.	Materi tidak memuat tugas yang mendorong peserta didik untuk mengerjakannya lebih jauh
Kelayakan Penyajian			
8.	Konsistensi keruntutan sajian	4.	Materi disajikan konsisten dan runtut mulai dari yang sederhana ke kompleks dan dari yang konkret ke abstrak
		3.	Materi disajikan tidak konsisten namun runtut mulai dari yang sederhana ke kompleks

			dan dari yang konkret ke abstrak
		2.	Materi disajikan konsisten namun tidak runtut mulai dari yang sederhana ke kompleks dan dari yang konkret ke abstrak
		1.	Materi disajikan tidak konsisten dan tidak runtut mulai dari yang sederhana ke kompleks dan dari yang konkret ke abstrak
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul	4.	Daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul sangat mudah dipahami pengguna
		3.	Daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul mudah dipahami pengguna
		2.	Daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul kurang dipahami pengguna
		1.	Daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul tidak dapat dipahami pengguna
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran	4.	Lebih dari 75% contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran membantu menguatkan pemahaman

			peserta didik
		3.	60-75% contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran membantu menguatkan pemahaman peserta didik
		2.	25-50% contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran membantu menguatkan pemahaman peserta didik
		1.	Kurang dari 25% contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran membantu menguatkan pemahaman peserta didik
11.	Kunci jawaban	4.	Terdapat lebih dari 75% kunci jawaban dari soal latihan
		3.	Terdapat 60-75% kunci jawaban dari soal latihan
		2.	Terdapat 25-50% kunci jawaban dari soal latihan
		1.	Terdapat kurang dari 25% kunci jawaban dari soal latihan
12.	Rangkuman	4.	Rangkuman disajikan dengan ringkas, jelas, dan mudah dipahami peserta didik
		3.	Rangkuman disajikan dengan ringkas dan jelas namun tidak dipahami peserta didik

		2.	Rangkuman disajikan dengan kurang ringkas namun mudah dipahami peserta didik
		1.	Rangkuman disajikan dengan tidak ringkas dan tidak dipahami peserta didik
13.	Keterlibatan peserta didik	4.	Lebih dari 75% materi yang tersaji bersifat interaktif dan partisipatif
		3.	60-75% materi yang tersaji bersifat interaktif dan partisipatif
		2.	25-50% materi yang tersaji bersifat interaktif dan partisipatif
		1.	Kurang dari 25% materi yang tersaji bersifat interaktif dan partisipatif
Kelayakan Keagrafikan			
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar	4.	Ilustrasi sampul buku menarik dan menggambarkan materi yang disampaikan
		3.	Ilustrasi sampul buku menarik namun tidak menggambarkan materi yang disampaikan
		2.	Ilustrasi sampul buku kurang menarik dan tidak menggambarkan materi yang disampaikan

		1.	Ilustrasi sampul buku tidak menarik dan tidak menggambarkan materi yang disampaikan
15.	Desain tampilan	4.	Desain tampilan e-modul konsisten dan menarik
		3.	Desain tampilan e-modul konsisten namun kurang menarik
		2.	Desain tampilan e-modul kurang konsisten dan tidak menarik
		1.	Desain tampilan e-modul tidak konsisten dan tidak menarik
16.	Konsistensi tata letak (<i>Lay Out</i>)	4.	Jika tata letak pada e-modul konsisten dan rapi
		3.	Jika tata letak pada e-modul konsisten namun tidak rapi
		2.	Jika tata letak pada e-modul kurang konsisten dan tidak rapi
		1.	Jika tata letak pada e-modul tidak konsisten dan tidak rapi
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf	4.	Lebih dari 75% penggunaan ukuran dan jenis huruf konsisten
		3.	60-75% penggunaan ukuran dan jenis huruf konsisten
		2.	25-50% penggunaan ukuran dan jenis huruf

			konsisten
		1	Kurang dari 25% penggunaan ukuran dan jenis huruf konsisten
18.	Kesesuaian gambar	4.	Gambar yang disajikan jelas dan sesuai dengan materi
		3.	Gambar yang disajikan jelas namun tidak sesuai dengan materi
		2.	Gambar yang disajikan kurang jelas dan tidak sesuai dengan materi
		1.	Gambar yang disajikan tidak jelas dan tidak sesuai dengan materi
19.	Kesesuaian video	4.	Video yang disajikan sesuai dengan materi dan mudah dipahami
		3.	Video yang disajikan sesuai dengan materi dan cukup mudah untuk dipahami
		2.	Video yang disajikan kurang sesuai dengan materi dan tidak mudah dipahami
		1.	Video yang disajikan tidak sesuai dengan materi dan tidak mudah dipahami
20.	Penggunaan warna pada e-modul	4.	Tampilan warna yang digunakan menarik dan dapat memperjelas isi e-

			modul
		3.	Tampilan warna yang digunakan menarik namun tidak memperjelas isi e-modul
		2.	Tampilan warna yang digunakan kurang menarik dan tidak memperjelas isi e-modul
		1.	Tampilan warna yang digunakan tidak menarik dan tidak memperjelas isi e-modul
Pengorganisasian E-modul			
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop	4.	E-modul sangat mudah dioperasikan menggunakan handphone atau laptop
		3.	E-modul mudah dioperasikan menggunakan handphone atau laptop
		2.	E-modul sedikit susah dioperasikan menggunakan handphone atau laptop
		1.	E-modul susah dioperasikan menggunakan handphone atau laptop
22.	Petunjuk penggunaan e-modul	4.	Petunjuk penggunaan e-modul sangat jelas dan mudah dipahami
		3.	Petunjuk penggunaan e-

			modul cukup jelas dan cukup mudah untuk dipahami
		2.	Petunjuk penggunaan e-modul kurang jelas dan tidak mudah dipahami
		1.	Petunjuk penggunaan e-modul tidak jelas dan tidak mudah dipahami
23.	Navigasi pada e-modul	4.	Navigasi pada e-modul berfungsi dengan baik
		3.	Navigasi pada e-modul cukup berfungsi dengan baik
		2.	Navigasi pada e-modul kurang berfungsi dengan baik
		1.	Navigasi pada e-modul tidak berfungsi dengan baik
Keterbacaan			
24.	Ketepatan struktur kalimat	4.	Lebih dari 75% penggunaan kalimat mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia
		3.	60-75% penggunaan kalimat mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia
		2.	25-50% penggunaan kalimat mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia
		1.	Kurang dari 25%

			penggunaan kalimat mengikuti tata kalimat Bahasa Indonesia
25.	Keefektifan kalimat	4.	Kalimat yang digunakan sederhana dan langsung ke sasaran
		3.	Kalimat yang digunakan sederhana namun tidak langsung ke sasaran
		2.	Kalimat yang digunakan kurang sederhana dan tidak langsung ke sasaran
		1.	Kalimat yang digunakan rumit dan tidak langsung ke sasaran
26.	Kebakuan istilah	4.	Lebih dari 75% penggunaan kalimat sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia
		3.	60-75% penggunaan kalimat sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia
		2.	25-50% penggunaan kalimat sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia
		1.	Kurang dari 25% penggunaan kalimat sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia
27.	Ketepatan tata bahasa	4.	Lebih dari 75% tata kalimat yang digunakan

			mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar
		3.	60-75% tata kalimat yang digunakan mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar
		2.	25-50% tata kalimat yang digunakan mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar
		1.	Kurang dari 25% tata kalimat yang digunakan mengacu kepada kaidah tata Bahasa Indonesia yang baik dan benar
28.	Ketepatan ejaan	4.	Lebih dari 75% ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan
		3.	60-75% ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan
		2.	25-50% ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan
		1.	Kurang dari 25% ejaan yang digunakan mengacu kepada pedoman Ejaan Yang Disempurnakan

29.	Konsistensi penggunaan istilah	4.	Istilah yang digunakan menggambarkan konsep dan konsisten antar bagian dalam e-modul
		3.	Istilah yang digunakan menggambarkan konsep namun tidak konsisten antar bagian dalam e-modul
		2.	Istilah yang digunakan kurang menggambarkan konsep dan tidak konsisten antar bagian dalam e-modul
		1.	Istilah yang digunakan tidak menggambarkan konsep dan tidak konsisten antar bagian dalam e-modul
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	4.	Lebih dari 75% ikon atau simbol yang digunakan konsisten antar bagian pada e-modul
		3.	60-75% ikon atau simbol yang digunakan konsisten antar bagian pada e-modul
		2.	25-50% ikon atau simbol yang digunakan konsisten antar bagian pada e-modul
		1.	Kurang dari 25% ikon atau simbol yang digunakan konsisten

			antar bagian pada e-modul
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik			
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	4.	Lebih dari 75% bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik
		3.	60-75% bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik
		2.	25-50% bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik
		1.	Kurang dari 25% bahasa yang digunakan sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	4.	Lebih dari 75% bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik
		3.	60-75% bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik
		2.	25-50% bahasa yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik
		1.	Kurang dari 25% bahasa

			yang digunakan sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik
33.	Kemampuan memotivasi pesan	4.	Bahasa yang digunakan memotivasi belajar dan mendorong peserta didik untuk mempelajarinya secara tuntas
		3.	Bahasa yang digunakan memotivasi belajar namun tidak mendorong peserta didik untuk mempelajarinya secara tuntas
		2.	Bahasa yang digunakan kurang memotivasi belajar dan tidak mendorong peserta didik untuk mempelajarinya secara tuntas
		1.	Bahasa yang digunakan tidak memotivasi belajar dan tidak mendorong peserta didik untuk mempelajarinya secara tuntas

Lampiran 6

Validasi Guru Fisika

Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi
 Peneliti : Paridatul Ilmiah
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Gelombang Bunyi
 Nama Validator : Narkhya, S.Pd.
 Instansi Validator : SMA Negeri 1 Dukupuntang
 Hari/Tanggal : 10 November 2021

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen ini, saya mengucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian :

- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan *tanda checklist* (✓) menurut penilaian ahli materi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

A. Lembar Penilaian

No.	Aspek Penilaian	4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	✓			
2.	Keakuratan konsep dan definisi		✓		
3.	Keakuratan contoh dan kasus	✓			
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	✓			
5.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	✓			
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi		✓		
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik		✓		
Kelayakan Penyajian					
8.	Konsistensi keruntutan sajian	✓			
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul	✓			
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran	✓			
11.	Kunci jawaban	✓			
12.	Rangkuman	✓			
13.	Keterlibatan peserta didik	✓			
Kelayakan Kegrafikan					
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar	✓			
15.	Desain tampilan	✓			
16.	Konsistensi tata letak (<i>Layout</i>)	✓			
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf	✓			
18.	Kesesuaian gambar	✓			
19.	Kesesuaian video	✓			
20.	Penggunaan warna pada e-modul	✓			

Pengorganisasian E-modul				
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop	✓		
22.	Petunjuk penggunaan e-modul		✓	
23.	Navigasi pada e-modul	✓		
keterbacaan				
24.	Ketepatan struktur kalimat	✓		
25.	Keefektifan kalimat	✓		
26.	Kebakuan istilah	✓		
27.	Ketepatan tata bahasa	✓		
28.	Ketepatan ejaan	✓		
29.	Konsistensi penggunaan istilah	✓		
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	✓		
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik				
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	✓		
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik		✓	
33.	Kemampuan memotivasi pesan	✓		

B. Lembar Saran dan Masukan

1. Kearifan lokal yang digunakan perlu diperkuat lagi.
2. Perhatikan bahasa yang digunakan
3. _____
4. _____
5. _____

Validator

Shamsi
Nurtiya, S.Pd
NIP. 1977 010 200604 2017

**Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI
SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang**

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi
 Peneliti : Paridatul Ilmiah
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Gelombang Bunyi
 Nama Validator : Diah Mandiyana, S.Pd.
 Instansi Validator : SMA Negeri 1 Sukupakarang
 Hari/Tanggal : Selasa, 9 November 2021

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen ini, saya mengucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian :

- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan *tanda checklist* (✓) menurut penilaian ahli materi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

A. Lembar Penilaian

No.	Aspek Penilaian	4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	✓			
2.	Keakuratan konsep dan definisi		✓		
3.	Keakuratan contoh dan kasus	✓			
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	✓			
5.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	✓			
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi	✓			
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik		✓		
Kelayakan Penyajian					
8.	Konsistensi keruntutan sajian		✓		
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul	✓			
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran	✓			
11.	Kunci jawaban	✓			
12.	Rangkuman	✓			
13.	Keterlibatan peserta didik	✓			
Kelayakan Keagrafikan					
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar	✓			
15.	Desain tampilan	✓			
16.	Konsistensi tata letak (<i>Lay Out</i>)	✓			
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf	✓			
18.	Kesesuaian gambar	✓			
19.	Kesesuaian video	✓			
20.	Penggunaan warna pada e-modul	✓			

Pengorganisasian E-modul					
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop	✓			
22.	Petunjuk penggunaan e-modul	✓			
23.	Navigasi pada e-modul	✓			
keterbacaan					
24.	Ketepatan struktur kalimat		✓		
25.	Koefektifan kalimat		✓		
26.	Kebakuan istilah	✓			
27.	Ketepatan tata bahasa	✓			
28.	Ketepatan ejaan	✓			
29.	Konsistensi penggunaan istilah	✓			
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	✓			
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik					
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	✓			
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	✓			
33.	Kemampuan memotivasi pesan	✓			

B. Lembar Saran dan Masukan

1. Contoh kearifan lokal diperbanyak lagi
2. Pastikan istilah fisika yang digunakan sudah tercantum semua pada glossarium.
- 3.
4. Penulisan rumus sesuaikan dengan format yang ada.
5. Penggunaan kata di beberapa kalimat perlu diperbaiki.

Validator



Diah Mahdiyana, S.Pd.
NIP. 19730301 199802 2003

Lampiran 7

Validasi Dosen Fisika

A. Lembar Penilaian

No.	Aspek Penilaian	4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	✓			
2.	Keakuratan konsep dan definisi		✓		
3.	Keakuratan contoh dan kasus		✓		
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	✓			
5.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon		✓		
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi	✓			
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik		✓		
Kelayakan Penyajian					
8.	Konsistensi keruntutan sajian		✓		
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul		✓		
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran	✓			
11.	Kunci jawaban	✓			
12.	Rangkuman	✓			
13.	Keterlibatan peserta didik		✓		
Kelayakan Keagrafikan					
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar			✓	
15.	Desain tampilan		✓		
16.	Konsistensi tata letak (<i>Layout</i>)		✓		
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf		✓		
18.	Kesesuaian gambar	✓			

19.	Kesesuaian video		✓		
20.	Penggunaan warna pada e-modul			✓	
Pengorganisasian E-modul					
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop		✓		
22.	Petunjuk penggunaan e-modul		✓		
23.	Navigasi pada e-modul	✓			
keterbacaan					
24.	Ketepatan struktur kalimat		✓		
25.	Keefektifan kalimat			✓	
26.	Kebakuan istilah		✓		
27.	Ketepatan tata bahasa		✓		
28.	Ketepatan ejaan		✓		
29.	Konsistensi penggunaan istilah	✓			
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	✓			
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik					
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	✓			
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik		✓		
33.	Kemampuan memotivasi pesan		✓		

B. Lembar Saran dan Masukan

1. Gunakan kalimat efektif dan sesuai EYD
2. Pastikan semua istilah fisika sudah tercantum di Glosarium
3. Peta konsep perlu dilhat hubungan dan keselarasan antarbagianya. Iukan asal dihubungkan
4. Integrasi kearifun lokal perlu diperkuat. Soal-soal pastikan menunjukkan hal tersebut.
5. Rangkuman harus selaras dengan peta konsep

Validator

**Andi Fadlan, S.Si., M.Sc.****NIP. 198009152005011006**

Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi Kelas XI SMA Negeri 1 Dukupuntang
 Peneliti : Paridatul Ilmiah
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Gelombang Bunyi
 Nama Validator : Hartono, S.Pd., M.Sc.
 Instansi Validator : UIN WALISONGO
 Hari/Tanggal : 15 November 2021

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan E-Modul Fisika dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi Kelas XI SMA Negeri 1 Dukupuntang. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek konstektual. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen ini, saya mengucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian :

- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan *tanda checklist* (✓) menurut penilaian ahli materi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

A. Lembar Penilaian

No.	Aspek Penilaian	4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	✓			
2.	Keakuratan konsep dan definisi		✓		
3.	Keakuratan contoh dan kasus		✓		
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	✓			
5.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	✓			
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi		✓		
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik			✓	
Kelayakan Penyajian					
8.	Konsistensi keruntutan sajian		✓		
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul	✓			
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran	✓			
11.	Kunci jawaban	✓			
12.	Rangkuman	✓			
13.	Keterlibatan peserta didik			✓	
Kelayakan Keagrafikan					
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar	✓			
15.	Desain tampilan	✓			
16.	Konsistensi tata letak (<i>Lay Out</i>)	✓			
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf	✓			
18.	Kesesuaian gambar	✓			

19.	Kesesuaian video	✓			
20.	Penggunaan warna pada e-modul	✓			
Pengorganisasian E-modul					
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop	✓			
22.	Petunjuk penggunaan e-modul		✓		
23.	Navigasi pada e-modul	✓			
keterbacaan					
24.	Ketepatan struktur kalimat	✓			
25.	Keefektifan kalimat	✓			
26.	Kebakuan istilah	✓			
27.	Ketepatan tata bahasa	✓			
28.	Ketepatan ejaan	✓			
29.	Konsistensi penggunaan istilah	✓			
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	✓			
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik					
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	✓			
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	✓			
33.	Kemampuan memotivasi pesan		✓		

B. Lembar Saran dan Masukan

1. Perbanyak konten kearifan lokal, karena basis dari e-modul ini adalah kearifan lokal Jawa Barat.
2. Materi yang mengandung kearifan lokal sebaiknya dijelaskan dengan singkat terlebih dahulu kemudian baru mengaitkannya dengan materi yang bersangkutan.
3. Gambar 3, dan Gambar 4, harus dicantumkan ke dalam materi agar lebih jelas.
4. Lebih dijelaskan lagi perbedaan antara pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup.
5. Pada penyeyeman alat musik, mengapa dapat dikatakan sebagai pelayangan bunyi?. Pada sub materi tersebut lebih baik dijelaskan lebih detail lagi.
6. Seharusnya pada deskripsi e-modul dijelaskan bahwa e-modul tersebut memiliki video, dan petunjuk penggunaan video harus dijelaskan pada bagaian petunjuk penggunaan e-modul.

Validator

Hartono, S.Pd., M.Sc.NIP. 199009242019031006

Instrumen Penilaian Terhadap Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang

Judul Penelitian : Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi
 Peneliti : Paridatul Ilmiah
 Mata Pelajaran : Fisika
 Materi Pokok : Gelombang Bunyi
 Nama Validator : Affa Ardhi Saputri M,Pd.
 Instansi Validator : UIN WALISONGO
 Hari/Tanggal : 25 November 2021

Instrumen evaluasi ini dibuat untuk mengetahui pendapat Bapak/Ibu tentang Pengembangan E-Modul Fisika Kelas XI SM/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang Bunyi. Aspek penilaian bahan ajar ini diadaptasi dari komponen penilaian aspek kelayakan isi, kelayakan penyajian, dan kelayakan kebahasaan bahan ajar oleh Badan Standar Nasional Pendidikan (BSNP) serta aspek kontekstual. Penilaian dan saran dari Bapak/Ibu sangat bermanfaat untuk memperbaiki dan meningkatkan kualitas e-modul ini. Atas perhatian dan ketersediaan Bapak/Ibu untuk mengisi instrumen ini, saya mengucapkan terima kasih.

Petunjuk Pengisian :

- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan *tanda checklist* (✓) menurut penilaian ahli materi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat baik	4
Baik	3
Kurang	2
Sangat kurang	1

A. Lembar Penilaian

No.	Aspek Penilaian	4	3	2	1
Kelayakan Isi					
1.	Kesesuaian materi dengan KI dan KD	v			
2.	Keakuratan konsep dan definisi		v		
3.	Keakuratan contoh dan kasus	v			
4.	Keakuratan gambar, diagram, dan ilustrasi	v			
5.	Keakuratan notasi, simbol, dan ikon	v			
6.	Keterkaitan contoh kearifan lokal dengan materi		v		
7.	Mendorong rasa ingin tahu peserta didik		v		
Kelayakan Penyajian					
8.	Konsistensi keruntutan sajian	v			
9.	Memiliki daftar isi dan petunjuk penggunaan e-modul	v			
10.	Contoh soal pada setiap kegiatan pembelajaran		v		
11.	Kunci jawaban	v			
12.	Rangkuman		v		
13.	Keterlibatan peserta didik		v		
Kelayakan Keagrafikan					
14.	Ilustrasi sampul buku menggambarkan materi ajar	v			
15.	Desain tampilan	v			
16.	Konsistensi tata letak (<i>Lay Out</i>)	v			
17.	Konsistensi penggunaan ukuran dan jenis huruf	v			
18.	Kesesuaian gambar	v			

19.	Kesesuaian video				
20.	Penggunaan warna pada e-modul	v			
Pengorganisasian E-modul					
21.	E-modul dapat dioperasikan menggunakan handphone atau laptop	v			
22.	Petunjuk penggunaan e-modul		v		
23.	Navigasi pada e-modul	v			
keterbacaan					
24.	Ketepatan struktur kalimat	v			
25.	Keefektifan kalimat		v		
26.	Kebakuan istilah	v			
27.	Ketepatan tata bahasa		v		
28.	Ketepatan ejaan	v			
29.	Konsistensi penggunaan istilah	v			
30.	Konsistensi penggunaan ikon atau simbol	v			
Kesesuaian dengan tingkat perkembangan peserta didik					
31.	Penggunaan bahasa sesuai dengan perkembangan intelektual peserta didik	v			
32.	Penggunaan bahasa sesuai dengan tingkat perkembangan emosional peserta didik	v			
33.	Kemampuan memotivasi pesan		v		

B. Lembar Saran dan Masukan

1.
2.
3.
4.
5.

Validator


Alfa Ardhi Saputri, M.Pd.
NIP. 199004112019031012

Kategori jawaban

Rentang Skor	Kategori
$3.25 < \bar{X} \leq 4.00$	Sangat Baik
$2.50 < \bar{X} \leq 3.25$	Baik
$1.75 < \bar{X} \leq 2.50$	Cukup Baik
$1.00 < \bar{X} \leq 1.75$	Kurang Baik

Lampiran 9

Daftar Nama Responden Uji Skala Kecil

No.	Nama	Kelas	Sekolah
1.	Aan Roihatul Jannah	XI MIPA 1	SMA Negeri 1 Dukupuntang
2.	Nur Hawa	XI MIPA 2	
3.	Sanadi	XI MIPA 2	
4.	Suryana	XI MIPA 2	
5.	Linggar Laraswati	XI MIPA 2	
6.	Najwa Leonita Darussalam	XI MIPA 3	
7.	Prasetyo	XI MIPA 3	
8.	Rifki Wiguna Sami Aji	XI MIPA 3	
9.	Eko Anggoro	XI MIPA 3	
10.	Riski Andriyani	XI MIPA 3	
11.	Dian Palupi	XI MIPA 3	
12.	Nurul Itqiyah	XI MIPA 3	

13.	Neng Asih	XI MIPA 4	
14.	Rizky Mulyahadi	XI MIPA 4	
15.	Muhammad Fahmi Aziz	XI MIPA 5	
16.	Masnunah	XI MIPA 5	
17.	Lia Yuliasih	XI MIPA 5	
18.	Muhammad Hilmi Mubarok	XI MIPA 5	
19.	Fahmi Said	XI MIPA 5	
20.	Muhammad Agung Saputra	XI MIPA 5	

Lampiran 10

Rubik Angket Respon Peserta Didik

**Lembar Respon Peserta Didik Terhadap Pengembangan
E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan
Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang**

Nama Peserta Didik :

Kelas :

Hari/Tanggal :

Petunjuk Pengisian :

- Pastikan anda sudah membaca e-modul ini sampai selesai, kemudian bacalah pertanyaan di bawah ini dengan baik!
- Jawaban dapat diberikan pada kolom jawaban dengan memberikan **tanda checklist** (✓) menurut penilaian responden.
- Setiap pertanyaan wajib di isi.
- Kriteria penilaian :

Nilai	Angka
Sangat Setuju	4
Setuju	3
Kurang Setuju	2
Sangat Kurang	1

A. Lembar Penilaian

No.	Butir Pernyataan	Jawaban			
		4	3	2	1
1.	Desain atau tampilan e-modul menarik dan menggambarkan materi yang disajikan				
2.	Contoh kearifan lokal yang digunakan mempermudah saya untuk memahami materi				
3.	Peta konsep dalam e-modul mudah dipahami				
4.	Bahasa yang digunakan dalam e-modul mudah dipahami				
5.	Petunjuk penggunaan e-modul sangat jelas dan mudah dimengerti				
6.	Latihan soal, diskusi, dan tugas evaluasi yang disajikan sesuai dengan materi				
7.	Adanya kunci jawaban membantu saya untuk mengukur kemampuan belajar				
8.	Adanya gambar, ilustrasi, maupun video tersaji dengan jelas				

9	Tata letak (<i>Lay Out</i>) pada e-modul tersaji dengan rapi				
10.	Ukuran dan jenis huruf yang digunakan dalam e-modul konsisten				
11.	Penggunaan warna pada e-modul menarik dan tidak berlebihan				
12.	E-modul sangat mudah saya gunakan melalui handphone atau laptop				
13.	Navigasi dalam e-modul mudah dioperasikan				
14.	Kalimat yang digunakan pada e-modul tidak rumit dan sesuai dengan Kamus Besar Bahasa Indonesia				
15.	Saya ingin menggunakan e-modul ini untuk menambah wawasan terkait gelombang bunyi dengan kearifan lokal Jawa Barat				

- B. Saran atau masukan terhadap E-Modul Fisika Kelas XI SMA/MA dengan Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang

.....

.....

.....

.....

.

Lampiran 11

Data Angket Respon Peserta Didik Uji Skala Kecil

Indikator	Nilai Validator																				Rata-Rata	Presentase Kelayakan	Σ Skor Seluruh Indikator	Σ rata-rata seluruh indikator	Presentase seluruh indikator	
	Σ Tiap Skor Indikator																									
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV	XV	XVI	XVII	XVIII	XIX	XX						
1	3	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3	3	4	3	3	4	4	72	3,6	90%			
2	4	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	3	4	76	3,8	95%			
3	3	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	3	3	3	4	3	4	4	4	4	73	3,7	91%			
4	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3	4	3	3	4	3	4	3	3	3	4	70	3,5	87%			
5	2	3	3	3	3	4	4	3	4	3	4	4	2	4	4	3	3	3	4	4	66	3,5	82%			
6	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	4	4	3	4	4	75	3,8	93%			
7	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	4	4	75	3,8	93%			
8	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	78	3,9	97%			
9	4	4	4	3	3	4	4	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3	4	3	4	71	3,6	88%			
10	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	4	3	4	4	77	3,9	96%			
11	3	3	3	4	4	3	4	4	2	4	3	4	2	3	4	4	4	3	3	4	74	3,7	92%			
12	4	4	4	3	4	4	4	4	4	3	4	4	3	4	4	3	4	3	3	4	73	3,7	91%			
13	3	4	4	3	4	4	4	3	4	3	4	3	3	4	4	4	4	4	3	4	73	3,7	91%			
14	3	4	3	3	4	3	4	4	3	4	4	3	4	4	4	4	4	3	3	4	71	3,6	88%			
15	4	3	3	3	4	3	4	4	3	4	3	4	3	3	3	4	4	3	4	4	70	3,5	87%			
																					1.094	3,64	91%			

Lampiran 12

Daftar Nama Responden Uji Keterlaksanaan E-Modul

No.	Nama	Kelas	Sekolah
1	Aida Gadis Saharani	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
2	Amanda Fil Jeni	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
3	Azka Bariqlana	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
4	Bima Arya Pratama	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
5	Bimasakti	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
6	Bintang Aprilian	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
7	Daffa Iqbal Maulana	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
8	Danang Pradana	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
9	Denis Hardiyanti	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
10	Erlang Widodo	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
11	Euis Damayanti	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
12	Farhan Leksono	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
13	Fauziah Dini Azkia	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
14	Fazle Mawla Maulida	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
15	Felia Setyowati	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
16	Hasan Albasri	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
17	Helda Putri Soekarno	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
18	Ienas Febriyanti	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
19	Ikbal	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
20	Jumaroh	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
21	M. Arifin	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
22	M. Naufal Alfaiz	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
23	Masya Danindra	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
24	Nanang Susilo	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
25	Naula Zalfa Azzahro	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
26	Putra Khabibi Imanafi	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang

27	Rani Dhia Putri	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
28	Riska Sella Cahyani	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
29	Salman Nur Faudza	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
30	Shafira Annisa Putri	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
31	Supratno	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
32	Tegar Adi Sanjaya	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang
33	Vian Ramadhani	XII MIPA 4	SMA N 1 Dukupuntang

Lampiran 13

Lembar Pertanyaan Uji Keterlaksanaan E-Modul

UJI KETERLAKSANAAN E-MODUL**Pengembangan E-Modul Fisika SMA/MA Kelas XI dengan
Keunggulan Lokal Jawa Barat pada Materi Gelombang
Bunyi**

Nama Peserta Didik :

Kelas :

Hari/Tanggal :

Petunjuk Pengisian:

- Pastikan anda sudah mempelajari e-modul ini sampai dengan selesai, kemudian jawablah pertanyaan di bawah ini dengan tepat!
- Setiap pertanyaan wajib di isi.
- Kriteria penilaian:

$$\text{Nilai} = \frac{\sum \text{pertanyaan benar}}{2} \times 10$$

Lembar Pertanyaan:

1. (1) Gelombang bunyi merambat melalui medium
(2) Gelombang bunyi dapat dipantulkan
(3) Arah rambat gelombang bunyi tegak lurus dengan arah getarnya
(4) Gelombang bunyi dapat merambat diruang vakum
Pernyataan yang benar mengenai gelombang bunyi adalah
 - A. (1) dan (2)
 - B. (1) dan (3)
 - C. (1) dan (4)
 - D. (2) dan (3)
 - E. (3) dan (4)

2. Jarak antara pendengar dan sumber bunyi yang dibagi dengan waktu yang diperlukan gelombang bunyi untuk mencapai pendengarnya disebut
 - A. Intensitas bunyi
 - B. Interferensi bunyi
 - C. Cepat rambat bunyi
 - D. Refleksi bunyi
 - E. Pelenturan bunyi

3. Jenglong merupakan alat musik dari Jawa Barat yang masih satu keluarga dengan bonang, saron, dan gong. Apabila pengrajin jenglong mempunyai sebatang aluminium dengan modulus Young $7,0 \times 10^{10} \text{ N/m}^2$ dan massa jenis 2.500 Kg/m^3 maka cepat rambat gelombang yang dihasilkan adalah

- A. 5.291,5 m/s
- B. 529,15 m/s
- C. 5.921,5 m/s
- D. 592,15 m/s
- E. 6.100,5 m/s

4. Perhatikan pernyataan berikut!

- (1) Mengalami interferensi
- (2) Mengalami polarisasi
- (3) Terjadi pemantulan
- (4) Terjadi difraksi
- (5) Tidak mengalami resonansi

Pernyataan yang benar mengenai sifat gelombang bunyi adalah

- A. (1), (2), dan (3)
- B. (1), (3), dan (4)
- C. (1), (3), dan (5)
- D. (2), (3), dan (4)

E. (2), (3), dan (5)

5. Tari Merak merupakan tarian yang berasal dari Bandung. Tarian ini biasanya diiringi dengan lagu Macan Ucul dengan musik dari gamelan Laras Selendro. Jika pertunjukan Tari Merak diadakan di suatu gedung yang tidak memiliki kualitas akustik yang baik maka akan menghasilkan bunyi yang kurang enak didengar. Pada saat posisi tertentu akan terdengar dengung, sedangkan pada posisi lain akan terdengar sangat jelas. Hal ini terjadi karena sifat bunyi yaitu
- A. Pelayangan gelombang bunyi
 - B. Refleksi gelombang bunyi
 - C. Interferensi gelombang bunyi
 - D. Pembiasan gelombang bunyi
 - E. Difraksi gelombang bunyi
6. Sebuah mobil pemadam kebakaran bergerak dengan kecepatan V_s sambil membunyikan sirine yang menghasilkan frekuensi f_s . Seorang pengendara motor bergerak dengan kecepatan V_p mengikuti dibelakang mobil pemadam kebakaran. Jika cepat rambat bunyi di udara v maka frekuensi bunyi yang didengar pengendara motor dapat dirumuskan

- A. $f_p = \left(\frac{v+V_p}{v+V_s}\right) f_s$
- B. $f_p = \left(\frac{v-V_p}{v+V_s}\right) f_s$
- C. $f_p = \left(\frac{v+V_p}{v-V_s}\right) f_s$
- D. $f_p = \left(\frac{v-V_p}{v\pm}\right) f_s$
- E. $f_p = \left(\frac{v}{v+V_s}\right) f_s$

7. Jimin mengendarai sepeda motor dengan kelajuan 72 km/jam, kemudian ia mendengar suara sinden yang sedang bernyanyi di irinngi berbagai musik tradisional Sunda dari sebuah panggung. Suara tersebut menimbulkan frekuensi 400 Hz. Jika pada saat itu cepat rambat di udara adalah 300 m/s, maka tentukanlah frekuensi bunyi yang didengar Jimin....

- A. 300 Hz
- B. 325 Hz
- C. 350 Hz
- D. 375 Hz
- E. 400 Hz

8. Badeng merupakan salah satu kesenian tradisional Jawa Barat yang dulunya digunakan sebagai kepentingan dakwah penyebaran agama Islam. Kesenian ini

menggunakan sembilan angklung dengan jenis yang berbeda. Apabila sekelompok pemain badeng bergerak dengan kecepatan 10 m/s meninggalkan penonton yang berada dibelakangnya dan bergerak searah dengan sekelompok pemain dengan kecepatan 5 m/s. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s dan frekuensi sumber bunyi 700 Hz, maka frekuensi yang didengar oleh pengamat adalah

- A. 650 Hz
 - B. 660 Hz
 - C. 670 Hz
 - D. 680 Hz
 - E. 690 Hz
9. Tinggi rendahnya suatu bunyi dipengaruhi oleh
- A. Resonansi
 - B. Amplitudo
 - C. Jarak sumber bunyi
 - D. Interferensi
 - E. Frekuensi
10. Seutas dawai yang panjangnya 3 m diikat salah satu ujungnya dan ujung yang lainnya digetarkan dengan

vibrator sehingga terbentuk 7 simpul gelombang stasioner. Letak perut ketiga dari ujung pantul adalah ...

- A. $\frac{1}{2}$ meter
- B. $\frac{1}{4}$ meter
- C. 1 meter
- D. $\frac{3}{4}$ meter
- E. $\frac{5}{4}$ meter

11. Kecapi merupakan alat musik tradisional Jawa Barat yang memiliki dua jenis yaitu kecapi indung dan kecapi rincik. Seutas dawai kecapi menghasilkan nada atas kedua 400 Hz. Jika cepat rambat gelombang dawai 200 m/s maka panjang dawai adalah ...

- A. $\frac{1}{2}$ meter
- B. $\frac{1}{4}$ meter
- C. 1 meter
- D. $\frac{3}{4}$ meter
- E. $\frac{4}{3}$ meter

12. Tarawangsa merupakan salah satu alat musik tertua tradisional Sunda yang dimainkan dengan cara digesek. Alat musik ini biasanya dimainkan secara bersamaan dengan alat musik jenteng. Apabila seutas dawai panjangnya 1 m dan massanya 1×10^{-4} Kg ditegangkan 100 N. Frekuensi nada dasar dawai yang dihasilkan adalah

- A. 200 Hz
- B. 300 Hz
- C. 400 Hz
- D. 500 Hz
- E. 600 Hz

13. Toleat merupakan alat musik Sunda yang terbuat dari bambu tamiang dan dimainkan dengan cara ditiup seperti seruling. Perbedaan toleat dan seruling terletak pada jumlah lubangnya sehingga menghasilkan nada yang berbeda. Sebuah toleat memiliki panjang 40 cm. Jika cepat rambat bunyi di udara adalah 320 m/s, berapa frekuensi nada dasar pipa organa yang dihasilkan

- A. 1.200 Hz
- B. 1.300 Hz

- C. 1.400 Hz
- D. 1.500 Hz
- E. 1.600 Hz

14. Sebatang logam mempunyai modulus Young 7×10^{12} N/m² dan massa jenis 70.000 Kg/m³. Jika bunyi merambat pada logam tersebut, maka kelajuan bunyi yang dihasilkan adalah

- A. 8.000 m/s
- B. 9.000 m/s
- C. 10.000 m/s
- D. 10.500 m/s
- E. 11.000 m/s

15. Berikut pernyataan yang benar mengenai intensitas bunyi adalah

- A. Laju perpindahan gelombang bunyi tiap satu satuan luas yang tegak lurus terhadap arah rambatannya
- B. Laju perpindahan gelombang bunyi tiap satu satuan volume yang tegak lurus terhadap arah rambatannya

- C. Laju perpindahan gelombang bunyi tiap satu satuan panjang yang tegak lurus terhadap arah rambatannya
 - D. Laju perpindahan gelombang bunyi tiap satu satuan lebar yang tegak lurus terhadap arah rambatannya
 - E. Tidak ada yang benar
16. Tarompet merupakan alat musik yang berasal dari Jawa Barat. Alat musik ini dimainkan dengan cara ditiup dan terbuat dari kayu yang memiliki tujuh lubang suara. Taraf intensitas bunyi 5 tarompet yang dimainkan serentak yaitu 50 dB. Jika terdapat 50 tarompet yang dimainkan serentak, maka taraf intensitas bunyi yang didengar adalah
- A. 40 dB
 - B. 50 dB
 - C. 60 dB
 - D. 70 dB
 - E. 80 dB

17. Suatu gelombang bunyi mempunyai intensitas 8×10^{-4} W/m^2 pada jarak 5 m dari sumbernya. Besar intensitas bunyi pada jarak 10 m dari sumber adalah

- A. $1 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
- B. $1,5 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
- C. $2 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
- D. $2,5 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$
- E. $3 \times 10^{-4} \text{ W/m}^2$

18. Sebuah angklung mempunyai taraf intensitas 80 dB ($I_0 = 1 \times 10^{-12} \text{ W/m}^2$). Ketika 100 buah angklung dimainkan serentak, maka taraf intensitas bunyi yang dihasilkan adalah

- A. 90 dB
- B. 100 dB
- C. 120 dB
- D. 130 dB
- E. 150 dB

19. Suatu gelombang bunyi mempunyai intensitas 8×10^{-5} W/m^2 pada jarak 4 m dari sumbernya. Besar intensitas bunyi tersebut pada tempat yang berjarak 8 m dari sumber bunyi adalah

- A. $1 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$
- B. $1,25 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$
- C. $1,5 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$
- D. $1,75 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$
- E. $2 \times 10^{-5} \text{ W/m}^2$

20. Sebuah kecapi dan sebuah seruling dimainkan secara bersamaan dengan masing-masing frekuensi 900 Hz dan 1.000 Hz, frekuensi pelayangan bunyi yang dihasilkan adalah

- A. 80 Hz
- B. 90 Hz
- C. 100 Hz
- D. 110 Hz
- E. 120 Hz

Lampiran 13

Data Hasil Uji Keterlaksanaan E-Modul

No.	Nama	Nilai
1	Aida Gadis Saharani	90
2	Amanda Fil Jeni	75
3	Azka Bariqlana	80
4	Bima Arya Pratama	80
5	Bimasakti	80
6	Bintang Aprilian	80
7	Daffa Iqbal Maulana	75
8	Danang Pradana	80
9	Denis Hardiyanti	60
10	Erlang Widodo	80
11	Euis Damayanti	80
12	Farhan Leksono	70
13	Fauziah Dini Azkia	80
14	Fazle Mawla Maulida	80
15	Felia Setyowati	85
16	Hasan Albasri	80
17	Helda Putri Soekarno	85
18	Ienas Febriyanti	60
19	Ikbal	80
20	Jumaroh	85
21	M. Arifin	70
22	M. Naufal Alfaiz	85
23	Masya Danindra	75
24	Nanang Susilo	50
25	Naula Zalfa Azzahro	80
26	Putra Khabibi lmanafi	85

27	Rani Dhia Putri	80
28	Riska Sella Cahyani	80
29	Salman Nur Faudza	60
30	Shafira Annisa Putri	85
31	Supratno	85
32	Tegar Adi Sanjaya	85
33	Vian Ramadhani	80

Lampiran 15

Produk Akhir

E-MODUL FISIKA
TERINTEGRASI KEARIFAN LOKAL
JAWA BARAT

PARIDATUL ILMIAH



GELOMBANG BUNYI

SMA/MA KELAS XI

Semester 2

Dosen Pembimbing:

Edi Daenuri Anwar, M.Si

Fachrizar Rian Pratama, M.Sc

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kehadiran Allah SWT, atas limpahan dan rahmatnya sehingga penulis dapat menyelesaikan e-modul fisika mengenai materi Gelombang Bunyi yang terintegrasi kearifan lokal Jawa Barat untuk siswa kelas XI SMA/MA. Sholawat serta salam semoga senantiasa tercurah limpahkan kepada Nabi Muhammad SAW yang menjadi panutan seluruh umat muslim di dunia.

E-modul fisika mengenai materi Gelombang Bunyi yang terintegrasi kearifan lokal Jawa Barat merupakan produk penelitian skripsi jenjang S-1 Pendidikan Fisika Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Walisongo. E-modul ini menyajikan konsep pengaplikasian materi Gelombang Bunyi dalam kearifan lokal yang ada di Jawa Barat. Diharapkan e-modul ini dapat meningkatkan aspek yang menjadi pengantar mutu pendidikan melalui pembelajaran yang bermakna.

Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan e-modul ini. Penulis menyadari bahwa dengan keterbatasan yang dimiliki selama penyusunan e-modul ini menyebabkan adanya kekurangan dalam e-modul ini. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran demi kesempurnaan dan perbaikan e-modul ini dikemudian hari.

Cirebon, 20 Maret 2021



Paridatul Ilmiah

NIM. 1708066051

DESKRIPSI E-MODUL

Fisika adalah upaya untuk memahami perilaku alam semesta dan membungkainya menjadi bagian berfikir secara logis. Fenomena fisika ada dimana-mana. Fisika sebenarnya bukan hanya urusan sekolah maupun kuliah sehingga harus terpenjara di ruang-ruang kelas atau laboratorium-laboratorium fisika. Fisika adalah salah satu jalan yang ditempuh manusia untuk mengenal Tuhan yang menciptakan alam semesta yang mereka tinggal.

E-modul Fisika terintegrasi kearifan lokal ini berisi tentang materi Gelombang Bunyi. Materi tersebut tersaji dalam e-modul ini berupa hasil pengkajian dan keterkaitan antar kearifan lokal yang ada di Jawa Barat. Konsep kearifan lokal ini merupakan nilai tambah yang jarang sekali ditemukan baik di modul atau e-modul lain. Dengan membaca e-modul ini, peserta didik tidak hanya mendapatkan ilmu pengetahuan saja namun mengetahui kearifan lokal yang ada di lingkungannya sehingga kebudayaan yang ada ditempat tinggalnya tidak akan lupa.

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	i
Deskripsi E-Modul	ii
Daftar Isi	iii
Glosarium	iv
Petunjuk Penggunaan E-Modul	v
Peta Konsep	vi
Kompetensi Inti	vii
Kompetensi Dasar dan Indikator	viii
Pengertian Gelombang Bunyi	2
Gelombang Bunyi sebagai Gelombang Longitudinal	3
Cepat Rambat Bunyi dalam Medium	4
Sifat-Sifat Gelombang Bunyi	8
Frekuensi Bunyi	10
Efek Doppler	11
Sumber Bunyi	13
Resonansi Bunyi	21
Energi Gelombang Bunyi	22
Pelayangan Bunyi	26
Aplikasi Gelombang Bunyi	29
Rangkuman	31
Evaluasi	33
Kunci Jawaban	42
Daftar Pustaka	44

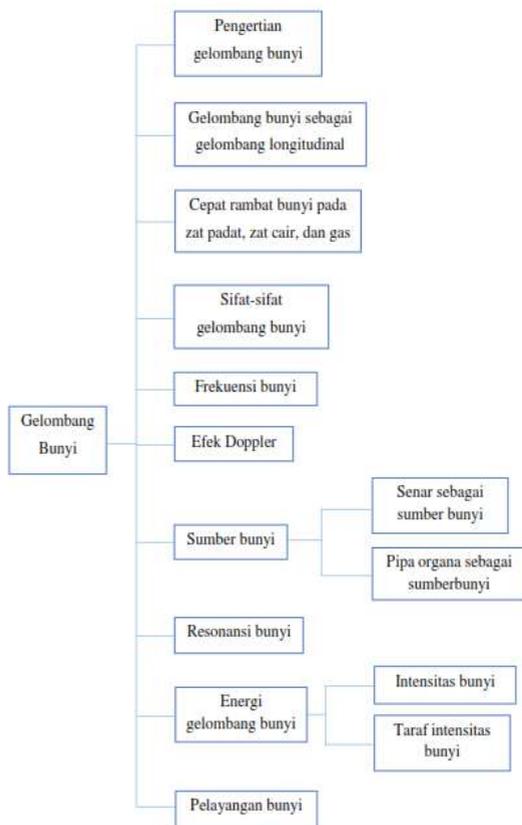
GLOSARIUM

Audiosonik	: Gelombang yang mempunyai frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz.
Difraksi	: Peristiwa pelenturan gelombang ketika melewati celah yang seorde dengan panjang gelombangnya.
Dispersi	: Perubahan bentuk gelombang ketika melewati suatu medium.
Efek Doppler	: Gejala yang mendeskripsikan bahwa perubahan frekuensi terjadi ketika pendengar dan sumber bunyi saling mendekati atau sebaliknya.
Gelombang longitudinal	: Gelombang yang arah rambatannya searah dengan arah getarnya.
Gelombang mekanik	: Gelombang yang merambat melalui medium.
Infrasonik	: Bunyi yang mempunyai frekuensi di bawah 20 Hz.
Interferensi	: Perpaduan gelombang bunyi yang terjadi apabila terdapat dua bunyi yang saling padu.
Intensitas gelombang	: Energi gelombang bunyi yang merambat menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap detiknya.
Kearifan lokal	: Potensi yang dimiliki suatu daerah.
Refleksi	: Pemantulan gelombang bunyi.
Refraksi	: Pembiasan gelombang bunyi.
Ultrasonik	: Bunyi yang mempunyai frekuensi di atas 20.000 Hz.

PETUNJUK PENGGUNAAN E-MODUL

1. Baca dan pahami indikator
2. Pelajari dan pahami materi
3. Diskusi dengan teman atau guru
4. Simak video yang ada di dalam e-modul untuk mendukung materi yang terkait
5. Kerjakan soal dan evaluasi
6. Periksa jawaban pada kunci jawaban
7. Jika tuntas, lanjutkan ke materi berikutnya

PETA KONSEP



KOMPETENSI INTI

1. Menghayati dan mengamalkan ajaran yang dianutnya.
2. Mengembangkan perilaku (jujur, disiplin, tanggung jawab, peduli, santu, ramah lingkungan, gotong royong, kerjasama, cinta damai, responsif, dan proaktif) dan menunjukkan sikap sebagai bagian dari solusi atas berbagai permasalahan bangsa dalam berinteraksi secara efektif dengan lingkungan sosial dan alam serta dalam menempatkan diri sebagai cerminan bangsa dalam pergaulan dunia.
3. Memahami, menerapkan, dan menjelaskan pengetahuan faktual, konseptual, prosedural, dan metakognitif dalam ilmu pengetahuan, teknologi, seni, budaya, dan humaniora dengan wawasan kemanusiaan, kebangsaan, kenegaraan, dan peradaban, terkait penyebab fenomena dan kejadian, serta menerapkan pengetahuan prosedural pada bidang kajian yang spesifik sesuai dengan bakat dan minatnya untuk memecahkan masalah.
4. Mencoba, mengolah, dan menyaji dalam ranah konkret dan ranah abstrak terkait dengan pengembangan dari yang dipelajarinya di sekolah secara mandiri, bertindak secara efektif dan kreatif, serta mampu menggunakan metode sesuai kaidah keilmuan.

**KOMPETENSI DASAR
DAN INDIKATOR**

Kompetensi Dasar	Indikator Pencapaian
1.1 Menyadari kebesaran Tuhan yang menciptakan dan mengatur alam jagad raya melalui pengamatan fenomena alam fisis dan pengukurannya.	1.1.1 Mengagumi kebesaran Tuhan yang telah menciptakan dan mengatur alam jagad raya dengan keteraturannya melalui fenomena gerak.
2.1 Menunjukkan perilaku ilmiah (memiliki rasa ingin tahu, objektif, tekun, hati-hati, bertanggung jawab, terbuka, kritis, kreatif, inovatif dan peduli lingkungan) dalam aktivitas sehari-hari sebagai wujud implementasi sikap dalam melakukan percobaan, melaporkan, dan berdiskusi.	2.1.1 Teliti dan objektif dalam kegiatan pengamatan. 2.1.2 Memiliki rasa ingin tahu untuk memecahkan permasalahan secara santun. 2.1.3 Tekun, jujur, dan tanggung jawab dalam melaksanakan tugas.
3.1 Menerapkan konsep dan prinsip gelombang bunyi dalam teknologi.	3.1.1 Mendeskripsikan pengertian gelombang bunyi. 3.1.2 Mendeskripsikan bunyi sebagai gelombang longitudinal. 3.1.3 Menentukan cepat rambat gelombang bunyi pada zat padat, zat cair, dan gas. 3.1.4 Menyebutkan sifat-sifat gelombang bunyi. 3.1.5 Menyebutkan frekuensi bunyi. 3.1.6 Mendeskripsikan konsep efek Doppler.

	<p>3.1.7 Memformulasikan konsep efek Dopler.</p> <p>3.1.8 Mendeskripsikan konsep sumber bunyi pada dawai dan pipa organa terbuka.</p> <p>3.1.9 Memformulasikan konsep sumber bunyi pada dawai dan pipa organa tertutup.</p> <p>3.1.10 Mendeskripsikan resonansi pada gelombang bunyi.</p> <p>3.1.11 Mendeskripsikan intensitas dan taraf intensitas bunyi.</p> <p>3.1.12 Memformulasikan intensitas dan taraf intensitas bunyi.</p> <p>3.1.13 Mendeskripsikan konsep pelayangan bunyi.</p> <p>3.1.14 Memformulasikan pelayangan bunyi.</p>
<p>4.1 Melakukan pengamatan atau percobaan tentang gelombang bunyi.</p>	<p>4.1.1 Mengolah, menganalisis, dan menyajikan data serta menarik kesimpulan pada percobaan gelombang bunyi.</p>



GELOMBANG BUNYI

Pernahkah mendengar suara alunan musik? Suara alunan musik yang merdu sering membuat kita terlena. Kombinasi nada tinggi dan rendah yang harmonis bisa menciptakan keindahan tersendiri. Apalagi jika dipadukan dengan variasi musik tradisional maupun modern, seperti suara angklung, kecapi, gitar, piano, biola, dan lainnya.

Otak kita mampu merespon berbagai jenis dan karakteristik bunyi, sehingga kita bisa membedakan suara antara jenis alat-alat musik tersebut. Bagaimana kita dapat membedakan suara atau jenis alat-alat musik tersebut? Bagaimana otak kita dapat menangkap sebuah bunyi atau suara? Untuk lebih jelasnya, pelajailah materi gelombang bunyi ini dengan seksama.

A Pengertian Gelombang Bunyi

Setiap saat kita selalu mendengarkan bunyi. Konsep bunyi banyak sekali diaplikasikan pada kehidupan sehari-hari. Seperti kedua peristiwa pada Gambar 1. dan Gambar 2. Udara yang bergetar di dalam seruling dapat menghasilkan sebuah bunyi, sedangkan kendang dapat mengeluarkan bunyi apabila kulitnya bergetar. Berdasarkan dua peristiwa tersebut, dapat disimpulkan bahwa bunyi dihasilkan dari benda yang bergetar.



Sumber:

<https://www.nandaabi.com>

Gambar 1. Alat musik seruling



Sumber:

<https://id.wikipedia.org/wiki/>

Gambar 2. Alat musik kendang

Sumber bunyi yang bergetar akan menghasilkan gelombang bunyi yang merambat ke segala arah melalui medium (padat, cair, dan gas). Gelombang bunyi tersebut terdengar oleh telinga yang menyebabkan selaput gendang telinga bergetar. Kemudian getaran diterjemahkan menjadi sinyal listrik yang diteruskan oleh otak melalui syaraf pendengaran sehingga terdengar sebuah bunyi. Gelombang bunyi merupakan salah satu contoh dari gelombang mekanik. Gelombang mekanik merupakan gelombang yang memerlukan perantara (medium) dalam perambatannya. Terdapat tiga syarat agar terjadinya bunyi, yaitu ada pendengar, sumber bunyi, dan medium.

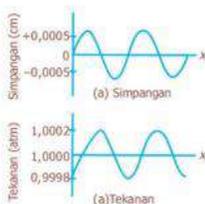
B Bunyi adalah Gelombang Longitudinal



Sumber: *Fisika Jilid 1*, Erlangga, 2001

Gambar 3. Partikel-partikel membentuk daerah bertekanan tinggi dan rendah

Gelombang bunyi adalah gelombang longitudinal, yaitu gelombang yang terdiri dari partikel-partikel beresilasi searah dengan gerak gelombang dan membentuk daerah bertekanan tinggi atau rendah (rapatan dan regangan). Gelombang bertekanan tinggi terjadi apabila partikel saling berdekatan, sedangkan gelombang bertekanan rendah terjadi apabila partikel tersebut merengang. Kedua jenis gelombang ini akan menyebar dari sumber bunyi dan bergerak secara bergantian pada medium.



Sumber :

<https://www.nafium.com>

Gambar 4. Representasi gelombang bunyi dalam ruang pada satu waktu.

Bunyi dapat bergerak melalui medium berupa zat padat, zat cair, dan gas, tetapi tidak dapat merambat melalui vakum, hal ini disebabkan karena tidak ada partikel zat yang mampu mentransmisikan getaran. Gelombang bunyi dapat menempuh jarak tertentu dalam satu waktu disebut kecepatan bunyi. Kecepatan bunyi di udara bergantung kepada temperatur udara dan kerapatan udara. Kecepatan bunyi akan bertambah jika temperatur udara meningkat. Dan bunyi akan semakin cepat merambat jika kerapatan udara semakin tinggi. Kecepatan bunyi pada zat padat lebih besar daripada cepat rambat bunyi dalam zat cair maupun udara, dan kecepatan bunyi di udara lebih kecil daripada kecepatan bunyi dalam zat cair. Tabel 1 menunjukkan cepat rambat bunyi pada berbagai materi.

Tabel 1. Laju bunyi pada berbagai materi

Gas		Cairan pada 25 °C		Padat	
Bahan	Laju (m/s)	Bahan	Laju (m/s)	Bahan	Laju (m/s)
Udara (0°C)	331	Kerosin	1.324	Timbal	1.322
Udara (25°C)	343	Raksa	1.450	Emas	3.240
Helium (0°C)	972	Gliserol	1.493	Alumunium	5.100
Hidrogen (0°C)	1.286	Air laut	1.533	Besi	5.130
		Air	1.904	Kaca Pyrex	5.640
				Intan	1.322

Cepat Rambat Bunyi pada Zat Padat, Zat Cair, dan Gas

Cepat rambat bunyi merupakan jarak antara pendengar dan sumber bunyi yang dibagi dengan waktu yang dibutuhkan gelombang bunyi untuk mencapai pendengarnya. Bunyi merupakan getaran yang dapat merambat melalui air, atau material lainnya sebagai medium atau perantara. Bunyi merupakan gelombang longitudinal yang ditandai dengan frekuensi, amplitudo, dan intensitas. Kecepatan bunyi bergantung pada transmisi oleh mediumnya.

1. Cepat Rambat Bunyi pada Zat Padat

Cepat rambat bunyi pada zat padat bergantung pada modulus Young dan massa jenis zat padat. Modulus elastisitas atau modulus Young berkaitan dengan tegangan (*stress*) dan regangan (*strain*) dari suatu benda. Contoh perantara pada zat padat yaitu kaca, alumunium, baja, dan lainnya. Cepat rambat bunyi pada zat padat dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

... (1)

dengan

- v : cepat rambat bunyi (m/s)
 E : modulus Young (N/m^2)
 ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

2. Cepat Rambat Bunyi pada Zat Cair

Cepat rambat bunyi dalam zat cair bergantung pada modulus Bulk dan massa jenis zat cair. Semakin besarnilai modulus bulk dan semakin rendah kerapatan medium menghasilkan laju bunyi yang semakin tinggi. Contoh perantara pada zat cair yaitu air, helium cair, raksa, dan lainnya. Cepat rambat bunyi pada zat cair dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

... (2)

dengan

- v : cepat rambat bunyi (m/s)
 B : modulus Bulk (N/m^2)
 ρ : massa jenis zat cair (kg/m^3)

3. Cepat Rambat Bunyi pada Gas

Cepat rambat bunyi pada gas bergantung pada suhu dan jenis gas. Cepat rambat bunyi pada gas dirumuskan dengan persamaan sebagai berikut :

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

... (3)

dengan

- v : cepat rambat bunyi (m/s)
 γ : konstanta laplace
 R : konstanta gas umum (J/molK)
 T : suhu gas (K)
 M : massa molekul relatif

Konstanta laplace (γ) merupakan perbandingan antara kapasitas kalor gas pada tekanan tetap dengan kapasitas kalor pada volume tetap. Konstanta laplace dapat digunakan untuk gas monoatomik atau diatomik. Konstanta laplace untuk gas monoatomik adalah :

$$\gamma = \frac{C_p}{C_v} = \frac{\frac{5}{2}nR}{\frac{3}{2}nR} = \frac{5}{3} = 1,67$$

... (4)

Sedangkan konstanta laplace untuk gas diatomik dibagi menjadi tiga jenis yaitu pada suhu rendah, suhu sedang, dan suhu tinggi yang nilainya sebagai berikut :

Tabel 2. Nilai konstanta laplace untuk gas diatomik

Suhu rendah	$\frac{3}{2}nR$	$\frac{5}{2}nR$	1,62
Suhu sedang	$\frac{5}{2}nR$	$\frac{7}{2}nR$	1,4
Suhu tinggi	$\frac{7}{2}nR$	$\frac{9}{2}nR$	1,28

Contoh 1

Rebab merupakan salah satu alat musik tradisonal Jawa Barat yang menyerupai biola dan dimainkan dengan cara digesek. Apabila seutas senar rebab yang memiliki panjang 50 cm dan massanya 10 gram ditegangkan dengan gaya sebesar 2,0 N. Jika salah satu ujung senar rebab digetarkan sehingga gelombang stasioner, maka berapakah cepat rambat gelombang tersebut?

Jawab :

Diketahui :

$$l = 50 \text{ cm} = 0,5 \text{ m}$$

$$m = 10 \text{ gram} = 1 \times 10^{-2} \text{ Kg}$$

$$F = 2 \text{ N}$$

Massa persatuan panjang (μ) dihitung menggunakan persamaan :

$$\mu = \frac{m}{l} = \frac{1 \times 10^{-2}}{0,5} = 2 \times 10^{-2} \text{ Kg/m}$$

Cepat rambat gelombang v dihitung dengan persamaan :

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{2}{2 \times 10^{-2}}} = \sqrt{100} = 10 \text{ m/s}$$

Contoh 2

Tentukan cepat rambat gelombang bunyi di dalam air jika diketahui modulus Bulk air $3,24 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$ dan massa jenis air 10^3 Kg m^{-3} . Tentukan pula frekuensinya jika panjang gelombang 2 m!

Jawab :

Diketahui :

$$B = 3,24 \times 10^9 \text{ Nm}^{-2}$$

$$\rho = 10^3 \text{ Kg m}^{-3}$$

$$\lambda = 2 \text{ m}$$

Cepat rambat bunyi :

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}} = \sqrt{\frac{3,24 \times 10^9}{10^3}} = 1.800 \text{ m/s}$$

Frekuensi gelombang :

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

$$2 = \frac{1800}{f}$$

$$f = 900 \text{ Hz}$$

D Sifat-Sifat Bunyi

Pada umumnya bunyi memiliki tiga sifat, yakni kuat lemah bunyi, tinggi rendah bunyi, dan warna bunyi. Tinggi rendah bunyi merupakan keadaan gelombang bunyi yang ditangkap oleh telinga manusia berdasarkan frekuensi (jumlah getaran per sekon). *Pitch* atau tinggi suara menandakan kerendahan atau ketinggian sifat bunyi terhadap seorang pengamat. Kerasnya bunyi akan memengaruhi tinggi nada, yaitu semakin meningkatnya bunyi yang keras akan menyebabkan turunnya titi nada hingga 1.000 Hz. Sedangkan warna bunyi merupakan bunyi yang ditangkap oleh alat pendengar berdasarkan sumber getarnya. Bentuk gelombang bunyi yang berbeda dihasilkan dari sumber getaran yang berbeda. Hal ini mengakibatkan sumber getaran yang berbeda akan menghasilkan nada yang sama pada telinga manusia.

Gelombang bunyi merupakan gelombang mekanik yang memiliki sifat-sifat seperti gelombang mekanik lainnya. Sifat-sifat tersebut adalah pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), interferensi, dispersi, dan difraksi.

1. Pemantulan gelombang bunyi (refleksi)

Ketika suatu bunyi merambat melalui mediumnya, maka bunyi akan dipantulkan apabila mengenai permukaan medium yang keras. Pemantulan gelombang bunyi atau refleksi sering kita rasakan ketika adanya gaung dan gema. Gaung dan gema adalah pemantulan bunyi yang seolah-olah ada yang menirukan. Gema terjadi di ruang yang luas, sehingga pemantulan yang

dihasilkan lebih lama, ada jeda waktu antara bunyi asli dan bunyi pantul. Contohnya ketika kita berteriak di atas bukit. Sedangkan gaung terjadi di ruang yang sempit, seperti berteriak di dalam bioskop maka akan menyebabkan bunyi pantul tidak cukup waktu untuk merambat, akhirnya bunyi datang dan bunyi pantul terdengar bersamaan. Hal ini dikarenakan gedung bioskop memasang bahan peredam bunyi yang bersifat lunak seperti karet, karpet, maupun busa untuk mengurangi bunyi gaung.

2. Pembiasan gelombang bunyi (refraksi)

Refraksi terjadi ketika ada bunyi yang melewati air dan udara, sehingga bunyi akan dibelokkan atau dibiaskan. Sesuai dengan hukumnya, gelombang datang dari medium yang kurang rapat ke medium yang lebih rapat dan akan dibiaskan mendekati garis normal atau sebaliknya. Pembiasan terjadi pada gelombang bunyi, contohnya ketika pada malam hari suara atau bunyi yang cukup jauh terdengar lebih jelas pada siang hari. Hal ini terjadi karena suhu udara dipermukaan bumi pada siang hari lebih tinggi dari bagian atasnya. Akibatnya lapisan udara pada bagian atas lebih rapat daripada bawahnya. Jadi gelombang bunyi datang secara horizontal dari sumber bunyi ke pendengar arah rambatannya dibelokkan ke atas, sedangkan pada malam hari arah rambat bunyi akan melengkung ke bawah.

3. Difraksi gelombang bunyi

Difraksi atau pelenturan gelombang bunyi berlaku apabila gelombang melewati celah, celahnya seorde dengan panjang gelombangnya. Gelombang bunyi sangat mudah mengalami difraksi karena panjang gelombang bunyi di udara sekitar beberapa sentimeter hingga meter. Contohnya, kita dapat mendengar suara orang diruangan berbeda dan tertutup karena bunyi dapat melewati celah-celah sempit.

4. Dispersi gelombang bunyi

Dispersi merupakan perubahan bentuk gelombang ketika melewati suatu medium. Medium yang dilewati apabila tidak bergantung pada panjang maupun frekuensi disebut dengan medium dispersif.

5. Interferensi gelombang bunyi

Interferensi atau perpaduan gelombang bunyi yang terjadi apabila terdapat dua bunyi yang saling padu. Interferensi bunyi terjadi jika ada dua sumber bunyi yang koheren sampai ke telinga kita. Kuat lemahnya bunyi saling menguatkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang keras dan interferensi destruktif atau saling melemahkan yaitu akan menghasilkan bunyi yang lemah. Contohnya ketika terdapat dua buah pengeras suara yang dihubungkan pada sebuah generator sinyal dapat berfungsi sebagai dua sumber bunyi yang koheren.

6. Pelayangan gelombang bunyi

Pelayangan merupakan fenomena yang menerapkan prinsip interferensi gelombang. Kuat dan kecilnya bunyi yang terdengar tergantung pada besar kecilnya amplitudo gelombang bunyi. Demikian juga kuat dan lemahnya pelayangan bunyi bergantung pada amplitudo gelombang bunyi yang berinterferensi.

Diskusi

Misalkan kamu sedang duduk di barisan paling belakang sebuah ruangan besar dan temanmu di panggung meneriakkan sebuah nada tinggi tepat pada saat orang di sebelahnya memukul kendang. Bunyi manakah yang akan kamu dengar terlebih dahulu? Mengapa? Diskusikan bersama 2 temanmu!

E Frekuensi Bunyi

Setiap makhluk hidup mempunyai ambang pendengaran yang berbeda-beda. Berdasarkan frekuensinya, bunyi dapat dikelompokkan ke dalam tiga kelompok yakni infrasonik, audiosonik, dan ultrasonik.

1. Infrasonik

Infrasonik adalah bunyi yang mempunyai frekuensi di bawah jangkauan manusia, yaitu lebih kecil dari 20 Hz. Gelombang infrasonik hanya

mampu didengar oleh beberapa binatang seperti anjing, kelelawar, dan jangkrik.

2. Audiosonik

Gelombang audiosonik adalah gelombang yang mempunyai frekuensi antara 20 Hz sampai 20.000 Hz. Gelombang audiosonik merupakan gelombang yang mampu didengar oleh manusia dan sebagian besar binatang.

3. Ultrasonik

Ultrasonik adalah gelombang yang mempunyai frekuensi di atas jangkauan pendengaran manusia, yaitu lebih besar dari 20.000 Hz. Kelelawar pada malam hari memancarkan gelombang ultrasonik dari mulutnya. Gelombang ini akan dipantulkan kembali mengenai benda. Dari gelombang pantul yang didengar tadi, kelelawar dapat mengetahui jarak dan ukuran benda yang berada di depannya.

F Efek Doppler

Pernahkah kalian mendengar efek Doppler? Pada kehidupan sehari-hari, kita sering mendengar bunyi yang terdengar tidak sama jika adanya gerakan relatif yang terjadi antara sumber bunyi dengan pendengar. Misalnya pada saat kita sedang mengendarai sepeda dan melewati orang yang sedang memainkan angklung. Bunyi angklung akan terdengar semakin keras apabila mendekati sumber bunyi (orang yang memainkan angklung), begitupun sebaliknya. Peristiwa ini disebut dengan efek Doppler.

Peristiwa efek Doppler pertama kali dikemukakan oleh seorang fisikawan Austria pada tahun 1842, Christian Johann Doppler (1803-1853) yang menjelaskan bahwa gerak relatif menyebabkan perubahan frekuensi gelombang antara sumber bunyi dan pengamat disebut efek Doppler. Kuat atau lemahnya bunyi yang terdengar bergantung pada frekuensi bunyi yang diterima pendengar. Besar kecilnya perubahan frekuensi yang terjadi bergantung pada cepat rambat gelombang bunyi dan perubahan relatif antara sumber bunyi dan pengamat. Efek Doppler dirumuskan sebagaimana persamaan berikut :

$$\frac{f_p}{v + v_p} = \frac{f_s}{v + v_s}$$

... (5)

dengan

 f_p : frekuensi bunyi yang diterima pendengar (Hz) f_s : frekuensi sumber bunyi (Hz) v : cepat rambat bunyi di udara (m/s) v_p : kecepatan pendengar (m/s) v_s : kecepatan sumber bunyi (m/s)

Persamaan 5 mempunyai ketentuan bahwa apabila sumber bunyi berada disebelah kiri pendengar, maka semua gerak ke kiri diberi tanda positif dan gerak ke kanan diberi tanda negatif baik untuk sumber bunyi maupun pendengar. Cepat rambat gelombang bunyi di udara dikatakan tetap apabila tidak terjadi perubahan suhu di udara. Apabila posisi sumber dan pendengar terjadi sebaliknya maka berlaku ketentuan sebaliknya.

Contoh 3

Gedung sate dikenal sebagai kantor gubernur Jawa Barat. Terdapat sirine yang menghasilkan bunyi dan dapat menjangkau bunyi sejauh 2.000 Km saat gedung tersebut masih bernama *Gouvernements Bedrijven* (GB). Seandainya sirine tersebut pada saat itu dibunyikan dengan frekuensi sebesar 1.050 Hz dan Euis sedang berada di dalam mobil yang bergerak dengan kecepatan 90 Km/Jam. Jika cepat rambat bunyi 350 m/s, berapa frekuensi layangan yang didengar Euis saat mendekati dan menjauhi menara?

Jawab:

- Mendekati:

$$f_p = \left(\frac{v + v_p}{v} \right) f_s = \left(\frac{350 + 25}{350} \right) 1.050 = 1.125 \text{ Hz}$$

- Menjauhi:

$$f_p = \left(\frac{v-v_o}{v}\right) f_s = \left(\frac{350-25}{350}\right) 1.050 = 975 \text{ Hz}$$

Contoh 4

Andre sedang memainkan alat musik tarawangsa, yaitu alat musik tradisional Sunda yang dimainkan dengan cara menggesek salah satu senar sembari memetik dawai satunya. Frekuensi yang dihasilkan tarawangsa adalah 544 Hz. Jika Ani berlari mendekati Andre dengan kecepatan 10 m/s, maka berapa frekuensi yang terdengar oleh Ani ?

Jawab :

$$V_s = 0 \text{ m/s}$$

$$V_o = 15 \text{ m/s}$$

$$f_s = 544 \text{ Hz}$$

Sehingga :

$$f_p = \left(\frac{v + V_o}{v}\right) f_s = \left(\frac{340 + 10}{340}\right) 544 = 560 \text{ Hz}$$

G Sumber Bunyi

Sumber bunyi adalah benda yang bergetar. Kecapi, rebab, calung, arumba, dan instrumen musik lainnya merupakan beberapa contoh benda yang berperan sebagai sumber bunyi. Bunyi yang diperoleh suatu benda bergantung pada mekanisme yang digunakan untuk membangkitkan bunyi dari benda tersebut. Getaran yang dihasilkan dari alat musik dapat diperoleh dari petikan, tiupan, pukulan, atau gesekan. Alat musik seperti kecapi menggunakan dawai (senar) sebagai alat getarnya. Sedangkan alat musik seperti seruling menggunakan kolom udara yang bergetar untuk menghasilkan bunyi.

1. Senar sebagai sumber bunyi

Kecapi dan jenteng merupakan salah satu alat musik tradisional sunda yang dimainkan sebagai alat musik utama dalam Tembag Sunda atau Mamaos Cianjuran. Keduanya merupakan alat musik kordofon atau alat musik yang sumber bunyinya berasal dari dawai atau senar. Ketika senar pada kecapi atau jenteng dipetik maka akan menghasilkan bunyi dengan nada tertentu dan pola gelombang yang berubah-ubah. Satu senar dapat menghasilkan berbagai pola getaran atau frekuensi. Pada saat bergetar sumber bunyi juga menggetarkan udara disekelilingnya dan kemudian udara mentransmisikan getaran tersebut ke dalam gelombang longitudinal.



Sumber :

<https://www.google.com>

Gambar 5. Alat musik jenteng

Getaran yang terjadi pada senar kecapi merupakan gelombang stasioner pada dawai ujung terikat. Ketika sebuah senar pada gitar dipetik maka akan menghasilkan bunyi dengan nada tertentu dan pola gelombang yang berubah-ubah. Satu senar dapat menghasilkan berbagai frekuensi atau pola getaran seperti tampak pada gambar di bawah ini.



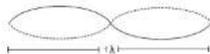
Sumber :

<https://www.google.com>

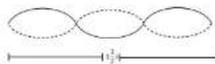
Gambar 6. Alat musik kecapi



Nada dasar	: $l = \frac{1}{2} \lambda_0$ atau $\lambda_0 = 2l$
Frekuensi	: $f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$



Nada dasar	: $l = \lambda_1$ atau $\lambda_1 = l$
Frekuensi	: $f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{2l} = 2 \left(\frac{v}{2l} \right)$



Nada dasar	: $l = \frac{3}{2} \lambda_2$ atau $\lambda_2 = \frac{2}{3} l$
Frekuensi	: $f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{2}{3} l} = 3 \left(\frac{v}{2l} \right)$

Sehingga perbandingan frekuensinya adalah:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{v}{2l} : 2 \frac{v}{2l} : 3 \frac{v}{2l} : \dots$$

... (6)

Jika cepat rambat gelombang pada senar atau dawai dinyatakan:

$$v = \sqrt{\frac{F}{\mu}} = \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

... (7)

Maka :

$$f_0 = \frac{v}{2l} = \frac{1}{2l} \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

... (8)

Jadi :

$$f_n = (n + 1)f_0 = \left(\frac{n + 1}{2l}\right) \sqrt{\frac{Fl}{m}}$$

.... (9)

dengan $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ merupakan tanda nada dasar, nada atas pertama, dan seterusnya.

dengan

v : cepat rambat bunyi pada senar (m/s)

F : tegangan senar (N)

μ : massa senar per satuan panjang (kg/m)

m : massa senar (kg)

l : panjang senar (m)

2. Pipa organa sebagai sumber bunyi

Jika kecapi dan jenteng menggunakan dawai sebagai alat getarnya untuk menghasilkan bunyi maka pada pipa organa menggunakan kolom udara yang bergetar untuk menghasilkan bunyi. Pipa organa dibagi menjadi dua jenis, yaitu pipa organa terbuka (kedua ujung terbuka) dan pipa organa tertutup (salah satu ujungnya terbuka).

a. Pipa organa terbuka

Seruling merupakan salah satu alat musik tradisional Jawa Barat berbahan dasar kayu atau bambu yang terdapat lubang untuk mengatur nada dan menghasilkan bunyi yang diperoleh dengan cara ditiup. Seruling merupakan sumber bunyi yang tergolong ke dalam pipa organa terbuka. Ketika seruling ditiup, udara-udara di dalam pipa



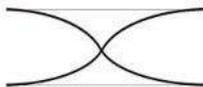
Sumber :

<https://www.google.com>

Gambar 7. Alat musik seruling

akan bergetar sehingga menghasilkan bunyi. Bunyi yang dihasilkan seruling adalah interferensi gelombang datang dan gelombang pantul di dalam kolom pipa sehingga membentuk gelombang stasioner.

Pipa organa terbuka dapat didefinisikan sebagai alat tiup yang berupa tabung sebagai sumber getar. Pola gelombang pada pipa organa terbuka berbeda dengan senar yang selalu simpul pada kedua ujungnya, melainkan kedua ujung pada pipa organa terbuka selalu terjadi perut seperti pada gambar di bawah ini.



$$\text{Nada dasar} : l = \frac{1}{2}\lambda_0 \text{ atau } \lambda_0 = 2l$$

$$\text{Frekuensi} : f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{2l}$$



$$\text{Nada dasar} : l = \lambda_1 \text{ atau } \lambda_1 = l$$

$$\text{Frekuensi} : f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{l} = 2 \left(\frac{v}{2l} \right)$$



$$\text{Nada dasar} : l = \frac{3}{2}\lambda_2 \text{ atau } \lambda_2 = \frac{2}{3}l$$

$$\text{Frekuensi} : f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{2}{3}l} = 3 \left(\frac{v}{2l} \right)$$

Hubungan panjang l terhadap panjang gelombang λ pada pipa organa terbuka sama dengan senar. Oleh karena itu perbandingan frekuensi yang dihasilkan oleh setiap gelombang pada pipa organa terbuka adalah:

$$f_0: f_1: f_2: \dots = \frac{v}{2l}: 2\frac{v}{2l}: 3\frac{v}{2l}: \dots$$

$$f_0: f_1: f_2: \dots = 1: 2: 3: 4$$

... (10)

Jadi,

$$f_n = (n + 1)f_0 = (n + 1)\frac{v}{2l}$$

... (11)

dengan $n = 0, 1, 2, 3, \dots$ merupakan tanda nada dasar, nada atas pertama, dan seterusnya.

b. Pipa organa tertutup

Pipa organa tertutup merupakan alat tiup berupa tabung yang salah satu ujungnya terbuka dan ujung lain tertutup. Salah satu contoh dari pipa organa tertutup yaitu alat musik angklung. Angklung merupakan alat musik multiton (bernada ganda) yang secara tradisional berkembang dalam masyarakat sunda tepatnya di

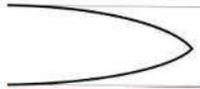


Sumber :

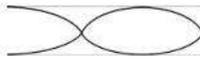
<https://www.google.com>

Gambar 8. Alat musik angklung

Jawa Barat. Angklung menghasilkan suara dengan proses benturan antara bagian tabung utama dan sekunder. Benturan tersebut menghasilkan gelombang bunyi yang memiliki sistem kerja sama dengan bunyi pada pipa organa tertutup. Pola pipa organa tertutup seperti pada gambar di bawah ini.



Nada dasar	: $l = \frac{1}{4}\lambda_0$ atau $\lambda_0 = 4l$
Frekuensi	: $f_0 = \frac{v}{\lambda_0} = \frac{v}{4l}$



Nada dasar	: $l = \frac{3}{4}\lambda_1$ atau $\lambda_1 = \frac{4}{3}l$
Frekuensi	: $f_1 = \frac{v}{\lambda_1} = \frac{v}{\frac{4}{3}l} = 3\frac{v}{4l}$



Nada dasar	: $l = \frac{5}{4}\lambda_2$ atau $\lambda_2 = \frac{4}{5}l$
Frekuensi	: $f_2 = \frac{v}{\lambda_2} = \frac{v}{\frac{4}{5}l} = 5\frac{v}{4l}$

Perbandingan frekuensi-frekuensi pipa organa tertutup adalah:

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = \frac{v}{4l} : 3\frac{v}{4l} : 5\frac{v}{4l} : \dots$$

$$f_0 : f_1 : f_2 : \dots = 1 : 3 : 5 : \dots$$

... (12)

Berdasarkan uraian tersebut, pola gelombang pada pipa organa tertutup berlaku hubungan sebagaimana tertuang pada persamaan berikut:

$$f_n = (2n + 1)f_0 = (2n + 1)\frac{v}{4l}$$

... (13)

dengan p adalah perut, s adalah simpul, dan $n = 0, 1, 2, \dots$ berturut-turut menyatakan notasi untuk nada dasar, nada atas pertama dan seterusnya.

Tabukah kamu???

Sekolah di Maryland Amerika, yakni Reit Temple Christian Academy sekitar sejak Tahun 2014 mengajarkan cara bermain angklung kepada murid-muridnya. Dan paska ditetapkannya angklung sebagai warisan dunia oleh UNESCO, beberapa sekolah di Inggris mulai menerapkan angklung ke dalam kurikulumnya. Sebagai warga negara Indonesia, kita harus bangga dengan warisan kebudayaan kita sendiri.

Contoh 5

Tarawangsa merupakan salah satu alat musik gesek tradisional Jawa Barat yang cukup unik. Hal ini dikarenakan alat musik tarawangsa hanya memiliki 2 sampai 3 senar saja untuk digesek. Apabila sebuah senar tarawangsa dengan massa 0,1 kg dengan panjang 0,1 m diberi tegangan 400 N. Berapakah frekuensi nada dasar kecapi?

Jawab :

$$f_n = \left(\frac{n+1}{2l} \right) \sqrt{\frac{F \cdot l}{m}} \rightarrow n = 0$$

$$f_0 = \left(\frac{0+1}{2(0,1)} \right) \sqrt{\frac{400(0,1)}{0,1}}$$

$$f_0 = (5)(20)$$

$$f_0 = 100 \text{ Hz}$$

Contoh 6

Seruling sunda merupakan salah satu alat musik yang berperan penting dalam tiap harmoni musik Sunda. Suling atau seruling sunda berbeda dengan alat musik lainnya karena memiliki nada pentatonik sehingga cara memainkannya pun cukup unik. Apabila sebuah seruling sunda memiliki kolom udara terbuka pada kedua ujungnya dan memiliki frekuensi 1.500 Hz pada nada atas kedua, Berapakah panjang seruling apabila kecepatan suara di udara adalah 340 m/s?

Jawab :

$$f_n = \left(\frac{n+1}{2L}\right)v \rightarrow n = 2$$

$$1.500 = \left(\frac{2+1}{2L}\right) 340$$

$$1.500 = \left(\frac{1020}{2L}\right)$$

$$3000L = 1020$$

$$L = 0,34 \text{ m} = 34 \text{ cm}$$

H Resonansi Bunyi

Resonansi dapat digunakan untuk menghasilkan bunyi. Resonansi adalah peristiwa bergetarnya suatu benda yang disebabkan oleh benda lain yang bergetar. Resonansi bunyi dapat terjadi apabila terdapat suatu benda yang memiliki frekuensi sama dengan frekuensi alamiah benda disekitarnya. Selain benda, gas atau udara yang ada disekitar sumber bunyi juga beresonansi, dengan syarat yakni memiliki frekuensi yang sama dengan frekuensi sumber bunyi yang bergetar. Contohnya, seutas senar bergetar dan menghasilkan bunyi dengan frekuensi f_s dekat lubang pipa organa terbuka dengan frekuensi f_p , maka resonansi yang akan terjadi yaitu $f_s = f_p$. Agar terjadi resonansi udara, alat musik pada umumnya dibuat berlubang sehingga menghasilkan suara yang nyaring.

Percobaan mengenai resonansi bunyi yang umum dilakukan adalah mencelupkan sebuah tabung yang kedua ujung tabung tersebut terbuka ke dalam

air secara vertikal, seperti pada Gambar. Garputala digetarkan pada mulut tabung bagian atas dengan frekuensi f atau panjang gelombang λ . Tabung diangkat secara perlahan. Resonansi akan terjadi apabila panjang kolom tabung di atas permukaan air memenuhi persamaan sebagai berikut :

$$L_n = (2n - 1) \frac{1}{4} \lambda \quad \dots (14)$$

dengan

L_n : panjang kolom udara ke- n

n : 1, 2, 3, ...

Peristiwa pada resonansi tersebut memiliki panjang gelombang yang tetap, sehingga perbandingan panjang kolom udara memenuhi persamaan berikut.

$$L_0; L_1; L_2; \dots = 1; 3; 5 \quad \dots (15)$$

I Energi Gelombang Bunyi

Gelombang dapat merambatkan energi, yang artinya gelombang juga mempunyai energi. Begitu juga dengan gelombang bunyi. Energi gelombang bunyi dapat ditentukan dengan dari energi potensial maksimum getaran, karena bunyi merupakan gelombang longitudinal. Jika udara atau gas dilalui gelombang bunyi, maka partikel-partikel udara akan bergetar sehingga setiap partikel akan mempunyai energi total dalam persamaan berikut ini.

$$E = \frac{1}{2} k A^2 = \frac{1}{2} m \omega^2 A^2 = 2\pi^2 m f^2 A^2 \quad \dots (16)$$

dengan

E = energi gelombang (J)

k = konstanta (N/m)

A = amplitudo (m)

ω = frekuensi sudut (rad/s)

f = frekuensi (Hz)

Persamaan 16 menunjukkan bahwa energi yang dipindahkan oleh gelombang berbanding lurus dengan kuadrat frekuensi dan kuadrat amplitudo.

1. Intensitas gelombang bunyi

Pada dasarnya gelombang bunyi merupakan rambatan energi yang berasal dari sumber bunyi yang merambat ke segala arah, sehingga muka gelombangnya berbentuk bola. Intensitas gelombang bunyi adalah daya yang dipancarkan tiap satuan luas, atau energi gelombang bunyi yang merambat menembus permukaan bidang tiap satuan luas tiap detiknya. Sebagaimana tertuang dalam persamaan berikut ini.

$$I = \frac{P}{A} = \frac{P}{4\pi r^2}$$

... (17)

dengan

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

P = daya gelombang (W)

A = luas permukaan yang ditembus gelombang bunyi (m^2)

Persamaan intensitas gelombang bunyi menunjukkan bahwa intensitas gelombang bunyi suatu titik berbanding terbalik dengan kuadrat jarak titik tersebut ke sumbernya.

$$I \sim \frac{1}{r^2}$$

... (18)

dengan :

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

r = jarak tempat dari sumber bunyi

Persamaan tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh suatu titik dari sumbernya maka intensitas gelombang bunyi semakin kecil.

2. Taraf intensitas bunyi

Intensitas gelombang bunyi terkecil yang dapat didengar oleh telinga manusia adalah 10^{-2} W/m^2 yang disebut intensitas ambang pendengaran. Sedangkan intensitas gelombang bunyi terbesar yang dapat didengar oleh telinga manusia tanpa menimbulkan rasa sakit adalah 1 W/m^2 yang disebut juga intensitas ambang perasaan. Taraf intensitas bunyi adalah logaritma perbandingan dari intensitas bunyi dengan intensitas ambang pendengaran. Sebagaimana yang tertuang dalam persamaan berikut ini.

$$TI = 10 \log \frac{I}{I_0} \quad \dots (19)$$

dengan

TI = taraf intensitas bunyi (dB)

I = intensitas gelombang bunyi (W/m^2)

I_0 = intensitas ambang pendengaran

Jika terdapat sumber bunyi yang lebih dari satu maka taraf intensitas totalnya adalah sebagaimana persamaan berikut ini.

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n \quad \dots (20)$$

dengan

TI_n = taraf intensitas oleh n buah sumber bunyi (dB)

n = banyaknya sumber bunyi

TI_1 = taraf intensitas oleh 1 buah sumber bunyi (dB)

Contoh

Karinding merupakan alat musik yang berasal dari Tasikmalaya Jawa Barat dan dimainkan dengan cara ditiup. Apabila karinding yang sedang dimainkan dan bunyinya dikeraskan dengan pengeras suara sehingga memancarkan daya akustik 36π watt dan taraf intensitas 80 dB saat terdengar dari jarak x . Berapakah nilai x yang tepat? ($I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$)
Jawab :

$$T_i = 10 \log \frac{I}{I_0}$$

$$80 = 10 \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$8 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$\log 10^8 = \log \frac{I}{10^{-12}}$$

$$10^8 = \frac{I}{10^{-12}}$$

$$I = 10^{-8}$$

Maka :

$$I = \frac{P}{4\pi r^2}$$

$$10^{-8} = \frac{36\pi}{4\pi r^2}$$

$$r^2 = \frac{4}{10^{-8}}$$

$$r = \frac{2}{10^{-4}} = 2.000 \text{ m}$$

Contoh

Di dalam sebuah gedung terdapat 100 orang siswi sedang belajar menyanyikan lagu-lagu daerah Jawa Barat seperti Bubuy Bulan, Es Lilin, dan Manuk Dadali. Apabila taraf intensitas suara satu orang siswi saat bernyanyi 60 dB (dianggap untuk setiap anak sama) maka perbandingan taraf intensitas suara satu orang dengan 100 orang ($I_0 = 10^{-12} \text{ W/m}^2$) adalah

Jawab :

$$TI_1 = 60 \text{ dB} = 10^{-6} \text{ W/m}^2$$

$$I_n = nI_1 = I_{100} = 100 \times 10^{-6} = 10^{-4} \text{ W/m}^2$$

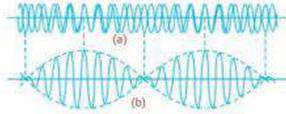
$$I_{100} = 10^{-4} \frac{\text{W}}{\text{m}^2} = TI_{100} = 80 \text{ dB}$$

Jadi, perbandingan taraf intensitas suara satu orang dengan 100 orang adalah:

$$\frac{TI_1}{TI_{100}} = \frac{60 \text{ dB}}{80 \text{ dB}} = \frac{3}{4}$$

J Pelayangan Bunyi

Peristiwa pelayangan tidak asing lagi, khususnya jika anda cukup intens terhadap musik. Peristiwa ini sering dialami ketika seseorang sedang melakukan penyeteranan alat musik. Pada saat kita hendak menyesuaikan sebuah nada (frekuensi) tertentu dan nada hampir sesuai dengan standar nada, maka akan terjadi penguatan atau pelemahan bunyi secara bergantian. Hal ini merupakan salah satu fenomena pelayangan bunyi atau disebut juga dengan *beats*. Peristiwa pelayangan gelombang bunyi merupakan sebuah peristiwa akibat adanya superposisi dua gelombang dengan amplitudo dan arahnya yang tidak sama sehingga menimbulkan getaran yang berbeda di setiap titiknya kemudian terjadi penguatan atau pelemahan bunyi.



Coba kita perhatikan titik yang dilalui oleh kedua gelombang sehingga menimbulkan peristiwa pelayangan gelombang. Titik ini akan mengalami simpangan yang disebabkan oleh gelombang pertama dengan frekuensi f_1 sebagaimana persamaan berikut.

$$y_1 = A \sin 2\pi f_1 t \quad \dots (21)$$

dan simpangan oleh gelombang kedua dengan frekuensi f_2 sebagaimana persamaan berikut.

$$y_2 = A \sin 2\pi f_2 t \quad \dots (22)$$

sehingga superposisi simpangan adalah :

$$y = y_1 + y_2 = A[\sin 2\pi f_1 t + \sin 2\pi f_2 t] \quad \dots (23)$$

dengan menggunakan aturan sinus maka diperoleh :

$$y = A \sin \left[\frac{(2\pi f_1 + 2\pi f_2)}{2} t \right] \cos \left[\frac{(2\pi f_2 + 2\pi f_1)}{2} t \right] \quad \dots (24)$$

dengan $2\pi f_1 = \omega_1$ dan $2\pi f_2 = \omega_2$

maka diperoleh persamaan peristiwa pelayangan gelombang sebagai berikut :

$$y = A \sin \left[\frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2} t \right] \cos \left[\frac{(\omega_2 - \omega_1)}{2} t \right]$$

... (25)

$$y = 2A \cos \left[\frac{(\omega_2 + \omega_1)}{2} t \right] \sin \left[\frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2} t \right] = A_p \sin \bar{\omega} t$$

... (26)

dengan $A_p = 2A \cos \left[\frac{(\omega_2 + \omega_1)}{2} t \right]$ dan $\bar{\omega} = \frac{(\omega_1 + \omega_2)}{2}$

bentuk persamaan $A_p = 2A \cos \left[\frac{(\omega_2 + \omega_1)}{2} t \right]$ dapat diubah menjadi $A_p = 2A \cos 2\pi \left[\frac{(f_2 + f_1)}{2} t \right]$

A_p memiliki nilai antara $2A$ dan $-2A$. Perubahan amplitudo tersebut memiliki frekuensi sebesar $\frac{(f_2 - f_1)}{2}$. Frekuensi perubahan amplitudo akan terdengar jelas jika nilai $f_2 - f_1$ kecil. Maka $f_2 - f_1$ yang disebut dengan frekuensi pelayangan, atau dirumuskan sebagai berikut.

$$f_p = f_2 - f_1$$

... (27)

dengan nilai $f_2 > f_1$

Contoh

Dua orang sedang memainkan seruling secara serentak dengan frekuensi 880 Hz dan 800 Hz. Tentukan frekuensi pelayangan bunyi yang terjadi.

Jawab :

$$\begin{aligned} f_L &= |f_1 - f_2| \\ f_L &= |880 - 800| \\ f_L &= 80 \text{ Hz} \end{aligned}$$

K Aplikasi Gelombang Bunyi

Perkembangan pengetahuan dan teknologi mampu memanfaatkan gelombang bunyi dalam berbagai bidang. Tidak hanya dapat dimanfaatkan untuk membuat alat musik saja, namun gelombang bunyi dapat dimanfaatkan dalam bidang industri maupun penelitian. Berikut beberapa contoh pemanfaatan gelombang bunyi dalam kehidupan sehari-hari.

1. SONAR (Sound Navigation and Ranging)

Seorang ilmuwan yang berasal dari Prancis pada tahun 1914, Paul Langenvin bersama asistennya membuat alat yang dapat mengirim pancaran gelombang bunyi berfrekuensi tinggi (ultrasonik) melalui air. Alat ini memiliki prinsip kerja berdasarkan pemantulan gelombang bunyi. Terdapat dua bagian alat pada SONAR yang berfungsi untuk memancarkan gelombang ultrasonik yakni transmitter (emiter) dan sensor (reciver), yaitu alat yang berfungsi sebagai pendeteksi datangnya gelombang pantul (gema).

Transmitter (pemancar) memancarkan gelombang ultrasonik yang diarahkan ke sasaran, kemudian pesawat penerima (reciver) akan menangkap dan memantulkan kembali. Dengan mengukur waktu yang diperlukan untuk memancarkan gelombang sampai gelombang diterima kembali, maka jarak dapat ditentukan. SONAR dapat diletakkan di bawah kapal agar dapat mengukur kedalaman air laut.

Pancaran ultrasonik yang mengarah lurus ke dasar laut, dapat menghitung kedalaman air yang diperoleh dari panjang waktu antara pancaran yang turun dan naik setelah digemakan. Kedalaman air laut dapat dicari dengan menggunakan persamaan berikut ini.

$$d = \frac{v \cdot \Delta t}{2n} \quad \dots (28)$$

dengan

d : kedalaman air laut (m)

v : cepat rambat gelombang bunyi di udara (m/s)

Δt : selang waktu antara gelombang yang dipancarkan dengan gelombang pantul datang (s)

n : indeks bias air

2. Pencitraan medis

Bunyi ultrasonik dapat dimanfaatkan dalam bidang kedokteran dengan menggunakan teknik pulsa-gema. Konsepnya hampir sama dengan SONAR. Frekuensi tinggi dari pulsa bunyi diarahkan ke tubuh, dan pantulannya yang berasal dari pertemuan antara organ-organ dan struktur lainnya kemudian dapat mendeteksi luka dalam tubuh. Tumor maupun pertumbuhan abnormal lainnya atau gumpalan fluida dapat dilihat menggunakan teknik tersebut. Informasi mengenai berbagai organ tubuh dapat diketahui, seperti kerja katup jantung atau melihat perkembangan janin dalam kandungan.

3. Survei geofisika

Ledakan yang dahsyat atau gempa bumi dapat menghantarkan gelombang bunyi yang tercatat pada seismograf. Catatan tersebut akan memperlihatkan bentuk gangguan yang berasal dari struktur lapisan bumi. Sehingga gelombang bunyi yang memantul dengan frekuensi tinggi atau ultrasonik yang melalui lapisan bunyi dapat digunakan untuk memperkirakan mineral dan lapisan batuan yang mengandung endapan mineral yang berharga atau endapan minyak.

RANGKUMAN

- Bunyi merupakan gelombang mekanik yang digolongkan sebagai gelombang longitudinal dan memerlukan medium dalam perambatannya.
- Kecepatan bunyi bergantung pada transmisi oleh mediumnya, yakni:
 - Cepat rambat bunyi dalam gas

$$v = \sqrt{\gamma \frac{RT}{M}}$$

- Cepat rambat bunyi dalam zat cair

$$v = \sqrt{\frac{B}{\rho}}$$

- Cepat rambat bunyi dalam zat padat

$$v = \sqrt{\frac{E}{\rho}}$$

- Gelombang bunyi memiliki sifat-sifat seperti gelombang mekanik lainnya, yakni pemantulan (refleksi), pembiasan (refraksi), interferensi, dispersi, dan difraksi.
- Berdasarkan frekuensinya, bunyi dikelompokkan ke dalam tiga kelompok, yaitu:
 - Infrasonik (frekuensi <20 Hz),
 - Audiosonik (frekuensi 20 Hz-20.000 Hz), dan
 - Ultrasonik (>20.000 Hz)
- Efek doppler merupakan gejala yang mendeskripsikan bahwa apabila pendengar dan sumber bunyi saling mendekati akan terdengar nada yang semakin tinggi begitupun sebaliknya sedangkan apabila sumber dan pendengar diam di tempatnya masing-masing.

$$\frac{f_p}{v+p} = \frac{f_s}{v+s}$$

- Pada dasarnya, sumber getaran semua alat-alat musik adalah dawai (senar) dan kolom udara (pipa organa terbuka dan pipa organa tertutup).
- Resonansi bunyi adalah peristiwa bergetarnya suatu benda yang disebabkan oleh benda lain yang bergetar. Resonansi bunyi dapat terjadi

apabila terdapat suatu benda yang memiliki frekuensi sama dengan frekuensi alamiah benda disekitarnya.

8. Energi gelombang bunyi dapat ditentukan dari energi potensial maksimum getaran, karena bunyi merupakan gelombang longitudinal.
- a. Intensitas gelombang bunyi

$$I = \frac{1}{r^2}$$

- b. Taraf intensitas bunyi

$$TI_n = TI_1 + 10 \log n$$

9. Pelayangan bunyi merupakan fenomena penguatan dan pelemahan bunyi akibat adanya efek interferensi gelombang bunyi.
10. Selain alat musik, terdapat beberapa contoh manfaat gelombang bunyi pada kehidupan sehari-hari, seperti SONAR, pencitraan medis, dan geofisika

EVALUASI**A. Berilah tanda silang (x) pada a,b,c,d, atau e pada jawaban yang kamu anggap paling tepat!**

- Berikut ini merupakan pernyataan yang benar mengenai bunyi, kecuali
 - Bunyi merupakan gelombang longitudinal
 - Bunyi merupakan gelombang mekanik
 - Dapat merambat melalui zat cair
 - Tidak dapat merambat dalam vakum
 - Mengalami polarisasi
- Manuk dadali merupakan salah satu lagu yang berasal dari tanah sunda atau Jawa Barat. Seorang sinden menyanyikan lagu tersebut di malam hari dan terdengar sangat jelas dibandingkan dia berlatih di siang hari. Hal ini disebabkan karena sifat bunyi yaitu....
 - Pelenturan bunyi
 - Perpaduan bunyi
 - Pelayangan bunyi
 - Pembiasan bunyi
 - Pemantulan bunyi
- Cepat rambat bunyi dalam zat cair akan semakin rendah jika
 - Modulus Bulk diperbesar dan massa jenis diperkecil
 - Massa jenis diperbesar dan modulus Bulk diperkecil
 - Modulus Bulk dan massa jenis diperbesar
 - Modulus Bulk dan massa jenis diperkecil
 - Modulus Bulk diperkecil dan nilai massa jenis tetap
- Jenteng merupakan alat musik tradisional Jawa Barat yang dimainkan dengan cara dipetik memakai kedua tangan seperti harpa. Alat musik ini memiliki 7 buah senar. Berikut factor-faktor yang dapat mempercepat perambatan gelombang pada senar jenteng, kecuali
 - Memperpanjang senar

- B. Memperbesar tegangan senar
C. Memperkecil massa jenis senar
D. Memperkecil ukuran senar
E. Memperbesar luas penampang senar
5. Sehari setelah masyarakat di Desa Luragung melakukan ritual Cingcowong atau ritual memanggil hujan, terjadi sebuah kilat. 5 detik kemudian terdengar suara kilat tersebut. jika cepat rambat bunyi di udara pada saat itu adalah 340 m/s, berapakah jarak antara pendengar ke sumber bunyi ?
A. 60 m
B. 62 m
C. 64 m
D. 68 m
E. 70 m
6. Jengglong merupakan alat musik tradisional Jawa Barat yang dimainkan dengan cara dipukul. Alat musik ini terbuat dari kuningan atau besi. Apabila suatu batang besi pada alat musik jengglong yang panjangnya 30 cm merambat gelombang bunyi. Untuk mencapai ujung besi dari ujung lainnya, gelombang tersebut memerlukan waktu 3×10^{-5} s. Berapakah massa jenis sebatang besi jengglong jika modulus elastisitas sebesar 21×10^{10} Pa ?
A. 9×10^2 Kg/m³
B. 9×10^4 Kg/m³
C. 14×10^2 Kg/m³
D. 21×10^2 Kg/m³
E. 21×10^4 Kg/m³
7. Dina dapat mendengar suara Anin yang sedang menyanyikan lagu es lilin tepat di sebelah ruangan Dina menari. Hal ini terjadi karena adanya

- pelenturan gelombang bunyi saat melewati suatu celah sempit. Sifat gelombang bunyi pada peristiwa tersebut dinamakan
- Difraksi
 - Refleksi
 - Refraksi
 - Polarisasi
 - Interferensi
8. Tari Topeng merupakan tarian khas Jawa Barat yang berasal dari Cirebon. Danang sedang memutar sebuah video pertunjukan Tari Topeng dengan iringan musik yang didominasi oleh kendang dan rebab. Apabila frekuensi suara yang dapat dikeluarkan dan didengar mencapai 20.000 Hz. Berdasarkan jenis frekuensinya, tergolong ke dalam bunyi
- Infrasonik
 - Megasonik
 - Audiosonik
 - Ultrasonik
 - Terasonik
9. Angklung bungko merupakan kesenian tari yang tumbuh besar di daerah Bungko, Cirebon. Angklung bungko adalah perpaduan dari seni musik dan tarian perang. Nabila sedang memutar pertunjukan angklung bungko di *handponnya* dengan volume yang cukup keras. Apabila Nabila yang membawa *handponnya* berjalan menuju Andi yang juga sedang menghampirinya, maka Andi akan mendengar frekuensi bunyi daripada frekuensi bunyi yang dihasilkan sumber tanpa adanya gerak relatif dari Nabila.
- Lebih kecil
 - Lebih besar
 - Lebih rendah
 - Lebih tinggi
 - Sama

10. Perhatikan pernyataan berikut ini!

- (1) Frekuensi yang didengar pengamat akan lebih kecil daripada frekuensi sumber bunyi, apabila pengamat dan sumber bunyi bergerak saling mendekat dan kecepatan angin searah dengan gerak sumber bunyi.
- (2) Frekuensi yang didengar pengamat akan lebih besar daripada frekuensi sumber bunyi, apabila pengamat dan sumber bunyi bergerak saling menjauh dan kecepatan angin berlawanan arah dengan gerak sumber bunyi.
- (3) Frekuensi yang didengar pengamat akan sama dengan frekuensi sumber bunyi, apabila pengamat dan sumber bunyi bergerak saling menjauh dan kecepatan angin berlawanan arah dengan gerak sumber bunyi.
- (4) Frekuensi yang didengar pengamat akan lebih kecil daripada frekuensi sumber bunyi, apabila pengamat dan sumber bunyi bergerak saling menjauh dan kecepatan angin searah dengan gerak sumber bunyi.

Apabila sumber dan pengamat bergerak dengan kecepatan yang sama besar, maka pernyataan yang tepat adalah

- A. (1), (2), (3), dan (4)
- B. (1), (2), dan (3)
- C. (1), (2), dan (4)
- D. (1) dan (3)
- E. (4) saja

11. Sisingan merupakan pertunjukan rakyat yang berasal dari Subang, Jawa Barat. Odong-odong atau sisingan reog menggunakan media tandu kemudian diangkat oleh empat orang dan terdapat satu anak yang menungganginya. Kesenian tersebut biasanya dimainkan bersama musik sehingga pengangkat tandu akan melakukan gerakan tarian. Musik yang dihasilkan dari pertunjukan tersebut memancarkan bunyi dengan

- frekuensi 500 Hz dan saling mendekat dengan seorang penonton. Kecepatan seorang penonton dan sumber bunyi adalah 20 m/s. Berapakah frekuensi bunyi yang didengar penonton jika cepat rambat bunyi di udara adalah 340 m/s ?
- A. 500,5 Hz
B. 526,5 Hz
C. 552,5 Hz
D. 562,5 Hz
E. 600 Hz
12. Berikut merupakan alat musik tradisional Jawa Barat yang tidak menggunakan sumber bunyi berupa dawai adalah
- A. Kecapi
B. Tarawangsa
C. Jenglong
D. Rebab
E. Jentreng
13. Seutas dawai kecapi memiliki panjang 150 cm. Jika cepat rambat gelombang 150 m/s, berapakah frekuensi nada dasar dan nada atas pertama yang dihasilkan ?
- A. 25 Hz dan 50 Hz
B. 50 Hz dan 75 Hz
C. 50 Hz dan 100 Hz
D. 55 Hz dan 100 Hz
E. 60 Hz dan 100 Hz
14. Jentreng merupakan alat musik dari Jawa Barat yang terbuat dari kayu kembang kenanga atau kayu nangka dan memiliki senar sebanyak 7 senar. Sepotong senar jentreng menghasilkan nada dasar f . Jika panjang senar dipotong 6 cm tanpa mengubah tegangannya, maka dihasilkan frekuensi

- sebesar 1,2 f. Jika panjang senar dipotong 1 cm lagi, maka berapakah frekuensi yang akan dihasilkan ?
- A. 1,0 f
 - B. 1,3 f
 - C. 1,5 f
 - D. 1,7 f
 - E. 1,9 f
15. Sebuah seruling memiliki panjang 40 cm. Kecepatan bunyi seruling pada saat ditiupkan udara adalah 340 m/s. Berapakah panjang gelombang dan frekuensi nada dasar yang dihasilkan ?
- A. 0,6 m dan 210,5 Hz
 - B. 0,6 m dan 212,5 Hz
 - C. 0,8 m dan 210,5 Hz
 - D. 0,8 m dan 212,5 Hz
 - E. 0,8 m dan 220,5 Hz
16. Frekuensi nada atas kedua yang dihasilkan seruling sama dengan frekuensi nada atas pertama yang dihasilkan sebatang angklung. Jika panjang seruling 0,5 m, berapakah panjang angklung tersebut ?
- A. 0,2 m
 - B. 0,25 m
 - C. 0,3 m
 - D. 0,35 m
 - E. 0,4 m
17. Taraf intensitas antara Anna dan Elsa yang sedang menyanyikan lagu Bubuy Bulan di dalam suatu ruangan adalah 45 dB. Jika terdapat 20 orang lainnya sedang menyanyikan lagu yang sama dan di ruangan yang sama, maka taraf intensitas yang dihasilkan menjadi
- A. 30 dB
 - B. 45 dB

- C. 50 dB
- D. 55 dB
- E. 60 dB

18. Karinding merupakan alat musik tradisional Sunda yang terbuat dari bambu atau pelepah kawung. Cara memainkan alat musik ini yaitu dengan cara disentil oleh ujung telunjuk sambil ditempel ke bibir. Apabila taraf intensitas dari sebuah karinding adalah 60 dB. Berapakah jumlah karinding yang dibutuhkan untuk menghasilkan 80 dB jika intensitas ambang pendengaran 10^{-12} W/m^2 ?
- A. 200
 - B. 150
 - C. 100
 - D. 75
 - E. 50
19. Jarak antara A dan B dari pertunjukan angklung masing-masing 6 m dan 8 m. Jika bunyi yang diterima A intensitasnya adalah 10^{-8} W/m^2 , maka berapakah intensitas yang diterima oleh B ?
- A. $5,1 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 - B. $6,1 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 - C. $7,1 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 - D. $8,1 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
 - E. $9,1 \times 10^{-9} \text{ W/m}^2$
20. Arumba merupakan ensemble musik yang terdiri dari bermacam-macam alat musik yang terbuat dari bambu. Pertunjukan arumba memancarkan bunyi dengan frekuensi 780 Hz. Terdapat sumber bunyi lain yaitu seseorang yang sedang membunyikan peluit dengan frekuensi 672 Hz dan bergerak dengan kecepatan 4 m/s mendekati penonton yang sedang berdiri di depan pertunjukan. Jika cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka frekuensi layangan yang akan didengar oleh pendengar adalah

- A. 50 Hz
- B. 75 Hz
- C. 80 Hz
- D. 85 Hz
- E. 100 Hz

B. Jawablah pertanyaan di bawah ini dalam bukumu!

1. Tono berlari dengan kecepatan V_p menuju Andi yang sedang diam sambil memainkan kecapi yang frekuensinya f_s . Jika kecepatan udara di tempat tersebut v , maka besar frekuensi yang didengar Tono di rumuskan
2. Perubahan frekuensi bunyi seruling yang bergerak mendekati pendengar diketahui 1% dari frekuensi asalnya. Hitunglah laju bunyi seruling terhadap pendengar jika cepat rambat bunyi di udara 300 m/s!
3. Berapakah frekuensi nada dasar yang dihasilkan oleh sebuah dawai jentreg yang panjangnya 1 m dan ditegangkan dengan gaya sebesar 100 N, jika massa dawai jentreg 1,6 gram?
4. Dawai kecapi panjangnya 20 cm dan memiliki massa 20 gr. Ujung-ujung dawai kecapi diikat hingga memperoleh tegangan 30 N, tentukan:
 - a. Panjang gelombang pada nada atas kedua
 - b. Frekuensi nada atas kedua
5. Sebuah seruling memiliki nada dasar dengan frekuensi sebesar 400 Hz. Tentukan besarnya frekuensi dari :
 - a. Nada atas pertama
 - b. Nada atas kedua
 - c. Nada atas ketiga
6. Sebuah seruling panjangnya 25 cm menghasilkan nada dasar sama dengan frekuensi yang dihasilkan oleh sebuah senar kecapi yang panjangnya 150 cm. Jika cepat rambat gelombang transversal pada senar kecapi 510 m/s dan cepat rambat bunyi di udara 340 m/s, maka senar kecapi akan menghasilkan frekuensi?

7. Sebuah pipa mempunyai panjang 1.000 cm dan pipa tersebut akan difungsikan menjadi pipa organa tertutup dan terbuka. Jika laju bunyi di udara adalah 3.600 m/s, tentukanlah nada dasar untuk pipa organa tertutup dan terbuka!
8. Pertunjukan Tari Topeng diiringi musik yang memiliki daya $20 \pi \text{ Watt}$. Tentukan intensitas bunyi yang di dengar penonton pada jarak berikut.
 - a. Angga berjarak 20 m dari pertunjukan
 - b. Yunanda berjarak 30 m dari pertunjukan
9. Terdapat dua kelompok yang sedang latihan untuk sebuah pertunjukan yaitu kelompok A yang sedang berlatih gembyung dan kelompok B yang sedang berlatih angklung. Kelompok A dan B menghasilkan sebuah sumber bunyi ke segala arah. Energi bunyi yang dipancarkan masing-masing kelompok adalah 1,2 W dan 0,3 W. Agar seorang pendengar yang berdiri ditengah kelompok tersebut menerima intensitas bunyi yang sama besarnya, maka pendengar harus berjarak berapa meter dari kedua kelompok?
10. Sebuah seruling panjangnya 50 cm menghasilkan nada dasar dengan seruling lain yang memiliki frekuensi 350 Hz. Berapakah banyaknya pelayangan bunyi tiap detiknya jika cepat rambat bunyi di udara 340 Hz?

KUNCI JAWABAN

A. Pilihan Ganda

1. E
2. D
3. B
4. B
5. D
6. D
7. A
8. C
9. E
10. D
11. D
12. C
13. C
14. B
15. D
16. B
17. D
18. C
19. D
20. E

B. Essai.

1. $f_p = \left(\frac{v+v_p}{v}\right) f_s$
2. $v_s = 2,47 \text{ m/s}$
3. Frekuensi nada dasar yang dihasilkan adalah : $f_p = 125 \text{ Hz}$
4. Panjang gelombang dan frekuensi nada atas kedua yang diperoleh adalah :
 - a. $\lambda = 0,4 \text{ m}$
 - b. $f_2 = 750 \text{ Hz}$

5. Besar frekuensi yang diperoleh adalah :
 - a. Nada atas pertama : 800 Hz
 - b. Nada atas kedua : 1.200 Hz
 - c. Nada atas ketiga : 1.600 Hz
6. Frekuensi yang dihasilkan oleh senar kecapi adalah frekuensi pada nada atas ketiga
7. Nada dasar pipa organa terbuka adalah 180 Hz dan nada dasar pipa organa tertutup adalah 90 Hz
8. Intensitas bunyi yang di dengar penonton adalah :
 - a. Angga : $1,25 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$
 - b. Yunanda : $5,5 \times 10^{-3} \text{ W/m}^2$
9. Seorang pendengar harus berjarak 8 m dari kelompok A dan 4 m dari kelompok B
10. 10 pelayangan bunyi tiap detiknya

DAFTAR PUSTAKA

- Aip, dkk. 2009. *Praktis Belajar Fisika untuk Kelas XII SMA/MA*. Jakarta: Penerbit Visindo Media Persada.
- Budiyanto, Joko. 2008. *Fisika untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.
- Esvandiari. 2006. *Smart Fisika SMA*. Jakarta: Puspa Swara
- Fahamsyah, S. 2018. *Buku Pintar Fisika SMA/MA*. Jakarta: Bintang Wahyu.
- Foster, Bob. 1997. *Terpadu Fisika SMU Jilid 2B*. Jakarta: Erlangga.
- Giancoli, D.C. 2001. *Fisika Jilid 1 terjemahan Yuhilza Hanum*. Jakarta: Erlangga.
- Halliday dan Resnick. 1999. *Fisika Jilid 1 terjemahan Pantur Silaban dan Erwin S*. Jakarta: Erlangga.
- Kanginan, Marthen. 2006. *Fisika Untuk SMA Kelas XI*. Jakarta: Penerbit Erlangga.
- Pujianto, dkk. 2014. *Buku Siswa Fisika untuk SMA/MA Kelas XII*. Klaten: PT Intan Pariwara.
- Sri dan Ari. 2009. *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta: Penerbit Adi Perkasa.
- Suharyanto, dkk. 2009. *Fisika untuk SMA dan MA Kelas XII*. Jakarta: Penerbit Sahabat.
- Suparmo dan Widodo. 2009. *Panduan Pembelajaran Fisika untuk SMA/MA Kelas XII*. Jakarta: Pusat Perbukuan, Departemen Pendidikan Nasional.



Universitas Islam Riset Terdepan

Berbasis pada Kesatuan Ilmu Pengetahuan

untuk Kemanusiaan dan Peradaban pada Tahun 2038

RIWAYAT HIDUP

A. Identitas Diri

1. Nama Lengkap : Paridatul Ilmiah
2. Tempat & Tanggal Lahir : Cirebon, 20 Februari 1998
3. Alamat Rumah : Blok Soka Mulya RT 02 RW 01
Desa Karangwangi Kec. Depok
Kab. Cirebon
4. E-Mail : paridatul.ilmiah@gmail.com

B. Riwayat Pendidikan

1. Pendidikan Formal
 - a. SD Negeri 2 Karangwangi
 - b. SMP Al-Falah
 - c. SMA Negeri 1 Dukupuntang
2. Pendidikan Non Formal
 - a. Madrasah Al-Falah
 - b. Pondok Pesantren Darul Hidayah

Semarang, 29 September 2022



Paridatul Ilmiah

NIM: 1708066051